

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Научно-методический журнал
Издается с января 2003 г.
Периодичность издания – 4 раза в год

2025 № 1

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

Е. Л. Путникова. Учетная политика организации как основа отражения информации в бухгалтерском учете.....	5
И. В. Шафранская, И. Н. Шафранский, М. С. Куц. Основные направления повышения экономической эффективности производства продукции в хозяйствах Горецкого района	10
Ли Хунся. Современное развитие агротуризма в Китае: закономерности и тенденции	16
Лю Сюэпин. Основные условия и факторы формирования и функционирования агротуризма	20

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

В. А. Емелин, Д. А. Михеев, А. А. Сысоев, Б. В. Шелюто. Посевные качества семян львиной пронзеннолистной, дражированных трепелом, в зависимости от периода хранения.....	24
Н. В. Улахович, В. Н. Босак. Азотфиксирующая способность и продуктивность зернобобовых культур в зависимости от применения минеральных удобрений	30
В. В. Скорина. Эффективность применения микроудобрения Аквамикс марка М при выращивании томата в защищенном грунте.....	34
И. П. Козловская, Е. В. Сачивко. Влияние удобрений, агроулучшителей и гуминовых препаратов на урожайность и качество капусты белокочанной.....	38
А. В. Дубина. Влияние способов полива на биохимические показатели земляники садовой	43
Дэн Жуцзе, В. В. Скорина. Морфо-биологическая оценка сортообразцов дайкона в северо-восточной части Беларуси	47
Н. В. Степанова, Д. П. Чирик. Эффективность способов теребления стеблестоя льна-долгунца на этапе первичной переработки льносырья.....	52
А. Л. Исакова, А. В. Исаков, Е. В. Костицкая. Первичное семеноводство нигеллы (<i>Nigella L.</i>)	56
И. Г. Пугачева, А. В. Французенок, И. Е. Баева, Н. Ю. Лещина, Н. А. Невестенко, М. М. Добродькин, А. В. Кильчевский. Характеристика новых гетерозисных гибридов F ₁ томата для открытого грунта в конкурсном и государственном сортоиспытании	60
Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалёва, Т. М. Шлома, И. М. Коваль. Урожайность семян гороха в зависимости от норм высева семян, доз внесения минерального азота и применения биологического препарата	66

Х. И. Бободжанова, Ш. К. Ясаулова, И. Сабринаи, Н. В. Кухарчик. Ризогенез <i>IN VITRO</i> подвоев косточковых культур	70
В. Н. Костеневич, Н. Ф. Надточаев. Развитие и рост растений кукурузы в зависимости от срока сева, массы и глубины заделки семян	77
М. Ф. Степуро, Л. Г. Коготько, И. Ю. Грищенко. Влияние гуминовосодержащих удобрений на урожайность, качество и сохранность плодов перца сладкого при капельном орошении ...	84
В. Н. Костеневич, Н. Ф. Надточаев, А. З. Богданов. Действие азотных удобрений на урожайность кукурузы при выращивании повторно и в севообороте	88
М. М. Добродькин, И. Г. Пугачева, Т. В. Никонович, И. Е. Баева, А. В. Кильчевский. Анализ продуктивности и экономической эффективности возделывания районированных сортов и гибридов томата.....	95
Н. Э. Хизанейшвили. Урожайность и качество корнеплодов моркови в зависимости от применяемых регуляторов роста.....	100
Н. Э. Хизанейшвили. Эффективность регуляторов роста в технологии возделывания свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....	104
М. М. Савина, Б. В. Шелюто, А. С. Журавский. Сравнительная экономическая оценка возделывания клевера гибридного и травосмесей с его участием.....	108

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

П. Ю. Крупенин, А. Г. Лягуский. Обоснование технологических параметров всасывающего узла гидротранспортной установки для забора ягод клюквы крупноплодной с поверхности затопленного чека	112
А. В. Китун, Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин. Технично-экономический анализ автоматизированных систем приготовления и раздачи кормов крупному рогатому скоту	120
О. В. Гордеенко, В. А. Мельников, И. С. Крук, Ф. И. Назаров, А. А. Анищенко, Г. Гантулга, Л. Лхагвасурэн. Снос пестицидов при опрыскивании и способы его уменьшения. Аналитический обзор.....	126
М. В. Цайц, В. А. Левчук, В. Г. Ковалев, И. И. Сергеева, Е. Л. Ионас. Результаты производственных испытаний применения роторно-бильного аппарата в прицепном льнокомбайне.....	134
Э. В. Дыба, Л. И. Трофимович, П. В. Яровенко, А. И. Пунько, А. Ю. Гордиевич, Е. А. Рацкевич. Теоретические предпосылки к расчету конструкции устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов	140

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Д. А. Дрозд, В. А. Волынцева. Водопотребление орошаемых посевов клевера лугового первого года жизни	148
А. В. Колмыков, А. Н. Авдеев. Основные тенденции динамики земельных ресурсов и планирование землепользования в Республике Беларусь	152

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

О. М. Астахова, В. В. Масич, А. В. Цвыр. Толерантность как условие повышения эффективности профессиональной деятельности.....	162
В. В. Великанов, Н. Г. Трапянок, И. А. Ходырева. Удовлетворенность педагогических работников организацией образовательного процесса в УВО (<i>по материалам социологических исследований</i>).....	165

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

Н. Б. Ализаде. Роль растительного покрова в формировании гидротермического потенциала (ГТП) почвы	170
В. Г. Вердиева, М. Г. Мустафаев. Изучение засоленных светло серо-бурых почв на окрестностях Кура-Аразской равнины	175
А. Х. Гасанова, М. Г. Мустафаев. Эффективные пути использования коллекторно-дренажных сетей на орошаемых землях Мугано-Сальянской низменности.....	179

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

The guidance journal
is published since January, 2003
Periodicity: issued four times a year

2025 № 1

According to the order of the High Attestation Commission of the Republic of Belarus the journal has been included in the list of scientific works for publishing results of theses on agricultural, technical (agricultural machine building) and economic (agrarian economics) sciences

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

- E. L. Putnikova.** Accounting policy of an organization as a basis of accounting information reflection 5
I. V. Shafranskaia, I. N. Shafranskii, M. S. Kuts. The main directions of increasing the economic efficiency of production in farms of Gorki district..... 10
Li Hongxia. Modern development of agritourism in China: patterns and trends 16
Liu Xueping. The main conditions and factors of formation and functioning of agritourism 20

FARMING AND PLANT-GROWING

- V. A. Emelin, D. A. Mikheev, B. V. Sheliuto.** Sowing qualities of seeds of *Silphium perfoliatum* coated with Tripoli depending on the storage period 24
N. V. Ulakhovich, V. N. Bosak. Nitrogen-fixing ability and productivity of legume-cereal crops depending on the application of mineral fertilizers 30
V. V. Skorina. Efficiency of application of micro-fertilizer Aquamix M for growing tomatoes in protected ground..... 34
I. P. Kozlovskaja, E. V. Sachivko. The influence of fertilizers, agromeliorants and humic preparations on the yield and quality of white cabbage 38
A. V. Dubina. The influence of watering methods on biochemical indicators of garden strawberry .. 43
Den Rujie, V. V. Skorina. Morpho-biological estimation of variety samples of daikon in the north-eastern part of Belarus 47
N. V. Stepanova, D. P. Chirik. Efficiency of fiber flax stem pulling methods at the stage of primary processing of flax raw materials..... 52
A. L. Isakova, A. V. Isakov, E. V. Kostitskaia. Primary seed breeding of *Nigella* (*Nigella L.*) 56
I. G. Pugacheva, A. V. Frantsuzenok, I. E. Baeva, N. Iu. Leshchina, N. A. Nevestenko, M. M. Dobrodkin, A. V. Kilchevskii. Characteristics of new heterosis F₁ hybrids of tomato for open ground in competitive and state variety testing 60

N. P. Lukashevich, I. V. Kovaleva, T. M. Shloma, I. M. Koval. Pea seeds yield depending on the seed sowing rate and application of mineral fertilizer and biological preparation.....	66
Kh. I. Bobodzhanova, Sh. K. Iasaulova, I. Sabrinai, N. V. Kukharchik. In vitro rhizogenesis of stone fruit rootstocks	70
V. N. Kostenevich, N. F. Nadtochaev. Development and growth of corn plants depending on the sowing time, seed weight and seeding depth.....	77
M. F. Stepuro, L. G. Kogotko, I. Iu. Grishchenko. The influence of humic fertilizers on the yield, quality and preservation of sweet pepper fruits with drip irrigation.....	84
V. N. Kostenevich, N. F. Nadtochaev, A. Z. Bogdanov. The influence of nitrogen fertilizers on corn productivity during repeated cultivation and in crop rotation	88
M. M. Dobrodkin, I. G. Pugacheva, T. V. Nikonovich, I. E. Baeva, A. V. Kilchevskii. Analysis of productivity and economic efficiency of cultivation of zoned varieties and hybrids of tomato	95
N. E. Khizaneishvili. Yield and quality of carrot root crops depending on the applied growth regulators	100
N. E. Khizaneishvili. Efficiency of growth regulators in the technology of cultivating table beet on sod-podzolic light loamy soil	104
M. M. Savina, B. V. Sheliuto, A. S. Zhuravskii. Comparative economic assessment of cultivation of hybrid clover and grass mixtures with it	108

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

P. Iu. Krupenin, A. G. Liaguskii. Justification of technological parameters of suction unit of a hydro-transport device for the collection of large-fruit cranberries from the surface of a flooded check.....	112
A. V. Kitun, Iu. A. Krupenin, P. Iu. Krupenin. Technical and economic analysis of automated systems of preparation and distribution of cattle feed.....	120
O. V. Gordeenko, V. A. Melnikov, I. S. Kruk, F. I. Nazarov, A. A. Anishchenko, G. Gantulga, L. Lkhagvasuren. Pesticide drift during spraying and ways to reduce it. Analytical review	126
M. V. Tsaits, V. A. Levchuk, V. G. Kovalev, I. I. Sergeeva, E. L. Ionas. Results of production testing of using a rotary beater in trailed flax combine	134
E. V. Dyba, L. I. Trofimovich, P. V. Iarovenko, A. I. Punko, A. Iu. Gordievich, E. A. Ratskevich. Theoretical prerequisites for the calculation of design of a device for removing polymeric materials from pressed feed.....	140

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

D. A. Drozd, V. A. Volyntseva. Water consumption of irrigated crops of meadow clover of the first year of life.....	148
A. V. Kolmykov, A. N. Avdeev. The main trends in the dynamics of land resources and land use planning in the Republic of Belarus	152

INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

O. M. Astakhova, V. V. Masich, A. V. Tsvyr. Tolerance as a condition for increased efficiency of professional activity.....	162
V. V. Velikanov, N. G. Trapianok, I. A. Khodyreva. Satisfaction of teaching staff with organization of educational process in higher education institutions (<i>based on sociological research</i>)	165

PROFESSIONAL OUTLOOK

N. B. Alizade. The role of vegetation cover in the formation of hydrothermal potential of soil.....	170
V. G. Verdieva, M. G. Mustafaev. Research into saline light gray-brown soils in the vicinity of Kura-Araz plain	175
A. Kh. Hasanova, M. G. Mustafayev. Efficient ways to use collector-drainage networks on irrigated lands in the mughan-salyan lowland.....	179

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 657

УЧЕТНАЯ ПОЛИТИКА ОРГАНИЗАЦИИ КАК ОСНОВА ОТРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ

Е. Л. ПУТНИКОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: putnikova705@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.12.2024)

В статье рассматриваются проблемные вопросы теории, методологии и организации формирования учетной политики сельскохозяйственных организаций на базе сближения национального учетного процесса с международными стандартами финансовой отчетности. Акцентировано внимание на двух главных нормативных правовых актах, определяющих правила бухгалтерского учета активов, обязательств, собственного капитала, доходов, расходов организации и раскрытия информации в отчетности. Согласно этим актам, дана характеристика принципов бухгалтерского учета и отчетности, на которых должна основываться учетная политика. Также указано на необходимость внесения изменений в учетную политику, выделены функции учетной политики, определяющие ее значимость. Проведен анализ раскрытия отдельных ее аспектов на материалах сельскохозяйственных организаций. Также отмечается, что определяющее значение по составлению актуальной учетной политики в Республике Беларусь имеет инициативная и целевая работа по сближению национальной практики учета с международной. Предлагается формирование учетной политики, базирующейся на методологии, вытекающей из конкретных действующих международных стандартов и их интерпретаций, регулирующих учет тех или операций, а также на применении правил и положений Концептуальных основ финансовой отчетности, не игнорируя при этом сложившуюся практику учета, не противоречащую международным стандартам.

Ключевые слова: учетная политика, международные стандарты, национальные стандарты, принципы учета, бухгалтерский учет.

The article examines the problematic issues of the theory, methodology and organization of the formation of accounting policies of agricultural organizations based on the convergence of the national accounting process with international financial reporting standards. Attention is focused on two main regulatory legal acts that determine the rules for accounting of assets, liabilities, equity, income, expenses of the organization and disclosure of information in the reporting. According to these acts, the characteristics of the principles of accounting and reporting on which the accounting policy should be based are given. The need to amend the accounting policy is also indicated. The functions of the accounting policy that determine its significance are highlighted. An analysis of the disclosure of its individual aspects is carried out based on the materials of agricultural organizations. It is also noted that proactive and targeted work on convergence of national accounting practice with international practice is of decisive importance for the preparation of an up-to-date accounting policy in the Republic of Belarus. It is proposed to form an accounting policy based on the methodology arising from specific current international standards and their interpretations governing the accounting of certain transactions, as well as on the application of the rules and provisions of the Conceptual Framework for Financial Reporting, without ignoring the established accounting practice that does not contradict international standards.

Key words: accounting policy, international standards, national standards, accounting principles, accounting.

Введение

В настоящее время в системе бухгалтерского учета Республики Беларусь происходят существенные нормативно-методологические изменения, связанные со сближением белорусской учетной системы с международными стандартами финансовой отчетности. Происходящие изменения предъявляют новые требования к формированию учетной информации о деятельности организаций АПК в виду пользования ею различными заинтересованными субъектами хозяйствования. Оценивая значимость научных достижений в области методологии бухгалтерского учета и отчетности, следует отметить, что на сегодняшний день недостаточно проработанными являются вопросы теории, методологии и организации формирования учетной политики сельскохозяйственных организаций.

Процесс формирования учетной политики имеет определяющее значение для ведения бухгалтерского учета и составления отчетной финансовой информации деятельности организаций аграрной сферы на базе сближения национального учетного процесса с международными стандартами финансовой отчетности. В то же время непрерывно меняющаяся законодательная и нормативно-правовая

база требует ежегодного обновления методики, излагаемой в учетной политике. Цель исследования – рассмотрение и совершенствование методологии формирования учетной политики на основе литературных источников и практических данных организаций, для сближения национальной учетной практики с международной.

Основная часть

Двумя главными нормативными правовыми актами, определяющими правила бухгалтерского учета активов, обязательств, собственного капитала, доходов, расходов организации и раскрытия информации в отчетности, на данный момент являются Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Учетная политика организации, изменения в учетных оценках, ошибки», утв. Постановлением Минфина РБ10.12.2013 № 80 (далее Национальный стандарт № 80) и Закон от 12.07.2013 № 57-З «О бухгалтерском учете и отчетности» (далее Закон). При этом определяющие правила бухгалтерского учета и раскрытия информации в отчетности, а также различные ситуации и методики, раскрывающие сущность и содержание учетной политики организации, предусмотрены Национальным стандартом № 80. В соответствии со ст. 1 Закона учетная политика - совокупность способов организации и ведения бухгалтерского учета, принятая организацией. Вопросы формирования, структуры, порядка разработки учетной политики и внесения в нее изменений, предусмотрены статьей 9 Закона.

Так, согласно этой статье, организация самостоятельно формирует свою учетную политику и излагает ее в положении об учетной политике, которое подписывается главным бухгалтером организации, руководителем организации или индивидуальным предпринимателем, оказывающими услуги по ведению бухгалтерского учета и составлению отчетности, и утверждается руководителем организации. Учетная политика составляется и утверждается в начале хозяйственной деятельности организации.

В процессе функционирования организации нередко возникает необходимость внесения изменений в учетную политику. Изменение учетной политики организации - замена одного способа ведения бухгалтерского учета на другой.

Предлогом для ее изменения могут быть:

- изменения в законодательстве Республики Беларусь о бухгалтерском учете;
- изменение способов ведения бухгалтерского учета, применение которых приведет к повышению правдивости и уместности содержащейся в отчетности организации информации;
- принятие решения о реорганизации или ликвидации организации.

В учетной политике исходя из различных объектов и аспектов деятельности организации необходимо закрепить все предпочтенные варианты ведения бухгалтерского учета в рамках предлагаемой действующим законодательством возможности выбора. В любом случае, при изменениях в учетной политике следует сделать выбор не только способа ведения учета, но и аргументировать этот выбор законодательно определенными нормами.

Однако, этой работе должен предшествовать анализ деятельности организации, постановки на будущее целей и задач, решению которых будет способствовать разрабатываемый документ, и в частности, рассмотрение каждого из возможных способов учета применительно к данной организации [1, с. 112].

Учетная политика организации включает в себя:

- применяемые организацией виды учетной оценки;
- план счетов бухгалтерского учета организации;
- разработанные организацией для применения формы первичных учетных документов;
- применяемую организацией форму бухгалтерского учета;
- порядок проведения инвентаризации активов и обязательств организации;
- иные способы организации и ведения бухгалтерского учета [8, с. 277].

Чтобы определить роль учетной политики в формировании учетной и отчетной информации, можно обратиться к исследованиям авторов [2, с. 213], которые выделяет функции учетной политики, определяющие ее значимость:

- оптимизационную, выражающуюся в выборе и разработке способов учета, регулировании документооборота, повышении качества группировки фактов хозяйственной жизни и представления учетной информации в бухгалтерской отчетности;
- регулирующую функцию, направленную на корректное отражение хозяйственных процессов в бухгалтерском учете и снижение трудоемкости учетного процесса;
- конкретизирующую функцию, дополняющую нормативные правовые акты по бухгалтерскому учету правилами и методиками, разработанными в самой организации;
- защитную функцию, реализуемую при аудиторских и налоговых проверках, разрешении судебных споров; информационную функцию, проявляющуюся при анализе форм бухгалтерской отчетности внешними пользователями.

Учетная политика организации АПК должна основываться на принципах бухгалтерского учета и отчетности, которые оговорены в Законе и соответствуют принципам, изложенным в Международных стандартах финансовой отчетности (МСФО).

Эти принципы включают в себя: принцип непрерывности деятельности, обособленности, начисления, соответствия доходов и расходов, правдивости, преобладания экономического содержания, осмотрительности, нейтральности, полноты, понятности, сопоставимости, уместности. Понятие и определение каждого из указанных принципов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Понятие и определение принципов бухгалтерского учета и отчетности

Принципы бухгалтерского учета и отчетности	Понятие и определение принципов бухгалтерского учета и отчетности
Принцип непрерывности деятельности	Информация об активах, обязательствах, о собственном капитале, доходах, расходах организации формируется в бухгалтерском учете и отчетности в зависимости от намерения организации продолжать или прекращать свою деятельность в дальнейшем
Принцип обособленности	Активы, обязательства, собственный капитал, доходы, расходы организации учитываются отдельно от активов, обязательств, собственного капитала, доходов, расходов собственника имущества (учредителей, участников) организации
Принцип начисления	Хозяйственные операции отражаются в бухгалтерском учете и отчетности в том отчетном периоде, в котором они совершены, независимо от даты проведения расчетов по ним
Принцип соответствия доходов и расходов	Расходы отражаются в бухгалтерском учете и отчетности в том отчетном периоде, в котором признаются связанные с ними доходы (при их наличии)
Принцип правдивости	Активы, обязательства, собственный капитал, доходы, расходы организации отражаются в бухгалтерском учете и отчетности при выполнении условий признания их таковыми, установленными законодательством Республики Беларусь о бухгалтерском учете и отчетности
Принцип преобладания экономического содержания	Хозяйственные операции отражаются в бухгалтерском учете и отчетности исходя не столько из их правового, сколько из их экономического содержания
Принцип осмотрительности	Учетная оценка активов и доходов организации не должна быть завышена, а обязательств и расходов - занижена
Принцип нейтральности	Отсутствие ориентации содержащейся в отчетности организации информации на определенных пользователей и (или) получение определенного результата
Принцип полноты	Наличие в отчетности организации всей информации, способной повлиять на принимаемые пользователями на ее основе решения, касающиеся финансового положения организации
Принцип понятности	Доступность для понимания пользователями содержащейся в отчетности организации информации
Принцип сопоставимости	Возможность сравнения отчетности организации за разные отчетные периоды, а также с отчетностью других организаций
Принцип уместности	Полезность содержащейся в отчетности организации информации для принятия пользователями решений, касающихся финансового положения организации

Примечание: Составлена авторами по данным источника [3].

Для оценки раскрытия отдельных аспектов учетной политики в локальных актах организаций нами сделан анализ раскрытия отдельных аспектов учетной политики в табл. 2. Исследование проводилось на материалах сельскохозяйственных организаций Горецкого района Могилевской области.

Таблица 2. Анализ раскрытия отдельных аспектов учетной политики

Аспекты учетной политики, подлежащие раскрытию в соответствии с Законом	ОАО «Горецкая агропромтехника» Горецкого района Могилевской области	РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области
1) применяемые организацией виды учетной оценки	Методический аспект	Методический аспект
2) план счетов бухгалтерского учета организации	План счетов	План счетов в учетной политике раскрыт сч.10, 20, 23, 25, 29, 43, 50, 66, 67, 68, 76, 97, 98, 90, 91
3) разработанные организацией для применения формы первичных учетных документов	Организационно-технический аспект: График документооборота	Организационный аспект: График документооборота
4) применяемая форма бухгалтерского учета	Журнально-ордерная форма ведения бухгалтерского учета с частичной автоматизацией планируется переход на полную автоматизацию	Технический аспект: автоматизированная форма ведения бухгалтерского учета с применением программы 1-С «Предприятие»
5) порядок проведения инвентаризации активов и обязательств организации	План-график проведения инвентаризаций	План-график проведения инвентаризаций в учетной политике не раскрыт
6) иные способы организации и ведения бухгалтерского учета	Не предусмотрены	Не предусмотрены

Примечание: источник информации – собственная разработка на основании данных организации.

В результате исследования материалов организации было установлено, что организации самостоятельно формируют свою учетную политику и излагают ее в положении об учетной политике, которое

подписывается главным бухгалтером организации и утверждается руководителем организации. При этом не все требуемые аспекты учетной политики раскрыты. Так, к содержательной части учетной политики данных организаций можно предъявить такие замечания как: не предусмотрено описание порядка проведения инвентаризации; сделаны ссылки на устаревшие нормативные акты. Также указано, что при изменении действующего законодательства учетная политика изменяется автоматически, что некорректно и не отвечает требованиям Национального стандарта бухгалтерского учета и отчетности №80. При этом анализ показал, что раздел «Инвентаризация» в учетной политике организаций, как правило, не составляется, в связи с чем рекомендуем определить подходы к проведению инвентаризации. В учетной политике необходимо закрепить вопросы, по которым в законодательстве отсутствует четкий порядок и присутствует вариантность при проведении инвентаризации:

- количество инвентаризаций в отчетном году;
- сроки проведения инвентаризации;
- перечень активов и обязательств, проверяемых при каждой инвентаризации;
- другие вопросы.

В вопросах исследования методологии формирования учетной политики мы разделяем мнение ряда ученых, которые считают, что важными аспектами обеспечения результативности учетной политики служат данные параметры ее оценки. Основной задачей при этом является оценка ее соответствия требованиям стандартов, технических регламентов и внутренних стандартов экономических субъектов. Процесс формирования и реализации учетной политики должен проходить при эффективном взаимодействии всех элементов [6, с. 54].

Определяющее значение по составлению актуальной учетной политики в Республике Беларусь имеет инициативная и целевая работа по сближению национальной учетной практики с международной. Учетная политика служит важным элементом для обеспечения эффективного управления процесса составления отчетности в соответствии с МСФО. В системе международных стандартов финансовой отчетности основным стандартом, регламентирующим формирование учетной политики, является МСФО (IAS) 8 «Учетная политика, изменения в бухгалтерских оценках и ошибки». Данный стандарт дает следующее определение учетной политики: «...конкретные принципы, основы, общепринятые условия, правила и практические подходы, применяемые организацией при подготовке и представлении финансовой отчетности». Международные стандарты оперируют термином применительно к финансовой отчетности, а не к бухгалтерскому учету в целом. Содержание учетной политики для каждой иностранной организации индивидуально. Оно включает инструкции, которым должна следовать организация в процессе хозяйствования, а также при составлении финансовой отчетности [5, с. 103]. По положениям МСФО учетная политика ориентирована на конечный результат (подготовку и представление финансовой отчетности), также не требуется утверждение учетной политики отдельным организационно-административным документом – приказом в рамках МСФО. Однако его содержание должно быть указано в отдельном документе или в примечаниях к отчетности. В национальном бухгалтерском учете, как и в международной практике формирование учетной политики предполагает две основные составляющие такие как, организационно-техническую и методическую. Однако, в МСФО (IAS) 8 обязательные компоненты учетной политики не определены. Согласно национальному законодательству, организационно-техническая часть учетной политики включает в себя применяемые организацией: рабочий план счетов бухгалтерского учета, формы первичных учетных документов, форму бухгалтерского учета и способ организации бухгалтерской службы, ведение документооборота и регламент составления отчетности по МСФО, формы бухгалтерской отчетности и примечания к ней, план (график) инвентаризаций, а также все необходимые организационные аспекты бухгалтерского процесса.

Методическая часть учетной политики определяет варианты отражения в учете информации о производственно-хозяйственной и финансовой деятельности, исходя из альтернативных приемов и способов, то есть, регулирует методологию бухгалтерского учета.

Рассматривая указанные составляющие учетной политики, следует отметить, что она включает определенные процедуры и конкретные методы, которые организация применяет при ведении учета и составлении бухгалтерской отчетности. При ведении национального учета, придерживаясь положений международной практики, формирование учетной политики должно базироваться на методологии, вытекающей из конкретных действующих международных стандартов и их интерпретаций, регулирующих учет тех или операций, а также применении правила и положений Концептуальных основ финансовой отчетности, не игнорируя при этом сложившуюся практику учета, не противоречащую международным стандартам. Возникающие ситуации, не встречающиеся в международной

практике, следует решать опираясь на профессиональное суждение специалистов в области бухгалтерского учета [8, с. 277].

Заключение

В настоящее время при разработке содержания и наполняемости учетной политики идет переход к разумному сочетанию регулирования этого вопроса государством и проявлением самостоятельности организаций. Рассмотренные подходы по составлению актуальной учетной политики субъектов аграрной сферы будут четко представлять и определять значение этой процедуры на дальнейшее эффективное ведение бухгалтерского учета, что в конечном итоге влияет на финансовую деятельность организаций. Предложенный нами организационно-технический аспект учетной политики, с учетом последних изменений законодательства, позволит раскрыть определенные способы ведения бухгалтерского учета, которые оказывают влияние на принятие управленческих решений заинтересованными пользователями бухгалтерской отчетности. Экономическим субъектам хозяйствования нужно правильно сформировать учетную политику: от того, насколько грамотно разработана система бухгалтерского учета, будут зависеть итоговые показатели отчетной финансовой информации организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путникова, Е. Л. Корректировка учетной политики организации, вызванная изменением законодательства / Е. Л. Путникова // Устойчивое социально-экономическое развитие регионов: материалы Международной научно-практической конференции / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; редкол.: А. В. Колмыков (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2023. – С. 111–114.
2. Методические и практические аспекты контроля расчетов с контрагентами сельскохозяйственных организаций [Текст]: монография / С. Ю. Щербатюк [и др.] рец.: П. Я. Папковская, Е. И. Костюкова, М. В. Пестис; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2017. – 248 с.
3. О бухгалтерском учете и отчетности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г., №57-3: в ред. Закона Респ. Беларусь, 17.07.2017 г., №52-3 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2024.
4. Об утверждении Национального стандарта бухгалтерского учета и отчетности «Учетная политика организации, изменения в учетных оценках, ошибки»: утв. Пост. Мин-ва финансов Респ. Беларусь 10 декабря 2013 г. № 80 / Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 8/28368.
5. Омарова, О. Ф. Нормативно-правовое регулирование учетной политики / О. Ф. Омарова, Н. С. Манатилова // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 7. – С. 101–105.
6. Путникова, Е. Л. Роль учетной политики в формировании учетной и отчетной информации / Е. Л. Путникова / Учет, анализ и финансы в организациях АПК: состояние и пути совершенствования: материалы IX международной научно-практической конференции / гл. ред. Н. В. Великоборец. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 53–55.
7. Путникова, Е. Л. Составление учетной политики по требованиям законодательства / Е. Л. Путникова / Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 60–62.
8. Путникова, Е. Л. Учетная политика организаций в условиях сближения с международными стандартами финансовой отчетности / Е. Л. Путникова / Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник статей X Междунар. научно-практ. конф., 4–5 апреля 2019 г. В 4-х ч. Ч. 2. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – С. 276–278.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ХОЗЯЙСТВАХ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА

И. В. ШАФРАНСКАЯ, И. Н. ШАФРАНСКИЙ, М. С. КУЦ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 03.02.2025)

В статье выполнен анализ функционирования сельскохозяйственных предприятий Горького района. Выявлены резервы и обоснованы основные направления повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства на основе рационального использования имеющихся ресурсов, перехода к высокотехнологичному и ресурсосберегающему производству, внедрения информационных технологий в АПК; разработки мероприятий, обеспечивающих поддержание плодородия почв, получение качественной и конкурентоспособной продукции, увеличение экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Предложена экономико-математическая модель программы развития сельскохозяйственного предприятия, позволяющая имитировать функционирование объекта исследования в различных производственных условиях. В базовую экономико-математическую модель, кроме общепринятых, рекомендуется включить ограничения: по балансу питательных веществ минеральных удобрений; по использованию органических удобрений; по балансу гумуса, в котором учитывается вынос органических веществ в процессе смыва почв, минерализации гумуса и накопление гумуса в результате внесения органических удобрений как собственных (навоза), так и приобретенных (торфа, сапропеля и др.); по поддержанию бездефицитного баланса гумуса в почве с целью создания условий для воспроизводства почвенного плодородия; по размерам и типам севооборотов, по площади посева сельскохозяйственных культур в севооборотах; по использованию почвенных разновидностей; по подбору сортов сельскохозяйственных культур; по формированию зеленого конвейера по месяцам пастбищного периода; по формированию добавленной стоимости, полученной при производстве продукции, позволяющее подобрать такой ассортимент выпускаемой продукции, которая обеспечит предприятию получение добавленной стоимости в размере не менее фактически достигнутого уровня. Реализация предлагаемой экономико-математической модели позволит аргументировано обосновать управленческие решения в сфере сельского хозяйства с целью повышения экономической эффективности производства продукции.

Ключевые слова: сельскохозяйственные предприятия, растениеводство, животноводство, экономическая эффективность производства, экономико-математическая модель.

The article analyzes the functioning of agricultural enterprises in the Gorki district. Reserves are identified and the main directions for increasing the economic efficiency of agricultural production are substantiated based on the rational use of available resources, the transition to high-tech and resource-saving production, the introduction of information technologies in the agro-industrial complex; development of measures to maintain soil fertility, obtain high-quality and competitive products, and increase the economic efficiency of agricultural production. An economic and mathematical model of the agricultural enterprise development program is proposed, which allows simulating the functioning of the research object in various production conditions. In addition to generally accepted ones, it is recommended to include restrictions in the basic economic and mathematical model: on the balance of nutrients in mineral fertilizers; on the use of organic fertilizers; on the balance of humus, which takes into account the removal of organic matter during soil erosion, humus mineralization and humus accumulation as a result of the application of organic fertilizers, both own (manure) and acquired (peat, sapropel, etc.); on maintaining a deficit-free humus balance in the soil in order to create conditions for the reproduction of soil fertility; on the size and types of crop rotations, on the area of sown agricultural crops in crop rotations; on the use of soil varieties; on the selection of varieties of agricultural crops; on the formation of a green conveyor by months of the grazing period; on the formation of added value obtained in the production of products, allowing to select such an assortment of manufactured products that will provide the enterprise with added value in the amount of not less than the actually achieved level. The implementation of the proposed economic and mathematical model will allow you to reasonably substantiate management decisions in the field of agriculture in order to increase the economic efficiency of production.

Key words: agricultural enterprises, crop production, livestock farming, economic efficiency of production, economic and mathematical model.

Введение

В условиях цифровой трансформации экономики Республики Беларусь возрастает роль устойчивого функционирования предприятий и организаций агропромышленного комплекса, так как они в значительной мере определяют экономическую эффективность аграрного производства, формируют основу экспортного потенциала и обеспечивают продовольственную безопасность республики. Следует подчеркнуть, что главной целью дальнейшего развития агропромышленного комплекса республики является рост эффективности сельскохозяйственного производства, обеспечение повышения производительности труда на основе модернизации, значительного технологического обновления отраслей сельского хозяйства, внедрение ресурсосберегающих, высокотехнологичных производств, наращивание экспортного потенциала, повышение качества и конкурентоспособности продукции [2; 5; 6; 8, с. 23–30]. В этой связи востребованы разработки, направленные на выявление и реализацию резервов повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Основная часть

Среди белорусских ученых наиболее значимый вклад в концептуальные положения теории эффективности внесли В. Г. Гусаков, В. А. Воробьев, С. А. Константинов и др. [1, с. 47; 4, с. 4; 6]. Этими авторами эффективность производства оценивается с учётом не только количества полученных продуктов (результатов), но и объёма использованных при этом ресурсов. Следует подчеркнуть, что использование каждой дополнительной единицы ресурсного потенциала должно сопровождаться положительным изменением результирующих показателей.

Проблема увеличения прибыли, добавленной стоимости, повышения качества, конкурентоспособности выпускаемой продукции, приобретает в современных условиях особую актуальность и значимость, и становится главным критерием эффективного функционирования агропромышленных предприятий [11, с. 23–30]. Вышеизложенное диктует необходимость разработки методики и практических рекомендаций повышения экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

В связи с поставленной целью в рамках исследования тенденций функционирования сельскохозяйственных предприятий был проведен анализ работы следующих хозяйств Горецкого района: ОАО «Горецкое»; СЗАО «Горы»; ОАО «Маслаки»; КСУП «Овсянка имени И. И. Мельника»; КСУП «Племзавод «Ленино»; ОАО «Коптевская нива»; РУП «Учхоз БГСХА»; ОАО «Горецкая райагропромтехника». Следует отметить, что эти сельскохозяйственные предприятия имеют близкую специализацию, производство молочно-мясной продукции с развитым производством зерна.

Анализ показывает, что производство зерна сократилось, как за счет снижения урожайности зерновых и зернобобовых культур, так и за счет уменьшения посевных площадей (табл. 1).

Таблица 1. Основные экономические показатели Горецкого района за 2022–2023 гг.

Наименование показателей	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2022 г., %
Площадь сельхозугодий, га			100,3
Площадь пашни, га	60616	61906	102,1
Площадь посева зерновых и зернобобовых культур, га	27247	26281	96,5
Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га	32,0	30,2	94,4
Произведено зерна, т	87165	79468	91,2
Поголовье КРС, гол.	42674	42365	99,3
в т.ч. коров, гол.	13425	13475	100,4
Поголовье свиней, гол.	5353	3314	61,9
Выращивание скота, т	5868,8	5668	96,6
в т.ч. КРС, т	5196,8	4956	95,4
– свиньи, т	672	712	106,0
Среднесуточный прирост живой массы КРС, гр.	464	459	98,9
Среднесуточный прирост живой массы свиней, гр.	287	521	181,5
Валовой надой молока, т	65202	64110	98,3
Объем реализации молока, т	57118	57355	100,4
Уровень товарности молока, %	87,6	89,5	1,9
Среднегодовой удой молока от одной коровы, ц	48,74	47,66	97,8
Производство валовой продукции в сопоставимых ценах, тыс. руб.	133219	169162	127,0
Затраты на производство продукции, тыс. руб.	161564	180222	111,5
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	111383	119607	107,4
в т. ч. продукции животноводства, тыс. руб.	71092	73490	103,4
Степень покрытия затрат выручкой (окупаемость производственных затрат), %	68,9	66,4	96,4
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	7171	-465	-7636,0
Совокупная прибыль (убыток), тыс. руб.	35258	20269	57,5
Получено прибыли на один балло-гектар, руб.	147,4	77,7	52,7
Рентабельность от реализации товаров, работ и услуг, %	6,6	0,1	-6,5
Рентабельность по конечному финансовому результату, %	11	9,2	-1,8
Выручка от реализации на одного работающего, тыс. руб.	61,7	68,2	110,5
Фонд оплаты труда с отчислениями, тыс. руб.	24365	52285	214,6
Удельный вес оплаты труда, %	0	0	
– в выручке от реализации продукции	21,7	51,6	29,9
– в материально-денежных затратах	15,3	37,1	21,8
Среднемесячная заработная плата одного работника, руб.	1107,4	2773,5	250,5
Производство валовой продукции на одного работника, тыс. руб.	72,9	95,5	131,0
Темп роста производительности труда по выручке, %	113,0	130,7	17,7
Темп роста заработной платы, %	126,1	255,0	128,9
Соотношение темпа роста производительности труда по выручке и темпа роста среднемесячной заработной платы	0,90	0,92	102,2

Получено денежной выручки в расчете на 100 га сельхозугодий, тыс. руб.	153,2	163,4	106,7
Получено прибыли (убытка) на 100 га сельхозугодий, тыс. руб.	11,2	1,7	15,2
Производство на 1 балло-гектар, кг	0	0	
– скота и птицы	2,7	2,6	96,3
– молока	30,1	29,5	98,0
Расход электроэнергии на производственные цели, тыс. кВт	9901	9845	99,4
– в расчете на 1 тыс. руб. валовой продукции, кВт	70,6	54,6	77,3
Потреблено газа на производственные цели, тыс. м ³	872	971	111,4
– в расчете на 1 тыс. руб. валовой продукции, м ³	6,4	6,2	96,9
Израсходовано на производственные цели дизельного топлива, т	6475	6595	101,9
– в расчете на 1 тыс. руб. валовой продукции, кг	49,2	40,3	81,9
Израсходовано на производственные цели бензина, т	641	637	99,4
– в расчете на 1 тыс. руб. валовой продукции, кг	4,9	3,9	79,6

Примечание. Таблица составлена авторами по данным годовых отчетов.

Сократился объем реализации молока при некотором росте уровня его товарности. Снижение численности молодняка КРС не компенсировано ростом его среднесуточного прироста живой массы, что обусловило снижение объема выращивания КРС и его реализации. Выращиванием свиней в районе занимается одно предприятие – КСУП «Овсянка имени И. И. Мельника», в котором наблюдается как увеличение поголовья свиней, так и рост их продуктивности. Снижение количественных и качественных показателей развития отрасли животноводства за 2022–2023 гг. привело к сокращению объемов производства продукции животноводства в районе. Тем не менее, изменение качественного состава реализуемой продукции и цен реализации обусловили рост денежной выручки от реализации продукции животноводства. Следует подчеркнуть, что в животноводстве прибыльным является производство молока. Так, в РУП «Учхоз БГСХА» за 2023 г. рентабельность молока составила 38,5 %, а выращивание КРС убыточно (убыточность – 56,1 %). При этом прибыль от реализации молока не перекрывает убыток от реализации КРС и животноводство в целом убыточно (убыточность – 1,6 %). В 2023 г. получен убыток от реализации сельскохозяйственной продукции. Следует подчеркнуть, что детальный анализ оплаты труда работников сельскохозяйственных предприятий Горьковского района показал достаточный уровень мотивации и стимулирования труда, что обеспечивает рост производительности труда. Совокупная прибыль составила 20269 тыс. руб. при уровне рентабельности по конечному финансовому результату – 9,2 %.

Выполненный анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий Горьковского района свидетельствует о том, что в хозяйствах имеются резервы повышения экономической эффективности производства продукции.

С целью роста урожайности сельскохозяйственных культур, стабилизации уровня себестоимости единицы продукции растениеводства, увеличения экономической эффективности производства продукции данной отрасли рекомендуется:

1. Оптимизировать структуру посевных площадей сельскохозяйственных культур: необходимо обосновать посевные площади и видовой состав сельскохозяйственных культур, подобрать предшественников, обосновав севообороты.

2. Создать высокопродуктивные кормовые угодья за счет оптимизации площади посева зерновых и зернобобовых культур, однолетних и многолетних трав, увеличения площадей под люцерной до 900 га, проведения перезалужения лугопастбищных угодий; создания полугодового запаса травяных кормов (сено, сенаж, силос).

3. Организовать сбалансированный зеленый конвейер для обеспечения высокой продуктивности молочного стада.

4. Обеспечить посев сельскохозяйственных культур в оптимальные агротехнические сроки с соблюдением регламентов и агротехнологических требований.

5. Использовать в сельскохозяйственном производстве перспективные, высокоурожайные сорта зерновых и зернобобовых культур, озимого рапса, сахарной свеклы, льна не ниже 1-ой репродукции.

6. Вносить оптимальные нормы минеральных (NPK) и органических удобрений под посев сельскохозяйственных культур.

7. Организовать и проводить мониторинг засоренности и заболеваемости сельскохозяйственных культур и применять интегрированную систему защиты растений от вредителей болезней и сорняков с использованием адаптивной системы применения пестицидов.

8. Проводить уборку сельскохозяйственных культур качественно, без потерь, с использованием соответствующего оборудования.

С целью роста продуктивности животных, стабилизации уровня себестоимости единицы продукции животноводства, увеличения экономической эффективности производства продукции данной отрасли целесообразно:

1. Составлять рационы кормления животных на основании лабораторных исследований всех видов кормов.
2. Обеспечить дифференцированное кормление коров, согласно их физиологическому состоянию и продуктивности.
3. Строго соблюдать распорядок кормления животных по времени. Обеспечить соблюдение технологической карты приготовления и использования кормов.
4. Обеспечить технологический регламент выращивания телят: первую выпойку качественного молозива новорожденным телятам выпаивать не позднее часа после рождения, выпаивание молочных продуктов новорожденному поголовью не менее 3-х раз в сутки.
5. Осуществлять мониторинг коров: подлежащих осеменению и ожидаемых отелов; стельных коров и нетелей содержать в соответствии с периодами сухостоя; проводить биохимическое исследование крови коров; коров и нетелей за 5–10 дней до отела переводить в специально подготовленные родильные отделения (секции).
6. Ежедекадно обследовать поголовье дойного стада на скрытые маститы с выделением коров с повышенной соматикой в отдельные группы и оказания им ветеринарной помощи.
7. Организовать постоянный уход с функциональной расчисткой копыт не реже 1 раза в полгода.
8. Своевременно проводить плановые профилактические, диагностические и лечебные ветеринарные мероприятия, обеспечить в необходимом количестве и ассортименте наличие ветеринарных препаратов.

С целью повышения экономической эффективности сельскохозяйственного за счет цифровизации экономики необходимо:

1. Организовать проведение оцифровки пахотных и улучшенных луговых земель с точностью от 1 м до 10 см с обозначением естественных (природных) и антропогенных преград.
2. Обеспечить закупку тракторов (с двигателем мощностью не менее 350 л.с. и оснащенного системой навигационного автоуправления (автопилот), кормоуборочных комбайнов (с двигателем мощностью не менее 650 л.с.), сеялок (технология «strip-till») и культиваторов-глубококорыхлителей.
3. Привлекать специализированную сервисную организацию для технического обслуживания дольного оборудования.
4. Провести реконструкцию, рассмотреть вопрос постройки новых молочно-товарных ферм и комплексов с целью снижения себестоимости единицы животноводческой продукции.
5. Оснастить датчиками учета и контроля расхода топлива сельскохозяйственную технику с целью оперативного мониторинга ее работы: расходом топлива, скоростью движения, места и фактического времени работы, пройденного маршрута, технического состояния и др.

Следует отметить, что не все сельскохозяйственные предприятия Горьковского района активно используют датчики учета и контроля расхода топлива (табл. 2). При перерасходе норм топлива рекомендуется использовать услуги: «Удаленный диспетчер», «Ловим за руку».

Таблица 2. **Информация о наличии в сельскохозяйственных организациях техники, оснащенной системами (датчиками) учета и контроля расхода топлива (СКРТ) Горьковского района, ед.**

Наименование сельскохозяйственной организации	Всего оснащено техники СКРТ	тракторы	
		всего	в т.ч. энергонасыщенные
КСУП «Овсянка имени И. И. Мельника»	15		
СЗАО «Горь»	53	24	9
РУП «Учхоз БГСХА»	13	10	10
ОАО «Племзавод Ленино»	7	7	7
ОАО «Жоптевская нива»	2	2	2
ОАО «Горьцкое»	16	9	9
ОАО «Маслаки»	15	12	8
ОАО «Горьцкая РАПТ»	25	19	15
ОАО «Горкилен»	4	2	1
Итого	150	93	69

Примечание. Таблица составлена авторами по данным сельскохозяйственных организаций.

6. Рассмотреть возможности применения различного программного обеспечения для управления в сельскохозяйственной организации: SMS Advanced, AGRO-MAP PF, AGRO-NET NG, Farm Works,

АГРАР-ОФИС и др., которое позволит управление технологическим процессом осуществлять при помощи цифровых технологий.

Следовательно, на современном этапе развития экономики эффективность функционирования сельскохозяйственных предприятий обеспечивается за счет опережающего роста результатов деятельности над затратами производственных ресурсов. Дальнейшее развитие сельскохозяйственных предприятий требует повышения эффективности всех направлений их деятельности путем соблюдения технологических регламентов, освоения новых технологий, поиска резервов снижения затрат, обеспечения качества продукции и т.п. Вышеизложенное диктует необходимость разработки экономико-математического инструментария, позволяющего обеспечить планирование сельскохозяйственного производства с заданными параметрами. Следует отметить, что аргументировано обосновать управленческие решения в сфере сельского хозяйства можно с помощью экономико-математической модели, позволяющей имитировать функционирование сельскохозяйственного предприятия в различных производственных условиях [7; 8, с. 147–156; 10].

Естественно, что каждое сельскохозяйственное предприятие заинтересовано в рациональном распределении и использовании земельных и трудовых ресурсов, кормов, минеральных и органических удобрений. Поэтому в базовую экономико-математическую модель, кроме общепринятых, целесообразно ввести ограничения: по балансу питательных веществ минеральных удобрений, по использованию органических удобрений [9, с. 25].

Воспроизводство почвенного плодородия является одним из главных условий рациональной системы ведения сельского хозяйства. Поэтому в базовую экономико-математическую модель может быть включено ограничение по балансу гумуса, в котором учитывается вынос органических веществ в процессе смыва почв и минерализации гумуса (выноса с урожаем сельскохозяйственных культур с учетом накопления гумуса за счет разложения растительных остатков, фиксированного азота бобовых культур) и накопление гумуса в результате внесения органических удобрений как собственных (навоза), так и приобретенных (торфа, сапропеля и др.); по поддержанию бездефицитного баланса гумуса в почве с целью создания условий для воспроизводства почвенного плодородия [9, с. 26].

Одним из факторов неуклонного повышения плодородия почв является и рациональная организация севооборотов. Агрономические требования обуславливают размещение сельскохозяйственных культур по наилучшим предшественникам, диктуют необходимость обоснования размеров и типов севооборотов, рекомендуемых для зоны расположения организации схем чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах. Подбор сельскохозяйственных культур и сортов является также наиболее доступным методом снижения заболеваемости и засоренности посевов, что оказывает положительное влияние на рост эффективности производства продукции. При данной постановке задачи в модель вводят следующие ограничения: по площади посева сельскохозяйственных культур в севооборотах; по использованию почвенных разновидностей [3; 9, с. 26–27; 10].

Для наиболее полного и рационального обеспечения скота кормами по месяцам пастбищного периода в задаче целесообразно предусмотреть оптимальный вариант организации зеленого конвейера [3, с. 273–277; 9, с. 23–24; 10].

Также в экономико-математическую модель рекомендуется ввести ограничение по формированию добавленной стоимости, полученной при производстве продукции, позволяющее подобрать такой ассортимент выпускаемой продукции, которая обеспечит предприятию получение добавленной стоимости в размере не менее фактически достигнутого уровня [12, с. 60].

Наиболее предпочтительной целевой функцией в условиях рыночных отношений выступает прибыль сельскохозяйственного предприятия.

Заключение

В связи с вышеизложенным усовершенствована методика принятия управленческих решений на базе планирования перспективной программы развития сельскохозяйственного предприятия, основанная на решении оптимизационной экономико-математической модели, позволяющей: выявить резервы сельскохозяйственного производства на основе рационального использования имеющихся ресурсов, перехода к высокотехнологичному и ресурсосберегающему производству, внедрения информационных технологий в АПК (основанных на прогрессивных технологических решениях: автоматизации, роботизации, геопозиционировании, на искусственном интеллекте и «больших данных»); разработать мероприятия, обеспечивающие поддержание плодородия почв и увеличение экономической эффективности сельскохозяйственного производства, получение качественной и конкурентоспособной продукции; аргументировано обосновать выбор того или иного управленческого решения. Решая экономико-математическую задачу в многовариантной постановке, можно обосновать гибкие,

неординарные производственные ситуации и способы действия сельскохозяйственного предприятия в конкретных экономических условиях, что позволит быстро и правильно оценить реальную хозяйственную ситуацию, найти наилучший выход, сделать упор на нестандартное управленческое решение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, В. А. Государственное регулирование сельского хозяйства: учеб. пособие для с.- х. вузов / В. А. Воробьев, С. А. Константинов, В. Д. Шмыков. – Минск: Ураджай, 1998. – 343 с.
2. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: Постановление совета министров Республики Беларусь 1 февраля 2021 г. № 59. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/ab2025.pdf?ysclid=19whjh0wth387956703>. – Дата доступа: 12.01.2025.
3. Колеснев, В. И. Экономико-математические методы и моделирование в землеустройстве. Практикум: учеб. пособие; 2-е изд., перераб. / В. И. Колеснев, И. В. Шафранская. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 392 с.
4. Константинов, С. А. Вопросы теории эффективности сельского хозяйства / С. А. Константинов // под ред. докт. экон. наук В. Г. Гусакова. – Минск: БелНИИЭИ АПК, 1997. – 187 с.
5. Применение математических методов в управлении АПК Беларуси и России: монография / Н. М. Светлов, В. И. Буць, Е. В. Карачевская [и др.] / Под науч. редакцией Н. М. Светлова, В. И. Буць. – М.: ЦЭМИ РАН, 2020. – 177 с.
6. Формирование организационно-экономической среды производства конкурентоспособной продукции АПК: методы, механизмы, рекомендации / В. Г. Гусаков [и др.]; Ин-т системных исследований в АПК. – Минск: Беларуская навука, 2023. – 639 с.
7. Шафранская, И. В. Моделирование в маркетинговых исследованиях: практикум / И. В. Шафранская. – Горки: БГСХА, 2020. – 197 с.
8. Шафранская, И. В. Системный анализ и моделирование программы развития аграрных организаций / И. В. Шафранская, О. М. Недюхина, И. Н. Шафранский. – Горки: Беларус. гос. с.-х. акад., 2016. – 290 с.
9. Шафранская, И. В. Экономико-математическое обеспечение планирования производства продукции сельскохозяйственных предприятий / И. В. Шафранская, И. Н. Шафранский // Проблемы экономики. – № 2 (35), 2022. – С. 21–35.
10. Шафранская, И. В. Экономико-математическое обеспечение планирования производства сельскохозяйственной продукции на загрязненных радионуклидами территориях / И. В. Шафранская, И. Н. Шафранский // Проблемы экономики. – № 2 (37), 2023. – С. 11–25.
11. Шафранский, И. Н. Методика оценки конкурентоспособности продукции перерабатывающих предприятий АПК: рекомендации / И. Н. Шафранский, И. В. Шафранская, Н. П. Панасюга. – Горки: БГСХА, 2020. – 48 с.
12. Шафранский, И. Н. Перспективы развития ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов» / И. Н. Шафранский // Проблемы экономики. – № 2 (37), 2023. – С. 51–63.

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОТУРИЗМА В КИТАЕ: ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ

ЛИ ХУНСЯ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 03.02.2025)

Одним из приоритетных направлений в развитии туризма Китайской Народной Республики является агротуризм, который включает посещение туристами сельской местности, отдых и оздоровление в экологически чистых районах, что обусловлено возрастающей потребностью со стороны внутреннего населения и иностранных туристов. Исходя из этого, в статье выделены закономерности его развития, базирующиеся на пространственном распределении туристских потоков и учитывающие географическую и продуктовую направленность. Обоснованы современные тенденции функционирования отрасли, обеспечивающие рост емкости внутреннего туристического рынка, расширение ассортимента туристических продуктов и услуг, внедрение инновационных и цифровых технологий в систему обслуживания клиентов, корпоративную политику организаций. Определены приоритетные направления дальнейшего развития агротуризма, базирующиеся на цифровизации национальной экономики, а также предусматривающие создание комплексных туристических программ и диверсификацию услуг на основе применения инновационных и ресурсосберегающих технологий, расширения рыночного внутреннего и внешнего спроса, выхода на международный рынок, привлечения иностранных инвестиций. Новизна предложений заключается в повышении эффективности национальной бизнес-модели агротуризма, в том числе и на зарубежных рынках, комплексном развитии городских и сельских территорий и обеспечении финансовой устойчивости субъектов туристического бизнеса.

Ключевые слова: *агротуризм, закономерности, тенденции, инновации, туристическая услуга, сельское хозяйство, сельские территории.*

One of the priority areas in the development of tourism in the People's Republic of China is agritourism, which includes tourists visiting rural areas, rest and health improvement in ecologically clean areas, which is due to the growing demand from the domestic population and foreign tourists. Based on this, the article highlights the patterns of its development, based on the spatial distribution of tourist flows and taking into account the geographical and product focus. The current trends in the functioning of the industry are substantiated, ensuring the growth of the capacity of the domestic tourism market, expanding the range of tourism products and services, introducing innovative and digital technologies into the customer service system and corporate policy of organizations. The priority areas for the further development of agritourism are determined, based on the digitalization of the national economy, and also providing for the creation of comprehensive tourism programs and diversification of services based on the use of innovative and resource-saving technologies, expanding market domestic and external demand, entering the international market, attracting foreign investment. The novelty of the proposals lies in increasing the efficiency of the national business model of agritourism, including in foreign markets, the integrated development of urban and rural areas and ensuring the financial stability of tourism business entities.

Key words: *agritourism, patterns, trends, innovations, tourism service, agriculture, rural areas.*

Введение

Агротуризм как новая форма индустрии, объединяющая сельское хозяйство и туризм, в последние годы стремительно развивается в Китае. Как показывает практика, он не только предоставляет городским жителям возможность приблизиться к природе, но и обеспечивает новые точки экономического роста на сельских территориях.

Выполненные нами исследования показали, что агротуризм зародился в Европе в XIX в. и первоначально появился в виде «туристического сельского хозяйства». Его становление можно условно разделить на три этапа: зарождение (начало XIX в.); развитие экскурсионного туризма (середина XX в.); совершенствование отдыха (начало 1980-х гг. XX в.). Это позволило европейским странам (например, Италия, Франция и др.) разработать свои собственные модели формирования агротуризма с учетом разных этапов его функционирования. В то же время по сравнению с развитыми странами Европы, США и Японии агротуризм в Китае появился значительно позже. Так, согласно первой версии он зародился в 1950-х гг. XX в., когда в деревне Шицзячжуан провинции Шаньдун впервые были организованы мероприятия для нужд иностранных гостей; второй – для привлечения инвестиций в конце 1980-х гг. в Шэньчжэне был открыт Фестиваль личи [1, 7, 8]. В 2023 г. доход от агротуризма превысил 900 млрд юаней, а за 3 квартала 2024 г. количество поездок внутри страны достигло 4,237 млрд, увеличившись на 15,3 % к аналогичному периоду прошлого года [10]. В данном контексте интересен опыт Китая по выработке эффективных направлений реализации исследуемого объекта, что и определяет актуальность данного исследования.

Исходя из этого, цель статьи заключается в обосновании закономерностей и современных тенденций функционирования агротуризма в Китае с учетом национальных особенностей и комплексного развития городских и сельских территорий.

Основная часть

Научное исследование базируется на трудах ученых в области аграрного бизнеса, экономики и управления организациями АПК, туристической деятельности. Информационной основой стали данные Министерства культуры и туризма Китайской Народной Республики, Всемирной туристической организацией ООН. В ходе исследования применялись методы: монографический, системного и сравнительного анализ, экспертных оценок.

Агротуризм выступает составной частью туристической индустрии Китая, ориентированный на возрождение сельских районов, комплексном развитии как городских, так и сельских территорий на основе использования природных, культурно-исторических и других ресурсов для создания комплексного туристского продукта. Изучение специальной литературы показало, что в узком понимании его рассматривают как возможность предоставления услуг для уставшего от города и его суеты человека [2, 4, 7, 9]; в широком – это вид экономической деятельности в территориальном аспекте, взаимодействующий с другими сферами хозяйствования для создания соответствующих условий по обеспечению туристического потока на внутренний рынок, а также инвестиций в национальную экономику [1, 3, 5, 6, 8].

К настоящему времени выделяются четыре этапа развития агротуризма в Китае, каждый из которых обеспечил значительный вклад в формирование современной национальной модели и реализации закономерности пространственного распределения туристских потоков. Так, этап первоначальных исследований (90-е годы XX в.) характеризовался неустойчивым внутренним и внешним спросом на туристические услуги, небольшим масштабом деятельности субъектов отрасли, невысоким уровнем обслуживания клиентов с размещением их в фермерских домах и предоставлением фольклорных и рекреационных услуг в сельской местности. Как показывает практика, агротуризм в основном был сосредоточен в пригородах больших городов и известных туристических достопримечательностей [2, 6, 11]. Этап быстрого развития (2001–2009 гг.) основывался со стороны государства на содействии строительству новой социалистической деревни и стимулировании комплексного развития городских и сельских районов. Определяющей основой стал социальный капитал, способствующий диверсификации отрасли, постепенному повышению качества обслуживания и финансовой устойчивости субъектов. В то же время основное размещение туристических объектов оставалось на окраинах центральных городов и вокруг известных живописных мест. Однако удобный транспорт и хорошая экология позволили инвестировать значительные средства в расширение агротуристического направления [5]. Этап трансформации и совершенствования (2010–2016 гг.) стал отправной точкой в формировании национальной бизнес-модели, которая основывалась на принятии необходимых законодательных актов (принята стратегия возрождения сельских районов, разработан стратегический план развития отрасли), расширении видов агротуризма, привлечении иностранного капитала, развитии внутреннего социального капитала [3]. Этап новаторства и инноваций (с 2017 г. по н/в) обеспечил благоприятные условия развития бизнес-модели и способствовал углублению интеграции между городом и деревней на основе саморегулирования рынка [9].

Анализ показывает, что современное развитие агротуризма в Китае характеризуется следующими тенденциями. Во-первых, отмечается расширение емкости рынка за счет увеличения внутреннего и внешнего спроса на туристические услуги. Так, по данным Министерства культуры и туризма Китайской Народной Республики по состоянию на ноябрь 2024 г. в стране насчитывалось 1 399 ключевых деревень и 198 ключевых городов агротуризма, которые выступают визитной карточкой, подчеркивающей культурные особенности каждого региона. За 3 квартала 2024 г. количество поездок внутри страны достигло 4,237 млрд, увеличившись на 15,3 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. При этом доход от агротуризма в Китае превысил 900 млрд юаней. Кроме того, наблюдается рост затрат туристов на услуги. Согласно национальной статистике, отечественные туристы потратили на поездки 4,35 трлн юаней, что на 0,66 трлн юаней больше, чем в предыдущем году. В свою очередь расходы городских жителей увеличились на 17,1 % и составили 3,71 трлн юаней, в то время как сельских – на 22,5 % и 0,64 трлн юаней, соответственно [10].

Во-вторых, происходят постоянные изменения запросов и предпочтений клиентов. Анализ показал, что 70 % китайских пользователей агротуризма тратят в среднем за год 300–900 юаней, 23,7 % – более 900 юаней. В Китае расходы на туризм в основном приходятся на питание и проживание (рисунок). Согласно Белой книге по развитию агротуризма в Китае, опубликованной Fastdata Extreme

Digital, в 1 квартале 2024 г. сельские районы приняли около 800 млн туристов, что является рекордным показателем для страны.

В-третьих, отмечается активное внедрение инноваций в агротуризм и повышение качества обслуживания клиентов. Исходя из мирового опыта, основными направлениями инновационной деятельности туристических организаций являются: использование новой техники и технологий в оказании традиционных услуг; внедрение новых направлений; задействование туристических ресурсов, ранее не использовавшихся или слабо использовавшихся в создании турпродукта; изменения в организации производства и потребления традиционных туристических услуг; выявление и использование новых рынков сбыта туристических товаров и услуг. В свою очередь, опираясь на внутренние ресурсы Китая, местные власти и субъекты отрасли разработали систему разнообразных продуктов туризма. В настоящее время количество китайских туристических деревень, отобранных Всемирной туристической организацией ООН как лучшие, постоянно растет, усиливая международное влияние китайского агротуризма [12].

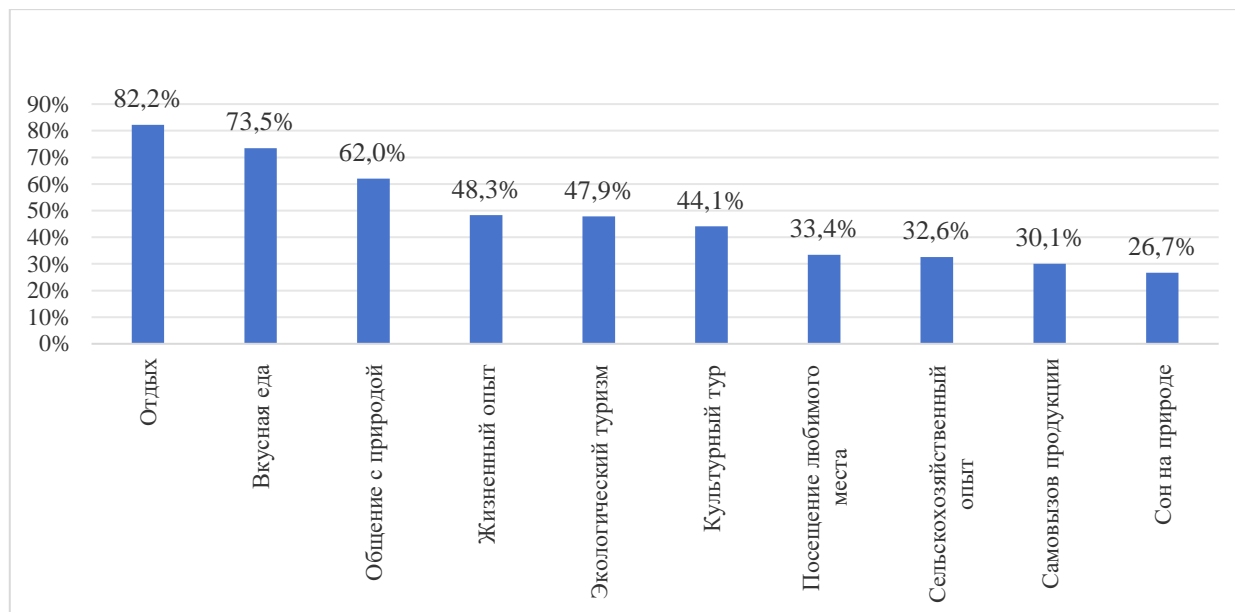


Рис. Предпочтения клиентов агротуристических услуг в Китае, % [10]

Выполненные исследования показали, что в настоящее время в мире сформировалась различные модели реализации агротуризма, учитывающие национальные особенности стран в части действующего законодательства, культурных обычаев и традиций, форм ведения бизнеса, подготовки специалистов, качества жизни населения и др. Так, в Европе и США наибольшее распространение получила модель «фермы для отдыха», в Сингапуре – «комплексного сельскохозяйственного парка» [1, 2]. Для Китая характерны модели идиллического сельского хозяйства, фольклора, агроразвлечений, деревни и поселка, досуга и отдыха, научного образования, возвращения к природе. Наибольший практический интерес имеет такая форма как «Нонг цзя ле» («Счастливый фермерский дом»), основу которой составляет система потребления свежих экологически чистых фермерских продуктов, знакомство с укладом жизни фермера, физический труд, участие в мероприятиях, организованных в фермерском хозяйстве, покупка произведённых на ферме продуктов [4].

Дальнейшие перспективы агротуризма Китая характеризуются диверсификацией и интернационализацией под воздействием научно-технического прогресса, инновационных и цифровых технологий, расширением рыночного спроса. Применение современных информационных методов, таких как большие данные, Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект, повышает эффективность управления агротуризмом и привлекательность для клиентов. Например, благодаря анализу больших данных можно более точно понять потребности туристов, оптимизировать дизайн туристического продукта и процессы обслуживания, что обеспечивает удовлетворенность и лояльность клиентов. Внедрение технологии IoT обеспечивает мониторинг процесса сельскохозяйственного производства в режиме реального времени и интерактивность туристов.

Таким образом, агротуризм стал новым направлением национальной экономики, суть которого заключается в объединении производственных, бытовых и экологических функций сельского хозяйства с экскурсионными, досуговыми и туристическими функциями. Его экономическая сущность преду-

смачивает повышение добавленной стоимости сельского хозяйства, социальная – расширение взаимодействия между городом и деревней, культурная – развитие фермерской культуры, экологическая – защиту экологической среды. Одной из самых важных географических закономерностей агротуризма стало то, что внутристрановые туристские прибытия продолжают преобладать над внутри- и межрегиональными.

Заключение

На основании проведенных исследований по обоснованию закономерностей и современных тенденций функционирования агротуризма в Китае нами получены следующие основные результаты, содержащие научную новизну.

1. Агротуризм представляет собой новую форму туризма, обеспечивающая комплексное взаимодействие современного сельского хозяйства и туристической деятельности и направленная на обеспечение конкурентоспособности национальной экономики. Установлено, что Европа является родоначальницей в мире, первые научные исследования которого были посвящены формам, мотивам, экономическим эффектам и социальным последствиям отрасли.

2. Определено, что агротуризм в Китае зарекомендовал себя как эффективный способ возрождения сельской местности, на основании которого был создан механизм двустороннего потока населения между городом и деревней. Страна сформировала уникальную модель исследуемой отрасли, базирующуюся на национальных особенностях социально-экономического развития и учитывающая специфику сельскохозяйственной производственной деятельности, обычаи и народную культуру, использование старинных деревенских и поселковых усадебных зданий, естественных красивых сельских пейзажей, комфортного и приятного свежего воздуха, уникальных геотермальных горячих источников, экологически чистой зеленой зоны, др.

3. Дальнейшее развитие агротуризма в Китае основывается на постоянном росте объема рынка (обусловлено повышением уровня жизни населения), расширении диверсифицированных форм продуктов (например, рекреационный, спортивный туризм и др.), углублении интеграции сельского хозяйства, культуры и туризма с целью создания сельских туристических продуктов с уникальным шармом, ускоренном применении интеллекта и цифровизации на основе внедрения Интернет вещей, больших данных, искусственного интеллекта, а также развитии интернационализации, позволяющей субъектам активнее продвигать свою деятельность на международном рынке и повышать конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киреевко, Н. В. Модели развития аграрного бизнеса в международной практике / Н. В. Киреевко // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, №1. – С. 23–42.
2. Морозов, Д. В. Опыт развития сельского туризма в Китае / Д. В. Морозов, Се Цзинфу // Агротуризм в период современных вызовов: национальный опыт: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Респ. Беларусь, Минск, 25 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: Л. М. Гайдукевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2021. – С. 90–99.
3. Мэнпин, Х. Интерпретация типичных случаев сельских видов досугового туризма / Х. Мэнпин // Новое сельское хозяйство. – 2016. – № 12. – С. 19–21.
4. Оришев, А. Б. Аграрный туризм в Китае / А. Б. Оришев, В. Н. Тарасенко // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 1-1. – С. 125–133.
5. Сяоянь, Я. Понятие, эволюция и оценка характерного обзора исследований развития сельского хозяйства / Я. Сяоянь, Ч. Чжифэн, Ц. Юронг // Fujian Journal of Agriculture. – 2017. – № 32(4). – С. 448–455.
6. Хуангэн, Ч. Теория и практика возрождения сельского туризма / Ч. Хуангэн, С. Лянган, Ч. Тао // Пресса Китайского горно-технологического университета. – 2018. – №1. – С. 26–54.
7. Хуаньчэн, Г. Значение, тенденции и перспективы развития сельского хозяйства в сфере досуга в Китае / Г. Хуаньчэн // China Township Enterprise. – 2012. – № (2). – С. 72–75.
8. Хун, И. Анализ режима развития современного агротуризма в Китае - обобщенное исследование на основе 203 демонстрационных объектов агротуризма в Китае / И. Хун, Ч. Бин, Ч. Цзиньлин // Юньнаньские исследования географии и окружающей среды. – 2007. – № 19(1). – С. 122–126.
9. Чжэн, Ц. Исследование пути развития туристических талантов для улучшения сельского хозяйства и сельской экономики / Ц. Чжэн // Китайская бухгалтерия. – 2021. – №1. – С. 80–82.
10. Ministry of Culture and Tourism of the People's Republic of China [Electronic resource]. URL: <http://en.chinaculture.org/ministry.html> (date of access: 06.01.2025).
11. Yongtao, W. Анализ межпоколенческих характеристик и модели прибыли сельскохозяйственного туризма Китая / W. Yongtao // Экономика сельского хозяйства. – 2017. – № 8. – С. 136–137.
12. UN World Tourism Organization [Electronic resource]. URL: <https://www.unwto.org/> (date of access: 06.01.2025).

ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОТУРИЗМА

ЛЮ СЮЭПИН

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 03.02.2025)

Агротуризм как индустриальную модель руководствуется концепцией устойчивого развития, учитывает влияние туристической деятельности на экономику, общество и окружающую среду, а также обеспечивает эффективную реализацию туристической деятельности за счет ответственного поведения туристов. Такой подход находит свое конкретное воплощение в различных пространственных измерениях, включая содействие устойчивому развитию регионального туризма, туристических объектов на основе агропромышленных характеристик и ресурсов, а также достижение экологической защиты и повышения качества услуг. В статье научно обоснован комплекс природных, культурных, экономических и политических условий, оказывающих существенное влияние на формирования и функционирования агротуризма. Наряду с этим, предложена классификация факторов формирования и функционирования агротуризма, обеспечивающих устойчивое использование местных ресурсов, улучшение туристических условий, расширение участия местного населения и наиболее полное удовлетворение потребностей туристов. Установлено, что такой подход может быть адаптирован к разным регионам и континентам, тем самым способствуя внедрению целенаправленной практики и моделям развития агротуризма. Определено, что наиболее значимыми являются факторы рыночного и технического характера, позволяющие операторам агротуризма адаптировать свои предложения к потребностям и желаниям современного туриста, а также на основе современных цифровых решений оптимизировать свою деятельность, расширить охват аудитории и обеспечить финансовую устойчивость.

Ключевые слова: агротуризм, условия, факторы, операторы агротуризма, туристы.

Agritourism as an industrial model is guided by the concept of sustainable development, takes into account the impact of tourism on the economy, society and the environment, and ensures the effective implementation of tourism through responsible behavior of tourists. This approach finds its concrete embodiment in various spatial dimensions, including promoting sustainable development of regional tourism, tourist sites based on agro-industrial characteristics and resources, as well as achieving environmental protection and improving the quality of services. The article provides a scientific basis for a set of natural, cultural, economic and political conditions that have a significant impact on the formation and functioning of agritourism. Along with this, a classification of factors in the formation and functioning of agritourism is proposed, ensuring sustainable use of local resources, improving tourism conditions, expanding local participation and the most complete satisfaction of tourists' needs. It has been established that this approach can be adapted to different regions and continents, thereby contributing to the introduction of targeted practices and models for the development of agritourism. It has been determined that the most significant factors are market and technical ones, allowing agritourism operators to adapt their offers to the needs and desires of a modern tourist, as well as to optimize their activities, expand their audience reach and ensure financial sustainability based on modern digital solutions.

Key words: agritourism, conditions, factors, agritourism operators, tourists.

Введение

Современное развитие агротуризма определяется комплексом условий и факторов, оказывающих как положительное, так и отрицательное влияние на его результативность [3]. Выполненный анализ показал, что У. Бих, В. И. Богдановская, Л. Рочфорд, У. Руделиус предлагают подход по их изучению с точки зрения природы и культуры [1, 2, 7, 9], Л. Тянь, Л. Дж. Спирс, Р. Р. Назарова рассматривают факторы с позиции внутренней и внешней среды функционирования агротуризма как вида экономической деятельности [5, 8, 10]. В то же время, несмотря на имеющиеся теоретико-методические рекомендации по данному вопросу, в теории и практике еще не сформирован единый подход по формированию научной базы в части условий и факторов агротуризма.

Исходя из этого, целью статьи является обоснование основных условий и факторов формирования и функционирования агротуризма в современных условиях хозяйствования.

Научное исследование базируется на трудах ученых в области аграрного бизнеса, экономики и управления организациями АПК, туристической деятельности. В ходе исследования применялись методы: монографический, системного и сравнительного анализ, экспертных оценок.

Основная часть

Важное место в системе управления аграрной сферы занимает туризм, основная задача которого способствовать развитию сельских территорий не только как места работы, но и как проживания. В настоящее время эффективное его функционирование зависит от комплекса условий, которые нами разделены на природные, культурные, экономические и политические (таблица).

Фактор (лат. factor «делающий, производящий») – причина, движущая сила какого-либо процесса,

определяющая его характер или отдельные его черты. В работах различных исследователей выделяются различные подходы к определению и классификации факторов. С одной стороны, Ж.-Ж. Ламбен предлагает рассматривать характеристики рынка, самой продукции и непосредственно предприятия [4], а с другой – У. Руделиус выделяет факторы внешней среды, потребительские, товарные и корпоративные [6]. При этом, по мнению У. Руделиуса, внешняя среда оказывает прямое воздействие на развитие субъекта. Слабость обоих подходов заключается в том, что они не рассматривают конкуренцию и конкурентную среду. Дж. О'Шонесси выделяет этот фактор как отдельный и достаточно значимый наряду со стратегическими ориентирами предприятия, имиджем продукции, типом товара и издержками [7]. Также впервые он вводит позиционирование товара как элемента, воздействующего на деятельность, в том числе туристических организаций.

В результате обобщения различных точек зрения нами классифицированы факторы формирования и функционирования агротуризма (рисунок).

Таблица. Систематизация основных условий формирования и функционирования агротуризма

Условие формирования и функционирования агротуризма	Характеристика условия	Показатели оценки условия
<i>Природные условия</i>		
Качество почвы	Определяет эффективность производства сельскохозяйственной продукции	Органическое вещество почвы (%), уровень pH
Климат	Влияет на жизнеспособность сельскохозяйственных культур и туристическую привлекательность	Средняя температура (°C), количество осадков (мм/год)
Биоразнообразие	Повышает устойчивость экосистем и привлекательность	Количество местных видов на гектар
<i>Культурное состояние</i>		
Традиционные практики	Обеспечивают уникальные впечатления для туристов	Количество объектов наследия, фестивалей/год
Местная гастрономия	Привлекает кулинарный туризм	Количество кулинарных туров, ресторанов с фермерскими столами
Участие в жизни общества	Повышает аутентичность и вовлеченность посетителей	Процент местных жителей, занятых в сфере туризма
<i>Экономические условия</i>		
Диверсификация доходов	Снижение финансовых рисков для фермеров	Процентное увеличение доходов от туризма
Влияние на местную экономику	Повышение уровня жизни населения	Количество созданных рабочих мест на один агротуристический бизнес
Инвестиции в инфраструктуру	Улучшение доступа и удобств для туристов	Объем инвестиций в инфраструктуру
<i>Политическая ситуация</i>		
Государственная поддержка	Привлечение инвестиций и снижение эксплуатационных расходов	Количество предоставленных грантов, налоговые льготы
Правила зонирования	Способствует использованию земли для туризма	Процент земель, зонированных для агротуризма
Программы обучения	Повышение квалификации фермеров в области управления туризмом	Количество тренингов, отзывы участников

Наиболее значимыми являются факторы рыночного и технического характера, влияющие на формирование и функционирование агротуризма. Первая группа заключается в том, что понимание рыночного спроса имеет решающее значение для того, чтобы продукты соответствовали предпочтениям туристов. Операторы агротуризма могут корректировать свои услуги в соответствии с меняющимися потребностями потребителей. Например, сбор фруктов, обеды «от фермы к столу» или образовательные семинары по устойчивому ведению сельского хозяйства. Исследование, проведенное U.S. Travel Association в 2023 г., показало, что около 78 % потребителей предпочитают так называемые «опытные» путешествия традиционному отдыху. Кроме того, за последний год на 30 % увеличился спрос на мероприятия, связанные с непосредственным общением с природой или местными источниками питания.

Понимание демографических характеристик туристов помогает организациям агротуризма эффективно разрабатывать маркетинговые стратегии. Молодые путешественники предпочитают приключения и практический опыт, в то время как люди постарше стремятся к отдыху и образованию. Согласно данным Туристической ассоциации США, 55 % посетителей агротуризма составляют люди в возрасте от 25 до 40 лет. Они ценят уникальный опыт, что свидетельствует о важности предложения высококлассных или эксклюзивных вариантов услуг.

Повышение экологической сознательности влияет на выбор клиентами вариантов поездок. Иссле-

дование Глобальной сети экотуризма показывает, что в 2023 г. темпы его роста составили 22 % и по отношению к другим видам деятельности существенно выросли, что свидетельствует о развитии данного направления.

Вторая группа (технические факторы) повышает операционную эффективность агротуризма и удовлетворенность посетителей. Так, цифровой маркетинг обеспечивает связь с потенциальными туристами через различные онлайн-каналы, повышая узнаваемость бренда и вовлеченность. Целевые рекламные объявления и кампании в социальных сетях могут продемонстрировать уникальный опыт и привлечь трафик на ваш сайт. Данные Marketing Insights USA показывают, что средняя посещаемость веб-сайтов агротуристических компаний, активно использующих цифровой маркетинг, за последний год выросла на 40 %. Кроме того, вовлеченность на платформах социальных сетей увеличилась на 50 %, а конверсия запросов достигает 15 %.

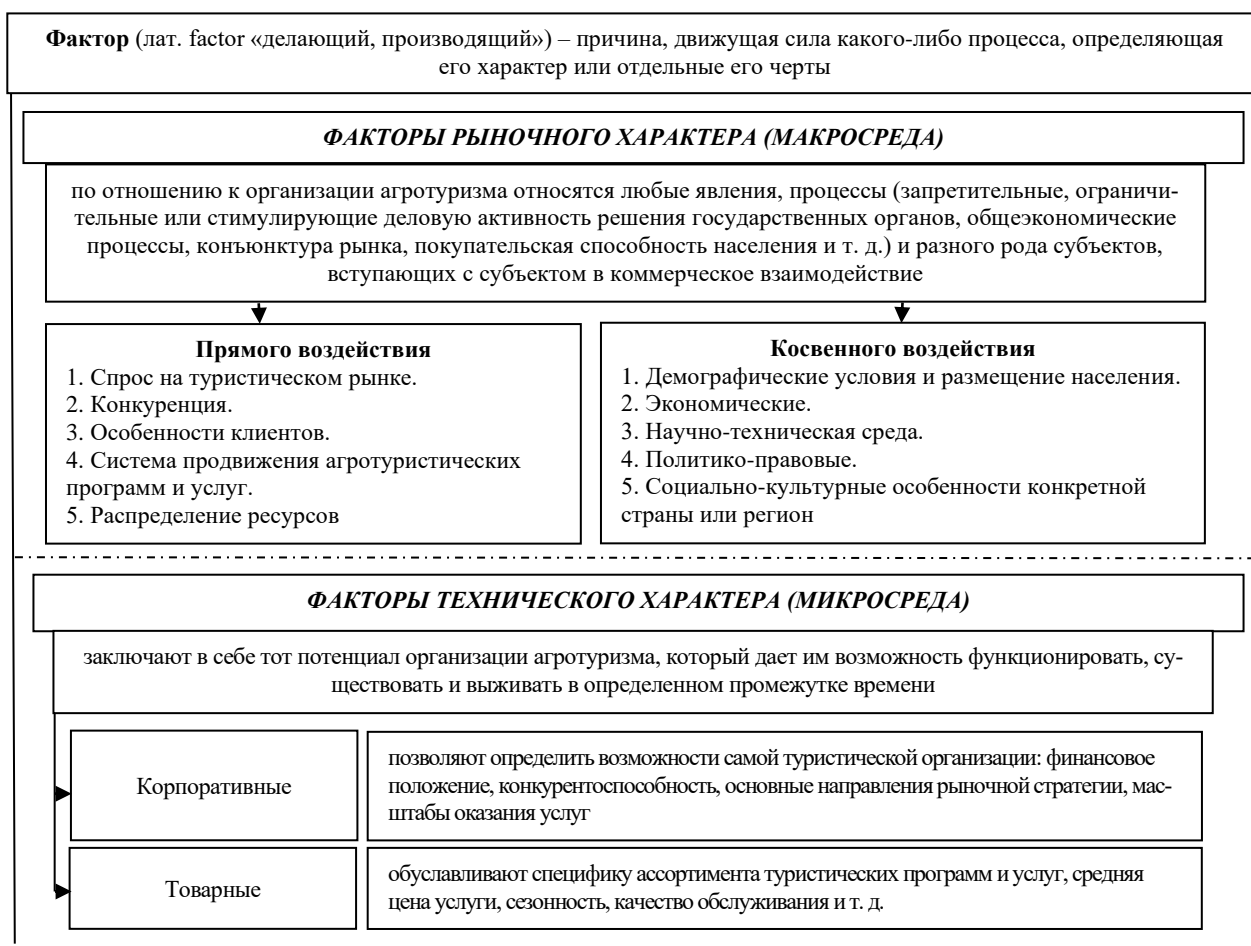


Рис. Классификация факторов формирования и функционирования агротуризма

Внедрение удобной системы онлайн-бронирования может обеспечить большее удобство для путешественников и упростить планирование их поездок. Согласно последним данным Ассоциации туристических технологий США, в 2023 г. 70 % бронирований в сфере агротуризма осуществлялось онлайн. Кроме того, средняя стоимость бронирований, сделанных через онлайн-каналы, выросла на 25 %.

Используя аналитику данных, операторы агротуристического бизнеса могут получить представление о предпочтениях посетителей, оптимизировать маркетинговые стратегии и принимать обоснованные бизнес-решения. Это позволяет более эффективно нацеливаться и улучшать качество обслуживания клиентов. По данным US Travel Industry Analytics, в 2023 г. организации агротуризма запустили более 100 маркетинговых кампаний, основанных на данных, которые привели к 30-процентному росту удержания клиентов. Кроме того, компании, использующие аналитику данных, отмечают 20-процентный рост удовлетворенности клиентов в результате индивидуального подхода.

Таким образом, интеграция технологий имеет решающее значение для успеха агротуризма. Внедрение цифровой маркетинг, системы онлайн-бронирования и аналитику данных, операторы агробизнеса могут повысить узнаваемость, оптимизировать операционные процессы и создать персонализированные впечатления для посетителей. Эти достижения в конечном итоге способствуют повышению удо-

влетворенности туристов и росту бизнеса.

Заключение

На основании проведенных исследований по обоснованию основных условий и факторов формирования и функционирования агротуризма в современных условиях хозяйствования нами получены следующие основные результаты, содержащие научную новизну.

1. Установлено, что с экономической точки зрения, агротуризм подразумевает продвижение сельского хозяйства и промышленности посредством туристической деятельности, приносящей выгоду местным фермерам и рабочим. Это может включать в себя различные формы, такие как продажа сельскохозяйственной продукции, агротуризм, промышленный туризм и т. д., чтобы увеличить источники дохода местных жителей и повысить их уровень жизни. При этом исследуемый вид деятельности с точки зрения экологии требует защиты природной среды и экосистем промышленного и сельскохозяйственного комплекса, а с социокультурной – направлен на сохранение местной культуры.

2. С целью комплексной оценки потенциала развития агротуризма нами систематизированы условия и классифицированы факторы формирования и функционирования агротуризма, обеспечивающие устойчивое использование местных ресурсов, улучшение туристических условий, расширение участия местного населения и наиболее полное удовлетворение потребностей туристов. Научная новизна разработки состоит в том, что такой подход может быть адаптирован к разным регионам и континентам, тем самым способствуя внедрению целенаправленной практики и моделям развития агротуризма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бих, У. Этапы, модели и влияние разработки маршрутов: построение исследовательской структуры / У. Бих, Х. Шаньхуэй, Ч. Лина // Журнал туризма. – 2022. – № 37 (03). – С. 50–67.
2. Богдановская, В. И. Досуговая деятельность в социальной работе / В. И. Богдановская. – М.-Берлин: ООО ДиректМедиа, 2021. – С. 3–18.
3. Киреевко, Н. В. Модели развития аграрного бизнеса в международной практике / Н. В. Киреевко // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, №1. – С. 23–42.
4. Ламбен, Ж.-Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Ж.-Ж. Ламбен; пер. с франц. – СПб.: Наука, 1996. – 589 с.
5. Назарова, Р. Р. Актуальность развития агротуризма в Самарканде / Р. Р. Назарова, Н. А. Анваров // Raqamli iqtisodiyot (Цифровая экономика). – 2024. – № 6. – С. 493–511.
6. О'Шонесси, Дж. Конкурентный маркетинг / Дж. О'Шонесси; пер. Д. О. Ямпольская. – СПб.: Питер, 2001. – 857 с.
7. Руделиус, У. Маркетинг / У. Руделиус. – М.: ДеНово, 2001. – 706 с.
8. Тянь, Л. Введение в туризм / Л. Тянь. – Chongqing: Chongqing University Electronic Audio and Video Press Co, 2019. – 387 p.
9. Rochford, L. How involving more functional areas within a firm affects the new product process / L. Rochford, W. Rudelius // Journal of Product Innovation Management. – 1992. – Vol. 24, № 1. – С. 55–59.
10. Speirs, L. J. Agritourism: Market segmentation profile of potential and practising agritourists / L. J. Speirs. – Stellenbosch: Stellenbosch University, 2003. – 221 p.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.531.027.2

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ, ДРАЖИРОВАННЫХ ТРЕПЕЛОМ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА ХРАНЕНИЯ

В. А. ЕМЕЛИН

УО «Витебская государственная «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026, e-mail: emelinva65@gmail.com

Д. А. МИХЕЕВ, А. А. СЫСОЕВ, Б. В. ШЕЛЮТО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 06.12.2024)

В статье приведены результаты исследований по изучению посевных качеств дражированных семян сильфии трепелом в сравнении с семенами без оболочки. Для утяжеления семян сильфии и улучшения их сыпучести рекомендуется использовать семена с искусственной оболочкой из трепела. Отрицательное влияние трепела на всхожесть семян не установлено для создания плантаций сильфии с оптимальной густотой стояния растений целесообразно проводить широко-рядный посев дражированными семенами трепелом сеялками точного высева. Установлена (на 20-й день после посева) высокая (72,2–80,6 %) всхожесть семян сильфии в оболочке из трепела проверенных в период через 6–10 месяцев после их уборки. Подготовленные семена урожая текущего года необходимо использовать для посева осенью (под зиму, октябрь-ноябрь) или на следующий год ранней весной (в апреле).

Развитие растениеводства в 2021–2025 годах предусматривается путем реализации следующих основных направлений: использование в сельскохозяйственном производстве наиболее интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений; развитие интенсивного кормопроизводства; внедрение элементов системы точного земледелия, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства и т.д.

Полученные результаты научных исследований и производственный практический опыт показывают, что сильфия пронзеннолистная сорт «Первый Белорусский» может дополнить видовой состав культур и способствовать укреплению кормовой базы животноводства. По совокупности показателей химического и питательного состава зеленая масса характеризуется хорошими кормовыми свойствами. Высокая продуктивность культуры в сочетании с ее долголетием позволяют эффективно использовать почвенно-климатические ресурсы Беларуси, включая малоплодородные почвы с временно избыточным и неустойчивым увлажнением. Сильфия может использоваться для производства дешевого корма для крупного рогатого скота, коз и кроликов [4].

Ключевые слова: сильфия пронзеннолистная, искусственная оболочка из трепела, дражированные семена, всхожесть.

The article presents the results of studies on the sowing qualities of pelleted seeds of silphium with tripoli in comparison with seeds without a shell. To make silphium seeds heavier and improve their flowability, it is recommended to use seeds with an artificial tripoli shell. The negative effect of tripoli on seed germination has not been established; to create silphium plantations with an optimal plant density, it is advisable to carry out wide-row sowing with seeds pelleted with tripoli using precision seeders. A high (72.2–80.6 %) germination of silphium seeds in a tripoli shell tested in the period 6–10 months after their harvesting has been established (on the 20th day after sowing). The prepared seeds of the current year's harvest should be used for sowing in the fall (before winter, October-November) or the following year in early spring (in April).

The development of crop production in 2021–2025 is envisaged through the implementation of the following main areas: the use of the most intensive varieties and hybrids of agricultural plants in agricultural production; the development of intensive forage production; the introduction of elements of a precision farming system, the development of new resource-saving and knowledge-intensive production technologies, etc.

The obtained results of scientific research and practical production experience show that the Pervy Belorussky variety of silphium perfoliatum can complement the species composition of crops and help strengthen the forage base of livestock farming. Based on the combination of chemical and nutritional composition indicators, the green mass is characterized by good forage properties. The high productivity of the crop, combined with its longevity, will allow the efficient use of the soil and climatic resources of Belarus, including low-fertility soils with temporarily excessive and unstable moisture. Silphium can be used to produce cheap feed for cattle, goats and rabbits.

Key words: *silphium perfoliatum*, *artificial tripoli casing*, *pelleted seeds*, *germination*.

Введение

Актуальными вопросами для изучения новых малораспространенных видов (сортов) кормовых растений являются биология и технология возделывания. Малая распространенность сальфии связана с дефицитом семян и недостаточной площадью семеноводческих посевов, неусовершенствованными приемами размножения, посева и уборки, которые являются сдерживающими факторами для внедрения и организации промышленного семеноводства в Беларуси.

Сальфия пронзеннолистная в условиях Витебской области формирует полноценные по всхожести семена. Плод имеет плоскую семянку удлинненно-сердцевидной формы и небольшую массу. Масса 1000 семян – 18–25 г. В каждой корзинке может созреть до 20 штук и более семян. Оптимальное питание (N_{60-90} P_{90} и K_{120} кг/га д.в.) способствует развитию вегетативных и репродуктивных органов, обеспечивая выход семян сальфии с 1 га посевов до 293,8–301,7 кг [5]. В исследованиях, проведенных в УО БГСХА, урожайность семян сальфии на фоне $N_{120}P_{60}K_{90}$ составила на четвертый год жизни культуры 550 кг/га, а в среднем за 3 года пользования 440 кг/га [18]. В условиях Украины урожайность семян сальфии составляет 483–1146 кг/га, всхожесть – 84,5 % [16]. В Казахстане при орошении урожайность семян сальфии достигает 1210 кг/га [7]. В условиях Западной Сибири оптимальным способом посева сальфии на семена является квадратно-гнездовой (70x70 см) с нормой высева 0,3–0,4 млн всхожих семян/га, при котором урожайность семян составляет 468–476 кг/га, лабораторная всхожесть – 70–73 %. Можно применять и широкорядный (90 см) посев сальфии на семена с нормой высева 0,7 млн всхожих семян/га [15].

Для посева лучше использовать свежубранные семена, так как при длительном их хранении снижается всхожесть. При холодной стратификации в течение месяца всхожесть семян увеличивается. Семена начинают прорастать при температуре 8–10 °С. Определенная часть семян после созревания сразу не всходит, так как семена обладают глубоким покоем, причины которого пока еще не изучены. Всходы растут медленно, заметный их рост начинается во второй половине вегетации, вследствие этого посев сальфии необходимо проводить на незасоренных участках [3, 7].

Оптимальная глубина заделки семян в почву составляет 1,0–2,0 см [8]. Глубина заделки семян зависит от гранулометрического состава почвы и находится в пределах 2–3 см. Более глубокая заделка семян снижает полевую всхожесть. Перед посевом поле прикапывают [1, 7, 12, 16, 17]. В ранних изданиях литературы посев сальфии рекомендовалось проводить зерновыми, овощными и зернотравяными сеялками (СО-4,2; СОН-2,8; СЗТ-3,6). Поэтому норма высева семян зависела от механизма высеваемого аппарата сеялки и колебалась в значительных пределах – от 2–6 до 10–20 кг/га. Лучший способ посева – широкорядный с междурядьем 60–70 см [8, 9, 17].

Норма высева многолетних культур зависит от цели использования посевов и схемы размещения растений в первый год. При возделывании сальфии на корм густота посева по схеме 70x20-30 см составляет 47619–71428 шт/га. При создании семенников оптимальная схема размещения растений – 70x70 см, густота – 20408 растений /га. В последующие годы густота формируется за счет развития кустов и побегов.

Норма высева также зависит от посевной годности семян. Для посева необходимо использовать кондиционные семена сальфии, сортов, внесенных в Государственный реестр и допущенных к использованию в Республики Беларусь. Посев следует проводить семенами с всхожестью не менее 60 %. Теоретическая норма высева семян при 100 % хозяйственной годности по схеме размещения растений 70x20 см (густота 71428 шт/га) составляет 2,4 кг/га (5–6 штук семян на 1 п. м). На практике расход семян может быть больше.

С появлением современных сеялок точного высева для культур широкорядного посева есть возможность проводить посев заданной нормой на необходимую глубину и формировать оптимальную густоту стояния растений. Для улучшения равномерности высева семян и для того, чтобы выдержать оптимальную норму высева лучше использовать пневматические сеялки точного высева с анкерными сошниками, которые были разработаны для посева кукурузы.

Однако, учитывая морфологию и легковесность семян сальфии, перед посевом семена должны быть подготовлены. Один из способов подготовки семян к посеву – это их дражирование. Дражирование семян позволит на практике выдерживать точный высев и рационально использовать посевной материал, а в перспективе закладывать в капсулу удобрения. Предварительно была установлена высокая полевая всхожесть (на 30-й день после посева – 75,0–83,3 %) семян в оболочке из бентонитовой глины, проверенных через 6 месяцев после уборки. Кроме этого, дражирование увеличивает массу

семян и улучшает их скольжение. Норма высева семян в оболочке – 5–7 кг/га. Также было установлено, что определенная часть семян сильфии после наступления фазы полной спелости (коричневые корзинки) сразу не всходит и что период хранения семян ограничен, так как снижается всхожесть [6].

В связи с этим изучение возможности использования белорусского трепела в растениеводстве является актуальным и имеет большое практическое значение как наиболее доступный местный источник. Результаты исследований указывают на возможность применения белорусского трепела для увеличения урожайности культур без дополнительного внесения минеральных или органических удобрений (М. И. Автушко и др., 2006; С. С. Лазаревич, 2010). Трепел способствует оптимизации агрохимических свойств торфяно-болотной почвы, повышает продуктивность многолетних злаковых трав и снижает поглощение ими радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . Силициты белорусских месторождений характеризуются высокой карбонатностью, что позволяет их использовать как известковый мелиорант (Ю. Н. Водяницкий, 1984). При скормливании в составе комбикормов трепела месторождения «Стальное» высокопродуктивным коровам (0,6 и 2,0 % по массе) и молодняку крупного рогатого скота (1, 2 и 3 % по массе) установлено положительное влияние на морфофункциональный состав эритроцитов и тромбоцитов, характеризующийся интенсификацией окислительно-восстановительных процессов в организме животных на фоне положительной гомеостатической перестройки [13].

Природный трепел обнаружен на территории Беларуси (месторождение «Стальное», Хотимский район Могилевской области). Площадь месторождения – 500 га. Трепел является полиминералом, сформировавшимся более 40 млн. лет назад. Глубина залегания трепела – 3–5 м. Объем залежей карбонатного трепела – более 30 млн т [4]. В природном состоянии он представляет собой пластичную глинистую породу с угловатыми включениями (размером 2–7 см) опок. Его пористость изменяется в пределах 40–60 %, влажность колеблется от 20,7 до 68,4 %.

Трепел месторождения «Стальное» представлен в основном химическими элементами SiO_2 , CaO и CO_2 . Фазовый состав представляет собой тонкодисперсную полиминеральную систему, состоящую из глины (монтмориллонит – 10 %), карбоната кальция (кальцит – 35 %), кремнезема (опал-кристобалит – 30 %) и цеолита (клиноптилолит – 15 %). Основная отличительная особенность данного трепела – высокое содержание в нем кальцита (CaCO_3), который равномерно распределен в основной массе и представлен обломками (мельчайшими кристалликами неправильной формы) и остатками скелетов известкового наннопланктона. Кальцит в породе присутствует постоянно, а его содержание изменяется от 15 до 34 %. Он также содержит марганец, железо и другие микроэлементы в усвояемой форме и обладает способностью стимулировать биохимические процессы в живом организме.

Трепел прекрасно аэрирует почву, способствует развитию корневой системы, росту всего растения, работает как резервуар хранения для удобрений – азотных, фосфатных, калийных и других питательных веществ, важных компонентов для здоровья растения и его роста [10, 11]. Имеются сведения, что, действуя на почву и растения, трепел повышает всхожесть семян, увеличивает приживаемость; формирует мощную корневую систему; сокращает период бутонизации, удлиняет период цветения; делает стебли растений более крепкими; увеличивает сахаристость и лёжкость плодов; повышает устойчивость к неблагоприятным условиям; препятствует развитию корневых гнилей; пролонгирует действие вносимых удобрений и улучшает их усвоение на 20 %; адсорбирует нитраты и тяжелые металлы; хорошо сочетается с минеральными удобрениями и органическими субстратами; уменьшает агротехнические нормы внесения минеральных удобрений, в частности калийных и фосфорных [8, 9]. Трепел сохраняет влагу в почве до 70 % от своего веса, удерживая её длительное время и снабжая ею растения медленно и постоянно.

Целью наших исследований явилось изучение посевных качеств семян сильфии пронзеннолистной, дражированных трепелом, в зависимости от периода их хранения.

Основная часть

Объектом исследований является сильфия пронзеннолистная (*Silfium perfoliatum* L.) сорт «Первый Белорусский», приемы возделывания и способ подготовки семян к посеву. Исследования по изучению приемов возделывания сильфии на кормовые цели и семена проводились в почвенно-климатических условиях Витебской области в полевых опытах и посевах разных лет жизни растений на землях РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» (2019–2022 гг.) и посевах сельскохозяйственного предприятия ООО «Сущево-Агро» (2013–2023 гг.).

Научно-исследовательская работа по изучению технологии возделывания сильфии пронзеннолистной проводится в сотрудничестве с УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Материально-техническим обеспечением и базой для проведения лабораторных и полевых исследований являются УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Уборку семян сальфии (побуревших коричневых корзинок) провели вручную в сентябре 2022 года в фазу полной спелости. Семена дражировали трепелом на экспериментальном дражираторе [9].

Исследуемые факторы: способ подготовки семян сальфии к посеву и время хранения семян после их уборки. Варианты: 1. Контроль: семена сальфии без подготовки к посеву. 2. Дражированные семена в оболочке из трепела: а) посев сальфии через 5 месяцев после уборки; б) через 6 месяцев; в) через 8 месяцев; г) через 10 месяцев; д) через 16 месяцев. е) посев через 17 месяцев после уборки семян.

Посев сальфии или закладку семян в ячейки кассет (в одной кассете 144 ячейки) проводили в разные сроки высева в 2023 и 2024 гг. Используемый грунт для проверки всхожести семян – дерново-подзолистая почва. Посев проводился нестратифицированными семенами по одной семянке в ячейку кассет. Наблюдения за всходами сальфии и ростом растений проводились в том числе и в полевых условиях при естественной погоде. Для поддержания влажности почвы в кассетах проводился искусственный полив. Энергия прорастания и всхожесть семян изучалась в динамике после посева – отмечались фаза два семядольных листочка и фаза первого настоящего (флаг) листа. Исследования посевных качеств семян сальфии пронзеннолистной проводили по методике ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», энергию прорастания семян определяли через 10 дней после посева, всхожесть – через 20 дней.

Для изучения посевных качеств сальфии использовались семена без предпосевной обработки (контроль) и дражированные семена в оболочке из трепела. В результате исследований было установлено, что масса 1000 семян, которые были в оболочке из трепела (95,0 г), была более чем в четыре раза выше контроля массы 1000 семян в естественном состоянии (22,4 г).

Посевные качества сальфии пронзеннолистной в зависимости от способа подготовки семян к посеву и времени их хранения представлены в таблице.

Посевные качества сальфии урожая 2022 года в зависимости от способа подготовки семян к посеву и продолжительности их хранения, %

Вариант	Показатель	Количество дней после посева		
		Энергия прорастания семян, через 10 дней	Всхожесть семян, через 20 дней	Всхожесть семян, через 30 дней
Посев 7 марта 2023 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	6,4	28,0	58,3
	всхожих семян за сутки	0,6	1,4	1,9
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	7,2	29,4	60,4
	всхожих семян за сутки	0,7	1,5	2,0
Посев 23 апреля 2023 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	17,3	52,9	61,1
	всхожих семян за сутки	1,7	2,6	2,0
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	17,0	52,7	69,4
	всхожих семян за сутки	1,7	2,6	2,3
Посев 30 апреля 2023 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	18,8	63,9	68,2
	всхожих семян за сутки	1,9	3,2	2,3
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	21,4	72,2	73,8
	всхожих семян за сутки	2,1	3,6	2,5
Посев 1 июля 2023 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	24,3	84,0	87,5
	всхожих семян за сутки	2,4	4,2	2,9
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	27,8	78,7	82,6
	всхожих семян за сутки	2,8	3,9	2,8
Посев 18 августа 2023 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	29,2	69,4	72,9
	всхожих семян за сутки	2,9	3,5	2,4
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	44,4	80,6	81,4
	всхожих семян за сутки	4,4	4,0	2,7
Посев 2 февраля 2024 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	18,1	28,0	29,2
	всхожих семян за сутки	1,8	1,4	1,0
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	2,8	29,1	30,6
	всхожих семян за сутки	0,3	1,5	1,0
Посев 15 марта 2024 г.				
Контроль: семена без оболочки	% всходов	10,4	26,3	27,1
	всхожих семян за сутки	1,0	1,3	0,9
Семена в оболочке, обработанные трепелом	% всходов	2,1	25,9	27,5
	всхожих семян за сутки	0,2	1,3	0,9

Исследования по изучению всхожести семян сальфии после их уборки показывают, что в марте после пяти месяцев хранения энергия прорастания семян через 10 дней на вариантах составила 6,4 %

и 7,2 %. Всхожесть через 20 дней была ниже необходимой (60 %) нормы (контроль: семена без оболочки – 28,0 %, дражированные семена трепелом – 29,4 %). Однако следует отметить, что через 30 дней после посева всхожесть семян возросла до 58,3 % и 60,4 % соответственно.

23 апреля (после шести месяцев хранения семян) всхожесть семян через 20 дней увеличилась: на контроле – 52,9 %, дражированные семена – 52,7 %, а через 30 дней всхожесть семян достигла до 61,1 % и 69,4 %. Установлена энергия прорастания семян через 10 дней – 17,3 % и 17,0 % соответственно.

В конце апреля (30 апреля 2023 г.) на контроле (семена без оболочки) всхожесть на 20-й день после посева составила – 63,9 %, а всхожесть семян в оболочке обработанные трепелом – 72,2 %.

Наиболее высокими посевные качества сальфии были через 8 и 10 месяцев хранения семян, энергия прорастания на контроле (семена без оболочки) – 24,3–29,2 %, всхожесть – 69,4–84,0 %, энергия прорастания дражированных семян трепелом составила 27,8–44,4 %, всхожесть – 78,7–80,6 %. Процент появления всходов за сутки был примерно одинаковым, на контроле он составлял 3,5–4,2 %, на варианте семян, дражированных трепелом – 3,9–4,0 %.

Энергия прорастания и всхожесть семян сальфии, посеянных (2 февраля 2024 г.) через 16 месяцев после уборки, то есть после более длительного периода хранения снизились как на контроле без обработки семян (до 18,1 % и 28,0 % соответственно), так и на варианте, где семена были в оболочке из трепела (2,8 % и 29,1 %). Также было установлено, что посевные качества семян еще больше ухудшились через 17 месяцев после их уборки.

Таким образом в результате исследований было установлено, что всхожесть семян сальфии урожая 2022 года на изучаемых вариантах соответствовала нормативу (не ниже 60 %) в период через 6–10 месяцев после их уборки. В это время на контроле (семена без оболочки) всхожесть семян через 20 дней после посева составила 63,9–84,0 %, всхожесть семян сальфии в оболочке из трепела также была высокой: через 20 дней после посева – 72,2–80,6 %. Исследованиями по изучению периода сохранности необходимой всхожести семян было установлено, что в августе (через 10 месяцев после уборки) всхожесть соответствовала норме (не ниже 60 %), а в феврале (через 16 месяцев) она снизилась до 28,0–29,1 %. Отрицательного влияния трепела на всхожесть семян не установлено.

Заключение

Для создания многолетних плантаций сальфии с оптимальной густотой стояния растений в первый год целесообразно проводить посев дражированными семенами в оболочке из трепела сеялками точного высева с анкерными сошниками с заданной нормой высева на необходимую глубину посева. Технология создания искусственной оболочки из трепела на поверхности семян сальфии путем дражирования имеет большое практическое значение для утяжеления семян, улучшения скольжения и проведения точного высева. Всхожесть сальфии была высокой в период через 6–10 месяцев после их уборки. Всхожесть семян сальфии в оболочке из трепела через 20 дней после посева составила 72,2–80,6 %, что соответствует нормативным требованиям (не менее 60 %). В это время энергия прорастания семян через 10 дней после посева составила 18,8–29,2 %. Всхожесть сальфии после 11 месяцев хранения семян может не соответствовать нормативным требованиям сортовому и посевным качествам.

Таким образом, посев сальфии необходимо проводить свежими дражированными семенами урожая текущего года с учетом их всхожести.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Данилов, К. П. Сальфия пронзеннолистная / К. П. Данилов // Кормопроизводство. – 1992. – № 4. – С. 19–20.
2. Дражиратор семян: пат. 22754 Респ. Беларусь. МПК А 01С 1/06/ Д. А. Михеев; заявитель Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». – № а 20170449; заявл. 2017.11.30; опубл. 2019.06.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. Центр інтэлектуал. уласнасці. – 2019. – № 5. – С. 158.
3. Емелин, В. А. Агробиологические и технологические основы возделывания и повышения продуктивности сальфии пронзеннолистной (*Silfium perfoliatum L.*): монография / В. А. Емелин. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 200 с.
4. Емелин, В. А. Биология и технология возделывания сальфии пронзеннолистной на корм и семена в Витебской области / В. А. Емелин, Б. В. Шелюто, Н. И. Гавриченко. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – 37 с.
5. Емелин, В. А. Влияние доз минеральных удобрений и возраста посевов на фотосинтетические показатели роста и урожайность семян сальфии пронзеннолистной при вегетативном размножении / В. А. Емелин // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – №1(60). – С. 243–253.
6. Емелин, В. А. Посевные качества дражированных семян сальфии пронзеннолистной / В. А. Емелин, Д. А. Михеев // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: научно-методический журнал. – 2022. – № 4. – С. 66–71.

7. Макарова, А. Н. Агротехника силфий пронзеннолистной в условиях орошения Алма-Атинской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06 01 09 / А. Н. Макарова. – Алматы, 1979. – 18 с.
8. Медведев, П. Ф. Малораспространенные кормовые культуры / П. Ф. Медведев. – Ленинград: Колос, 1970. – 160 с.
9. Медведев, П. Ф. Семеноводство новых кормовых культур / П. Ф. Медведев. – Ленинград: Колос, 1974. – 144 с.
10. Михеев, Д. А. Исследование нанесения сухого порошка на основе бентонитовой глины на поверхность семян сахарной свеклы при дражировании / Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 2. – С. 177–181.
11. Михеев, Д. А. Исследование посевных качеств инкрустированных семян рапса, полученных в центробежном дражирователе с лопастным отражателем / Д. А. Михеев, В. Н. Исаченко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 2. – С. 144–147.
12. Моисеев, К. А. Малораспространенные силосные культуры / К. А. Моисеев, В. С. Соколов, В. П. Мищуров. – Ленинград: Колос, 1979. – 328 с.
13. Надаринская, М. А. Морфофункциональные свойства крови при скармливании трепела месторождения «Стальное» / М. А. Надаринская, А. И. Козинец, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2013. – Т. 49, вып. 2, Ч. 1. – С. 214–218.
14. Стадничук, Н. А. Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность силфий пронзеннолистной / Н. А. Стадничук, А. А. Абрамов // Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-технического прогресса в кормопроизводстве: тезисы докладов конференции / АН УССР, ВАСХНИЛ. – Белая Церковь, 1989. – С. 63.
15. Степанов, А. Ф. Особенности возделывания силфий пронзеннолистной на корм и семена в Западной Сибири / А. Ф. Степанов, М. П. Чупина // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 7. – С. 13–17.
16. Ткаченко, Ф. М. Силосные культуры / Ф. М. Ткаченко, А. П. Сеницына, Г. В. Чубарова. – Москва: Колос, 1974. – 287 с.
17. Утеуш, Ю. А. Новые перспективные кормовые культуры / Ю. А. Утеуш; Академия наук Украины, Центральный республиканский ботанический сад. – Киев: Наукова думка, 1991. – 192 с.
18. Шелюто, Б. В. Получение семян силфий пронзеннолистной с высокими посевными качествами в условиях Беларуси / Б. В. Шелюто, Т. Н. Мыслыва, Е. В. Костицкая, М. А. Пастухова // Агрпромислове виробництво Полісся: сб. науч. трудов НААН України. Інститут сільського господарства Полісся. – Житомир, 2019. – С. 48–54.

АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. В. УЛАХОВИЧ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407; e-mail: baa_bgd@tut.by

В. Н. БОСАК

ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220080, e-mail: bosak1@tut.by

(Поступила в редакцию 27.12.2024)

Фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.), горох овощной (*Pisum sativum* L. *convar. medullare* Flef. *emend.* C.O. Lehm) и чечевица пищевая (*Lens culinaris* Medik.) относятся к традиционным зернобобовым культурам в нашей стране, важной характеристикой которых является способность к симбиотической азотфиксации с помощью клубеньковых бактерий.

В статье приведены результаты полевых и лабораторных исследований в учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность семян и азотфиксирующую способность посевов фасоли овощной, гороха овощного и чечевицы пищевой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В результате проведенных исследований установлено, что применение полного минерального удобрения увеличило урожайность семян фасоли овощной, гороха овощного и фасоли овощной на 20–36 % с лучшими показателями агроэкономической эффективности в вариантах с внесением под предпосевную культивацию $N_{50}P_{50}K_{90}$. Прибавка урожая семян фасоли овощной в рекомендуемом варианте составила 15,3 ц/га при общей урожайности семян 50,1 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 679,5 руб./га с рентабельностью 145 %; прибавка урожая семян гороха овощного – 8,6 ц/га при общей урожайности семян 26,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 254,1 руб./га с рентабельностью 65 %; прибавка урожая семян чечевицы пищевой – 6,4 ц/га при общей урожайности семян 19,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 114,4 руб./га с рентабельностью 31 %. Средняя величина симбиотической азотфиксации в посевах фасоли овощной оказалась 116,6 кг/га или 2,5 кг на 1 ц семян, в посевах гороха овощного – 74,3 кг/га или 3,0 кг на 1 ц семян, в посевах чечевицы пищевой – 51,8 кг/га или 2,8 кг на 1 ц семян.

Ключевые слова: фасоль овощная, горох овощной, чечевица, минеральные удобрения, азотфиксирующая способность.

Beans (*Phaseolus vulgaris* L.), peas (*Pisum sativum* L. *convar. medullare* Flef. *emend.* C.O. Lehm) and lentils (*Lens culinaris* Medik.) are traditional legumes in our country, an important characteristic of which is the ability to symbiotic nitrogen fixation with the help of nodule bacteria.

The article presents the results of field and laboratory studies at the educational institution "Belarusian State Agricultural Academy" to study the effect of mineral fertilizers on seed yield and nitrogen-fixing capacity of beans, peas and lentils on sod-podzolic light loamy soil. The conducted research has shown that the use of complete mineral fertilizer increased the yield of green bean, green pea and green bean seeds by 20–36 % with the best indicators of agro-economic efficiency in the variants with the application of $N_{50}P_{50}K_{90}$ under pre-sowing cultivation. The increase in the yield of green bean seeds in the recommended variant was 1.53 t/ha with a total seed yield of 5.01 t/ha, the net income from the use of complete mineral fertilizer was 679.5 rubles/ha with a profitability of 145 %; the increase in the yield of green pea seeds was 0.86 t/ha with a total seed yield of 2.65 t/ha, the net income from the use of complete mineral fertilizer was 254.1 rubles/ha with a profitability of 65 %; the increase in the yield of edible lentil seeds was 0.64 t/ha with a total seed yield of 1.95 t/ha, the net income from the use of complete mineral fertilizer was 114.4 rubles/ha with a profitability of 31 %. The average value of symbiotic nitrogen fixation in crops of vegetable beans was 116.6 kg/ha or 2.5 kg per 0.1 t of seeds, in crops of vegetable peas – 74.3 kg/ha or 3.0 kg per 0.1 t of seeds, in crops of edible lentils – 51.8 kg/ha or 2.8 kg per 0.1 t of seeds.

Key words: vegetable beans, vegetable peas, lentils, mineral fertilizers, nitrogen-fixing capacity.

Введение

К основным зернобобовым культурам в Республике Беларусь относят горох посевной (*Pisum sativum* L.), горох полевой (пелюшку – *Pisum arvense* L.), фасоль обыкновенную (*Phaseolus vulgaris* L.), люпин узколистный (синий – *Lupinus angustifolius* L.), люпин желтый (*Lupinus luteus* L.), люпин белый (*Lupinus albus* L.), вику посевную яровую (*Vicia sativa* L.), вику посевную озимую (*Vicia sativa* L.), вику мохнатую (*Vicia villosa* Roth.), вику венгерскую (*Vicia pannonica* Crantz), бобы кормовые (*Vicia faba* L.), фасоль овощную (*Phaseolus vulgaris* L.), горох овощной (*Pisum sativum* L. *convar. medullare* Flef. *emend.* C.O. Lehm), бобы овощные (*Vicia faba* L. *var. major* Harz.), чечевицу (*Lens esculen-*

ta Moench.), пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) и сою (*Glycine max* (L.) Merr.) [1–9].

Зернобобовые культуры, кроме своих высоких пищевых и кормовых характеристик, обладают способностью накапливать в почве азот благодаря симбиотической азотфиксации его из атмосферы с помощью клубеньковых бактерий, что улучшает фитосанитарное состояние севооборота и обеспечивает благоприятный баланс гумуса и элементов питания [5, 10–29].

Для расчета азотфиксирующей способности бобовых культур существует несколько методов, основанных на результатах полевых и лабораторных исследований: метод расчета по коэффициентам, метод инокуляции, метод баланса, метод парующих площадок, метод сопоставления выноса азота с его количеством в корневых и пожнивных остатках, метод сравнения с небобовыми растениями, ацетиленовый метод, метод учета массы клубеньков и удельной активности симбиоза, метод с использованием меченого азота [5, 17, 18, 20, 29].

В полевых исследованиях одним из наиболее доступных методов является метод сравнения с небобовыми растениями. Принцип метода базируется на предположении, что при идентичных условиях выращивания определенных видов бобовых и злаковых культур количество взятого ими азота почвы примерно одинаково. Отсюда величина азотфиксации определяется по разнице между общим азотом бобового и злакового растения. В качестве злаковой культуры для сравнения чаще всего используют овес. Следует, однако, учитывать значительную условность данного метода. Потребление азота растениями зависит от целого ряда факторов: видовых и сортовых особенностей, окультуренности почвы, доз и форм азотного удобрения, погодных условий и т. д. Измерение величины симбиотической азотфиксации методом сравнения следует проводить, начиная с фазы формирования репродуктивных органов. К этому времени запасы минерального азота в почве резко снижаются и количество его в бобовых и злаковых растениях, судя по меченому азоту, более или менее выравнивается, что позволяет точнее определить азотфиксацию.

Целью данной статьи является изучение азотфиксирующей способности и продуктивности зернобобовых культур в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по изучению урожайности азотфиксирующей способности и продуктивности зернобобовых культур (фасоль овощная сорта Чыжовенка, горох овощной сорта Прометей, чечевица пищевая сорта Орловская краснозерная) проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2020–2022 гг.

Полевые исследования выполняли на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, пахотный горизонт которой характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 6,1–6,2, P_2O_5 (0,2 М HCl) – 173–182 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 205–212 мг/кг, гумус (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,5–2,7 % (индекс агрохимической окультуренности 0,85) [30].

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [1, 31].

Как показали результаты исследований, азотфиксирующая способность и урожайность семян зависела от вида зернобобовых культур и применения минеральных удобрений при их возделывании (таблица). Применение полного минерального удобрения $N_{30-70}P_{50}K_{90}$ увеличило урожайность семян фасоли овощной на 8,8–17,3 ц/га, семян гороха овощного – на 5,4–9,9 ц/га, семян чечевицы пищевой – на 4,1–7,1 ц/га при общей урожайности семян в удобренных вариантах соответственно 43,6–52,1 ц/га (фасоль овощная), 23,3–27,8 ц/га (горох овощной) и 17,2–20,2 ц/га (чечевица пищевая).

Лучшая агрономическая эффективность при возделывании всех видов зернобобовых культур получена в вариантах с внесением под предпосевную культивацию $N_{50}P_{50}K_{90}$: прибавка урожая семян фасоли овощной составила 15,3 ц/га при общей урожайности семян 50,1 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 679,5 руб/га с рентабельностью 145 %; прибавка урожая семян гороха овощного составила 8,6 ц/га при общей урожайности семян 26,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 254,1 руб/га с рентабельностью 65 %; прибавка урожая семян чечевицы пищевой оказалась 6,4 ц/га при общей урожайности семян 19,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 114,4 руб/га с рентабельностью 31 %.

Возрастание дозы минерального азота с 30 до 50 кг/га д. в. существенно увеличивало урожайность семян всех изучаемых видов зернобобовых культур. Повышение дозы азота с 50 до 70 кг/га д. в. приводило лишь к тенденции увеличения урожайности семян в пределах НСР.

Содержание азота в семенах и соломе изучаемых зернобобовых культур существенно возросло в вариантах с применением минеральных удобрений: семена фасоли овощной – с 3,31 до 3,61–3,85 %, солома фасоли овощной – с 0,59 до 0,69–0,89 %; семена гороха овощного – с 3,54 до 3,75–3,94 %, солома гороха овощного – с 0,85 до 0,94–1,01 %; семена чечевицы пищевой – с 3,09 до 3,28–3,47 %, солома чечевицы пищевой – с 0,86 до 0,96–1,12 % (таблица).

Влияние минеральных удобрений на азотфиксирующую способность и урожайность зернобобовых культур, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант	Семена, ц/га	Солома, ц/га	Содержание азота, %		Потребление азота, кг/га	Фиксированный азот, кг/га	Фиксированный азот кг на 1 ц семян
			семена	солома			
Фасоль овощная (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)							
Без удобрений	34,8	30,9	3,31	0,59	114,0	62,3	1,8
N ₃₀ P ₅₀ K ₉₀	43,6	39,2	3,61	0,69	158,1	106,4	2,4
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀	50,1	45,3	3,75	0,82	192,9	141,2	2,8
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀	52,1	47,7	3,85	0,89	208,2	156,5	3,0
HCP ₀₅	2,3	2,1	0,18	0,04			
Среднее						116,6	2,5
Горох овощной (<i>Pisum sativum</i> L. convar. <i>medullare</i> Flef. emend. C.O. Lehm)							
Без удобрений	17,9	45,1	3,54	0,85	86,7	35,0	2,0
N ₃₀ P ₅₀ K ₉₀	23,3	58,4	3,75	0,94	121,2	69,5	3,0
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀	26,5	66,7	3,82	0,97	141,4	89,7	3,4
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀	27,8	71,1	3,94	1,01	154,5	102,8	3,7
HCP ₀₅	1,4	3,1	0,18	0,05			
Среднее						74,3	3,0
Чечевица пищевая (<i>Lens culinaris</i> Medik.)							
Без удобрений	13,1	46,5	3,09	0,86	68,5	16,8	1,1
N ₃₀ P ₅₀ K ₉₀	17,2	60,9	3,28	0,96	97,7	46,0	2,7
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀	19,5	68,7	3,36	1,09	119,3	67,6	3,5
N ₇₀ P ₅₀ K ₉₀	20,2	72,4	3,47	1,12	128,5	76,8	3,8
HCP ₀₅	0,8	3,2	0,16	0,05			
Среднее						51,8	2,8
Овес (<i>Avena sativa</i> L.)							
Контроль	27,5	20,8	1,85	0,45	51,7		

Величина симбиотически фиксированного азота, рассчитанная методом сравнения с овсом, у фасоли овощной варьировала в пределах 62,3–156,5 кг/га, у гороха овощного – в пределах 35,0–102,8 кг/га, у чечевицы пищевой – в пределах 16,8–76,8 кг/га с максимальными показателями в варианте с применением максимальной дозы азота при среднем показателе соответственно 116,6 кг/га (фасоль овощная), 74,3 кг/га (горох овощной) и 51,8 кг/га (чечевица пищевая).

Для оценки симбиотической азотфиксации зернобобовых культур используют также относительный показатель – величину фиксированного азота на 1 ц товарной продукции [5].

В наших исследованиях величина фиксированного азота на 1 ц семян у фасоли овощной составила 1,8–3,0 кг при среднем значении 2,5 кг, на 1 ц семян гороха овощного – 2,0–3,7 кг при среднем значении 3,0 кг, на 1 ц семян чечевицы пищевой – 1,1–3,8 кг при среднем значении 2,8 кг.

При оценке поступления симбиотически фиксированного азота в почву при возделывании зернобобовых культур следует также принимать во внимание его поступление с корневыми остатками и клубеньковыми бактериями [5, 29].

Заключение

Применение полного минерального удобрения существенно увеличило урожайность семян фасоли овощной, гороха овощного и чечевицы пищевой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с лучшими показателями агроэкономической эффективности при предпосевном внесении N₅₀P₅₀K₉₀: прибавка урожая семян фасоли овощной составила 15,3 ц/га при общей урожайности семян 50,1 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 679,5 руб./га с рентабельностью 145 %; прибавка урожая семян гороха овощного – 8,6 ц/га при общей урожайности семян 26,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 254,1 руб./га с рентабельностью 65 %; прибавка урожая семян чечевицы пищевой – 6,4 ц/га при общей урожайности семян 19,5 ц/га, чистом доходе от применения полного минерального удобрения 114,4 руб./га с рентабельностью 31 %. Средняя величина симбиотической азотфиксации в посевах фасоли овощной оказалась 116,6 кг/га или 2,5 кг на 1 ц семян, в посевах гороха овощного – 74,3 кг/га или 3,0 кг на 1 ц семян, в посевах чечевицы пищевой – 51,8 кг/га или 2,8 кг на 1 ц семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Минюк, О. Н. Динамика продукционных процессов спаржевой фасоли и овощных бобов в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак, В. В. Скорина // Плодородие почв и эффективное применение удобрений. – Минск, 2011. – С. 259–261.
3. Минюк, О. Н. Перспективы возделывания фасоли спаржевой в почвенно-климатических условиях Белорусского Полесья / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 192–193.
4. Парфеевец, Ю. С. Особенности и перспективы возделывания сои в Беларуси / Ю. С. Парфеевец, В. Н. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 197–198.
5. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
6. Продуктивность бобовых овощных культур в зависимости от сорта и удобрений / В. Н. Босак, В. В. Скорина, О. Н. Минюк, Т. В. Колоскова // Плодоовощеводство и декоративное садоводство. Состояние и перспективы развития. – Горки: БГСХА, 2011. – С. 52–54.
7. Улахович, Н. В. Агроэкономическая эффективность применения гуминовых препаратов при возделывании зернобобовых культур / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2025.
8. Улахович, Н. В. Аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. – Красноярск, 2025.
9. Эффективность возделывания зернобобовых культур в условиях Белорусского Полесья / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова, О. Н. Минюк // Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – С. 37–38.
10. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия / А. Ф. Степанов, С. П. Чибис, В. В. Христич [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 1. – С. 18–22.
11. Аптымізацыя выкарыстання мінеральных угнаенняў пры вырошчванні збожжаваструкавых культур ва ўмовах Беларускага Палесся / В. М. Босак, У. У. Скарына, В. М. Мінюк, Т. В. Каласкова // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст, 2012. – С. 13–15.
12. Босак, В. Н. Баланс гумуса в севооборотах на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2008. – 28 с.
13. Босак, В. Н. Биологическая фиксация азота при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: АГАУ, 2019. – С. 156–157.
14. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений и гуминовых препаратов на урожайность чечевицы / В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2024. – Т. 64. – С. 27–32.
15. Босак, В. Н. Накопление биологического азота при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння. – Обухів, 2022. – Т. 1. – С. 31–33.
16. Босак, В. Н. Особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. Е. Кошман // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 15–17.
17. Босак, В. Н. Особенности биологической азотфиксации в земледелии Республики Беларусь / В. Н. Босак // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2014. – Вып. 16. – С. 71–80.
18. Босак, В. Н. Продуктивность и особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
19. Босак, В. Н. Роль биологического азота в земледелии / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. – Нижний Новгород: НГСХА, 2017. – С. 168–169.
20. Босак, В. Н. Симбиотическая азотфиксация в посевах зернобобовых культур / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова, О. Н. Минюк // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 5. – С. 28–30.
21. Босак, В. Н. Симбиотическая и несимбиотическая азотфиксация в земледелии Беларуси / В. Н. Босак // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – Ч. II. – С. 37–38.
22. Лапа, В. В. Интенсивность баланса питательных веществ и продуктивность зернового севооборота на дерново-подзолистой суглинистой почве в зависимости от уровня азотного питания / В. В. Лапа, Е. М. Лимантова, В. Н. Босак // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экономических условиях. – Гомель, 1995. – С. 145.
23. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа, В. Н. Босак, И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 20 с.
24. Особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк, Т. В. Колоскова // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 24–26.
25. Посыпанов, Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка / Г. С. Посыпанова. – Москва: Инфра-М, 2017. – 251 с.
26. Продуктивность и азотфиксирующая способность бобовых овощных культур / В. Н. Босак, В. В. Скорина, Т. В. Колоскова, О. Н. Минюк // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – Москва: РУДН, 2011. – Т. II. – С. 24–26.
27. Продуктивность и азотфиксирующая способность бобовых овощных культур / В. Босак, О. Минюк, В. Скорина, Т. Колоскова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 22–24.
28. Шеуджен, А. Х. Азот и круговорот его в природе / А. Х. Шеуджен, М. А. Перепелин // Рисоводство. – 2021. – № 4. – С. 86–92.
29. Шотт, П. Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах / П. Р. Шотт. – Барнаул: Азбука, 2007. – 170 с.
30. Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак, Е. Ф. Валейша, Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
31. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ АКВАМИКС МАРКА М ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В. В. СКОРИНА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: skorina@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.12.2024)

Применяемая в настоящее время малообъемная технология выращивания овощных культур с использованием капельного полива и различных видов субстратов позволяет управлять процессами их выращивания по современным технологиям. В защищенном грунте томаты занимают одно из ведущих мест. Для их выращивания требуются необходимые элементы минерального питания, недостаток которых, часто приводит к прекращению роста, задержке завязывания, формированию и созреванию плодов. Применение различных видов микроудобрений способствует положительному росту и развитию томата. Высокая эффективность удобрений может быть обусловлена особенностями питания культуры, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов.

В статье представлены результаты исследований по применению рекомендованных микроудобрений в качестве некорневых подкормок и их влияние на биохимические показатели плодов и урожайность при выращивании томата в условиях защищенного грунта. Установлено, что применение микроудобрений оказывает положительное влияние на биохимический состав плодов томата и повышение урожайности при выращивании в 1-й и 2-й ротациях.

Установлено, что при применении концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П в условиях защищенного грунта в годы исследований при выращивании сортов томата отмечено повышение урожайности в зависимости от ротации в 2022 г. на 7,2–9,0 %, в 2023 г. на 7,2–7,7 %. По основным биохимическим показателям плодов томата между вариантами выявлены достоверные различия. Отмечено повышение содержания в плодах сухого вещества на 2,3–2,9 %, витамина С – 1,8–6,9 %, растворимых углеводов – 5,2–21,4 % и каротина – 2,2–11,8 %.

Ключевые слова: томат, микроудобрения, гидропоника, ротация, защищенный грунт.

The currently used low-volume technology of growing vegetable crops using drip irrigation and various types of substrates allows managing the processes of their cultivation using modern technologies. In protected soil, tomatoes occupy one of the leading places. For their cultivation, the necessary elements of mineral nutrition are required, the lack of which often leads to the cessation of growth, delay in setting, formation and ripening of fruits. The use of various types of micro-fertilizers contributes to the positive growth and development of tomatoes. High efficiency of fertilizers can be due to the nutritional characteristics of the crop, agricultural technology, fertilizer properties and many other factors.

The article presents the results of studies on the use of recommended micro-fertilizers as foliar feeding and their effect on the biochemical parameters of fruits and yield when growing tomatoes in protected soil. It has been established that the use of micro-fertilizers has a positive effect on the biochemical composition of tomato fruits and an increase in yield when grown in the 1st and 2nd rotations.

It was established that when using concentrated micro-fertilizer Aquamix M, P in protected soil conditions during the years of research when growing tomato varieties, an increase in yield was noted depending on rotation in 2022 by 7.2–9.0 %, in 2023 by 7.2–7.7 %. Reliable differences were revealed between the variants for the main biochemical parameters of tomato fruits. An increase in the content of dry matter in fruits by 2.3–2.9 %, vitamin C – by 1.8–6.9 %, soluble carbohydrates – by 5.2–21.4 % and carotene – by 2.2–11.8 % was noted.

Key words: tomato, micro-fertilizers, hydroponics, rotation, protected soil.

Введение

Главным отличием современных технологий является системное и точное выполнение технологических операций с целью получения продукции запланированного количества и качества, что, в свою очередь, достигается высокой наукоемкостью внедряемых технологий.

Высокая эффективность удобрений отмечена только при применении их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических условий, особенностей питания отдельных культур, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов.

Некорневое внесение макро- и микроэлементов позволяет мобильно управлять ростовыми процессами, продуктивностью и качеством продукции растений [1].

Овощеводство защищенного грунта осуществляет свою деятельность круглогодично в специализированных культивационных сооружениях. Организация и экономика тепличного хозяйства, технологии выращивания овощей и грибов существенно отличаются от производства овощей в открытом грунте. Применяемая в настоящее время малообъемная технология выращивания овощных культур с использованием капельного полива и различных видов субстратов позволяет управлять процессами их выращивания по современным технологиям. В защищенном грунте возделывается более десяти видов овощей, но основные его площади занимают томаты. За последние 10–15 лет в овощеводстве

защищенного грунта технологии с высокими энергетическими затратами сменились на энергосберегающие. В овощеводстве интерес имеют такие технологии, как салатные линии, светокультура огурца и томата, малообъемная технология [2, 3].

Томаты являются одним из наиболее важных источников витаминов С, В, В₂, РР, А, В₉, пектиновых, минеральных, а также питательных и других веществ, особенно антиоксидантов – ликопина и каротина, определяющих здоровое питание человека и оберегающее его от многих заболеваний [4].

Томатам нужны все необходимые элементы минерального питания, но более всего калий, азот, фосфор. Недостаток фосфора снижает усвоение азота растениями, что приводит к прекращению роста, задержке завязывания, формирования и созревания плодов. При недостатке минерального питания листья приобретают сине-зелёную окраску, затем сероватую. Особенно чувствительны томаты к недостатку фосфора.

При оценке уровня обеспеченности растений элементами питания необходимо учитывать то, что часть элементов может быть повторно использована растением, т. е. в растении происходит их перераспределение (например, отток их из листьев в плоды и корнеплоды, из старых листьев в более молодые и т. п.). К таким элементам относят азот, фосфор, калий, магний и частично серу. Но есть элементы, не способные к перераспределению – это кальций, железо, медь, бор, цинк и марганец [5].

Некорневые подкормки применяют в последнее время более широко на разных культурах как в открытом, так и защищенном грунте [6, 7, 8, 9].

Цель исследований – провести оценку концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П на томате в защищенном грунте и установить их влияние на урожайность и качество продукции.

Основная часть

Исследования проводили в ОАО «ТК «Берестье», Брестский район в защищенном грунте (две ротации) в 2022–2023 гг. Объектом исследования являлись сорта томата F1 Фантом, F1 Гламур, F1 Органза, F1 Фанто.

Используемое концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, в виде порошка имеет следующий состав (%): Fe (ДТПА) – 6,0; Mn (ЭДТА) – 2,4; Zn (ЭДТА) – 1,3; Cu (ЭДТА) – 0,25; В – 0,85; Мо – 0,25.

Посев семян томата на рассаду осуществляли в первой декаде декабря (1-я ротация) и первой декаде марта (2-я ротация). Регулирование и поддержание температурных параметров и водного режима в соответствии с требованиями культуры при ее выращивании в защищенном грунте. Температура воздуха в теплице – 22–24 °С в дневное время, 18–20 °С в ночное время; относительная влажность воздуха – 65–70 %.

Схема опыта включала варианты: концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, порошок. Для сравнительной оценки с данным удобрением в качестве эталона использовали микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г. Некорневую подкормку проводили в течение вегетационного периода с интервалом 2–3 недели после высадки рассады в период роста и плодоношения растений с нормой расхода 0,2–0,4 кг/га. Расход рабочей жидкости 1000 л/га.

Повторность опытов трехкратная, размещение делянок рандомизированное. Биохимический анализ растений проводили в химико-экологической лаборатории Белорусской государственной сельскохозяйственной академии по общепринятым методикам согласно ГОСТам. Математическая обработка полученных данных проведена по Б. А. Доспехову [10].

В ранее проведенных исследованиях отмечалось положительное влияние некорневых подкормок с использованием комплексных минеральных удобрений на овощных культурах [6, 7, 8].

В результате полученных данных по биохимическому составу плодов томата при применении удобрений установлено, что в варианте (табл. 1) с проведением некорневой подкормки удобрением Аквамикс марка М у гибрида F1 Фантом содержание сухого вещества составило 5,80 %, у F1 Гламур – 6,61 %, с микроудобрением «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г – 4,65 % и 6,42 % соответственно. Показатели содержания каротина, витамина С, растворимых углеводов превышали эталонный вариант. Содержание каротина в опыте с микроудобрением Аквамикс марка М в 1-й ротации составило 24,07 мг/кг, 2-й – 8,5 мг/кг, с применением микроудобрения Хелатэм марка ЭДДГА Fe, Г – 23,53 мг/кг и 7,7 мг/кг соответственно.

В 1-й ротации с применением концентрированного микроудобрения Аквамикс, марка М содержание витамина С составило 14,77 %, растворимых углеводов – 4,87 %. С использованием микроудобрения «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г – 14,23 % и 4,01 % соответственно. Общая кислотность плодов

составила от 0,550 % (опытный вариант) до 0,561 % (эталон). По содержанию растворимых углеводов (НСР₀₅ – 0,370) в плодах томата установлена достоверность различий.

Таблица 1. Биохимические показатели плодов томата

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Витамин С, %	Каротин, мг/кг	Растворимые углеводы, %	Общая кислотность, %
1-я ротация 2022 г.					
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	5,80	14,77	24,07	4,87	0,550
Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	5,65	14,23	23,53	4,01	0,561
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	0,370	F _ф <F ₀₅
2-я ротация 2022 г.					
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	6,61	25,9	8,5	2,47	0,438
Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	6,42	24,6	7,7	2,31	0,443
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	0,623	0,159	F _ф <F ₀₅
1-я ротация 2023 г.					
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	6,62	26,1	10,4	2,53	0,422
Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	6,47	24,4	9,3	2,36	0,430
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	0,657	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
2-я ротация 2023 г.					
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	6,58	27,1	8,1	2,42	0,429
Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	6,40	26,6	7,6	2,30	0,433
НСР ₀₅	0,310	F _ф <F ₀₅	0,491	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

При анализе данных биохимических показателей плодов томата (табл. 1) во 2-й ротации выявлены различия по содержанию витамина С (25,9 %), растворимых углеводов (2,47 %), каротина (8,5 %) и сухого вещества (6,61 %) между вариантом с применением концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М и эталоном. Установлены статистически достоверные различия по содержанию растворимых углеводов (НСР₀₅–0,159) и каротина (НСР₀₅–0,623).

В 2023 г. в результате оценки биохимических показателей плодов томата в 1-й ротации (табл. 1) содержание сухого вещества составило 6,62 %, витамина С 26,1 мг/100 г, растворимых углеводов 2,53 %, каротина 10,4 мг/кг выше в варианте с применением Микроудобрение Аквамикс, марка М по сравнению с сравниваемым микроудобрением «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г. Общая кислотность плодов в варианте с микроудобрением Аквамикс марка М, П составила 0,422 % и 0,430 % в эталоне.

Во 2-й ротации установлены достоверные различия по содержанию каротина и сухого вещества.

Урожайность томата в 2022 г. за 1-ю ротацию (табл. 2) составила 19,2 кг/м² в варианте с применением концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П, в эталоне – 17,6 кг/м². По отношению к эталону прибавка составила 1,6 кг/м². Поступление урожая отмечалось увеличением продукции с 1 м² по месяцам плодоношения. В период с первого по пятый месяц отмечено увеличение в 3,5 раза. Установлена достоверность различий в целом за ротацию, а также первый, третий и четвертый месяцы плодоношения. Средняя масса плода составила от 216,3 г (эталон) до 218,0 г в варианте с микроудобрением Аквамикс марка М. При применении концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П на растениях томата отмечалось увеличение общей урожайности во 2-й ротации в 2022 г. (табл. 2), которая составила 23,75 кг/м², в том числе за первый месяц плодоношения – 3,1 кг/м², в варианте с сравниваемым эталоном – 22,15 кг/м² и 2,8 кг/м² соответственно.

Таблица 2. Динамика поступления микроудобрений и урожайность томата, 2022 г.

Варианты опыта	Урожайность, кг/м ²					Всего за ротацию	+; - к эталону, кг/м ²	Масса плода, г
	Месяц плодоношения							
	1	2	3	4	5			
1-я ротация								
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	1,4	3,5	4,7	4,7	4,9	19,2	1,6	218,0
Эталон. Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	1,15	3,26	4,3	4,1	4,79	17,6	–	216,3
НСР ₀₅	0,075	F _ф <F ₀₅	0,281	0,314	F _ф <F ₀₅	1,415		F _ф <F ₀₅
2-я ротация								
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	3,1	4,25	6,3	5,9	4,2	23,75	1,6	74,5
Эталон. Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДГА Fe, Г	2,8	4,12	5,68	5,65	3,9	22,15	–	71,6
НСР ₀₅	0,197	F _ф <F ₀₅	0,399	F _ф <F ₀₅	0,289	0,112	–	F _ф <F ₀₅

Наибольшая урожайность томата (6,3 кг/м²) получена в опытном варианте за третий месяц плодоношения. По отношению к эталону получено дополнительной продукции 1,6 кг/м². Средняя масса плода составила от 71,6 г (эталон) до 74,5 г в варианте с применением концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П. Установлены достоверные различия по поступлению продукции за первый (НСР₀₅ – 0,197), третий (НСР₀₅ – 0,399), пятый (НСР₀₅ – 0,289) месяцы и ротацию (НСР₀₅–0,112).

В 2023 г. при применении некорневой подкормки микроудобрением Аквамикс марка М, П в защищенном грунте урожайность за 1-ю ротацию составила 16,2 кг/м². Наибольшее поступление плодов томата (табл. 3) отмечено в июне и июле месяцах. Ранняя урожайность составила в варианте с микроудобрением Аквамикс марка М 3,3 кг/м², в эталоне – 3,0 кг/м². Наибольшее поступление продукции пришлось на июнь–июль месяцы – 4,4–6,1 кг/м² и 4,1–5,8 кг/м² в эталонном варианте. Получено дополнительной продукции 1,1 кг/м². Средняя масса плода составила от 34,0 г (эталон) до 37,2 г в опытном варианте.

Таблица 3. Динамика поступления и урожайность томата в 1-й ротации, 2023 г.

Варианты опыта	Урожайность, кг/м ²					Всего за ротацию	К эталону, кг/м ²	Масса плода, г
	апрель	май	июнь	июль	август			
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	0,8	2,5	4,4	6,1	2,4	16,2	+1,1	37,2
Эталон. Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДА Fe, Г	0,6	2,4	4,1	5,8	2,2	15,1	–	34,0
НСР ₀₅	0,053	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	0,135	F _φ <F ₀₅	–	2,373

Во 2-й ротации урожайность составила в июле 5,1 кг/м², в августе 5,5 кг/м². За ротацию урожайность (табл. 4) составила при применении концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П – 15,63 кг/м², в том числе ранняя урожайность – 2,6 кг/м², в эталоне – 14,5 кг/м² и 2,4 кг/м² соответственно.

Таблица 4. Динамика поступления и урожайность томата во 2-й ротации, 2023 г.

Варианты опыта	Урожайность, кг/м ²					Всего за ротацию	± к эталону, кг/м ²	Масса плода, г
	июнь	июль	август	сентябрь	ранняя			
2-я ротация								
Концентрированное микроудобрение Аквамикс марка М, П	2,6	5,1	5,5	2,43	1,82	15,63	1,13	178,0
Эталон. Микроудобрение «Хелатэм» марка ЭДДА Fe, Г	2,4	4,7	5,2	2,2	1,7	14,5	–	175,0
НСР ₀₅	0,179	0,377	F _φ <F ₀₅	0,145	F _φ <F ₀₅	0,942	–	F _φ <F ₀₅

По отношению к эталону получено дополнительной продукции 1,13 кг/м². Средняя масса плода составила от 175,0 г (эталон) до 178,0 г в варианте с применением концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П. Выявлены статистически достоверные различия по поступлению продукции за июнь (НСР₀₅ – 0,179) и июль (НСР₀₅ – 0,377), сентябрь месяцы и ротацию (НСР₀₅ – 0,942).

Заключение

В результате применения концентрированного микроудобрения Аквамикс марка М, П на сортах томата при выращивании в защищенном грунте отмечалось повышение урожайности в 2022 г. в 1-й ротации на 9,0 % и 7,2 % – 2-й ротации. В 2023 г. повышение урожайности составило 7,2 % – 1-я ротация и 7,7 % – 2-я ротация. Установлено повышение содержания в плодах сухого вещества на 2,3–2,9 %, витамина С – 1,8–6,9 %, растворимых углеводов – 5,2–21,4 % и каротина – 2,2–11,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

- Седых, А. В. Повышение эффективности выращивания посадочного материала яблони при использовании некорневых подкормок комплексными удобрениями: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А. В. Седых. – Мичуринск, 2008. – 121 л.
- Скорина, В. В. Овощеводство защищенного грунта: учеб. пособие / В. В. Скорина. – Минск, «ИВЦ Минфина», 2017. – 260 с.
- Аутко, А. А. Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко, Г. И. Гануш, Н. Н. Долбик – Минск, 2006. – 310 с.
- Авдеев, А. Ю. Селекция томата для разных целей использования, классификация сортов и технологии выращивания в Нижнем Поволжье / А. Ю. Авдеев. – Астрахань. – 2012. – 211 с.
- Глунцов, Н. М. Применение удобрений в тепличном хозяйстве / Н. М. Глунцов. – М.: Московский рабочий, 1987. – 143 с.
- Степура, М. Ф. Роль внекорневых подкормок в питании овощных культур / М. Ф. Степура, Т. В. Матюк // Овощеводство. – 2008. – Т. 15. – С. 88–96.
- Скорина, В. В. Урожайность и качество томата в защищенном грунте при применении минерального удобрения Омекс / В. В. Скорина, Вит. В. Скорина, А. М. Карпицкий И. Г. Берговина // Овощеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2020. – Т. 19 – С.156–161.
- Скорина, В. В. Использование комплексных удобрений при выращивании томата в защищенном грунте / В. В. Скорина // Вестник Белорус. гос. сельскохозяйств. академии. – 2023. – № 1. – С. 84–88.
- Лапа, В. В. Система применения удобрений: учеб. пособие / В. В. Лапа [и др.] ; под ред. В. В. Лапы. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 416 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, АГРОМЕЛИОРАНТОВ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

И. П. КОЗЛОВСКАЯ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012, e-mail: k_irina@tut.by

Е. В. САЧИВКО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: elena_sachivko@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.12.2024)

Капуста белокочанная (Brassica oleracea L. Var. Capitata L. F. Alba dc.) относится к традиционным овощным культурам в нашей стране и занимает значимое место в рационе питания жителей Республики Беларусь. Получение высоких и устойчивых урожаев капусты белокочанной обеспечивает применение научно обоснованной системы удобрения, предусматривающей комплексное внесение минеральных и органических удобрений, агромелиорантов и гуминовых препаратов.

В статье приведены результаты полевых и лабораторных исследований в учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» по изучению влияния минеральных и органических удобрений, агромелиорантов и гуминовых препаратов на урожайность и качество товарной продукции (кочаны) капусты белокочанной на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В результате проведенных исследований установлено, что применение полного минерального удобрения увеличивает урожайность капусты белокочанной на 16,5–24,1 т/га, различных видов органических удобрений (подстилочный навоз, вермикомпост, кроличий помет) – на 7,1–8,7 т/га, агромелиорантов (сапонитсодержащие базальтовые туфы, древесная зола) – на 2,1–5,8 т/га, гуминовых препаратов (гидрогумин, гумат рост) – на 3,6–4,3 т/га при общей урожайности кочанов 59,4–68,1 т/га, содержании сырого протеина – 10,9–11,8 %, витамина С – 50,3–54,1 мг/100 г и количестве нитратов в пределах ПДК. Применение полного минерального удобрения в лучшем по урожайности варианте (N₉₀P₅₀K₉₀) обеспечило 34,0 %, органических удобрений (подстилочный навоз, 40 т/га) – 12,8 %, сапонитсодержащего базальтового туфа (400 кг/га) – 8,0 %, гуминовых препаратов (гумат рост, 4 л/га) – 6,8 % общей урожайности капусты белокочанной. Комплексное применение минеральных и органических удобрений, агромелиорантов и гуминовых препаратов способствовало получению 0,37–0,54 РУБ/М² чистого дохода.

Ключевые слова: капуста белокочанная, минеральные и органические удобрения, агромелиоранты, гуминовые препараты, урожайность, качество, экономическая эффективность.

White cabbage (Brassica oleracea L. var. capitata L. f. alba DC.) belongs to the traditional vegetable crops in our country and occupies a significant place in the diet of the inhabitants of the Republic of Belarus. Obtaining high and stable yields of white cabbage is ensured by the use of a scientifically based fertilization system, which provides for the complex application of mineral and organic fertilizers, agromeliorants and humic preparations.

The article presents the results of field and laboratory studies at the Belarusian State Agricultural Academy to study the effect of mineral and organic fertilizers, agromeliorants and humic preparations on the yield and quality of marketable products of white cabbage on sod-podzolic light loamy soil. As a result of the research, it was found that the use of complete mineral fertilizer increases the yield of white cabbage by 16.5–24.1 t/ha, various types of organic fertilizers (bedding manure, vermicompost, rabbit manure) – by 7.1–8.7 t/ha, agromeliorants (saponite-containing basaltic tuffs, wood ash) – by 2.1–5.8 t/ha, humic preparations (hydrohumin, Gumat ROST) – by 3.6–4.3 t/ha with a total yield of heads of cabbage of 59.4–68.1 t/ha, crude protein content – 10.9–11.8 %, vitamin C – 50.3–54.1 mg/100 g with nitrate content within the normal range. The use of full mineral fertilizer in the best yield variant (N₉₀P₅₀K₉₀) provided 34.0 % of the total yield of white cabbage, organic fertilizers (bedding manure, 40 t/ha) – 12.8 %, saponite-containing basaltic tuff (400 kg/ha) – 8.0 %, humic preparations (Gumat ROST, 4 l/ha) – 6.8 %. The complex use of mineral and organic fertilizers, agromeliorants and humic preparations contributed to the receipt of 0.37–0.54 rubles per m² of net income.

Key words: white cabbage, mineral and organic fertilizers, agromeliorants, humic preparations, yield, quality, economic efficiency.

Введение

Обеспечение населения Республики Беларусь разнообразной овощной продукцией отечественного производства относится к приоритетным задачам агропромышленного комплекса нашей страны. Для сбалансированного и полноценного питания населению необходимо потреблять ежегодно не менее 140 кг овощей. Капуста белокочанная относится к традиционным овощным культурам в нашей стране и занимает значимое место в рационе жителей Республики Беларусь [1–5].

Семейство капустные, которое включает в себя однолетние и многолетние травы, а также некоторые полукустарники или кустарники, насчитывает 372 рода и более 4 тысяч видов. Непосредственно род капуста насчитывает до 50 видов, которые распространены в основном в странах средиземноморья, средней Европы, центральной и восточной Азии [1, 5].

Капуста белокочанная относится к важнейшим овощным культурам. Она содержит витамины групп А, В, С, Р, U, макро- и микроэлементы, жиры, белки и углеводы, что делает капусту незаменимым продуктом питания, который употребляют как в сыром, так и переработанном виде. Капуста оказывает благотворное действие на процессы обмена веществ, имеет обезболивающее и противовоспалительное действие. Пищевые волокна, находящиеся в капусте, отлично выводят из организма человека холестерин. Употребление капусты помогает при болезнях сердца и почек, а также при гастритах с пониженной кислотностью. Она укрепляет иммунитет и оказывает очищающее действие на организм [1, 3, 4].

В Республике Беларусь, кроме капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L. var. *capita* L. f. *alba* DC.), в небольших количествах возделывают также капусту краснокочанную (*Brassica oleracea* L. var. *capita* L. f. *rubra* (L.) Thell.), савойскую (*Brassica oleracea* L. var. *sabauda* L.), цветную (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.), брюссельскую (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* DC. Thell.), кольраби (*Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L.), брокколи (*Brassica oleracea* var. *cymosa* Duch.), пекинскую (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.) и китайскую (*Brassica chinensis* L.) [6].

Получение высоких и устойчивых урожаев различных видов капусты с благоприятным качеством товарной продукции, в т. ч. и капусты белокочанной, невозможно без применения научно обоснованной системы удобрения, предусматривающей комплексное применение минеральных и органических удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов [7–15].

Целью данной статьи является изучение эффективности применения минеральных и органических удобрений, а также агроメリорантов и гуминовых препаратов при возделывании капусты белокочанной в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по изучению урожайности и качества капусты белокочанной сорта Белорусская 85 проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2022–2024 гг. Полевые исследования выполняли на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, пахотный горизонт которой характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} 6,1–6,2, Р₂О₅ (0,2 М HCl) – 173–182 мг/кг, К₂О (0,2 М HCl) – 205–212 мг/кг, гумус (0,4 н К₂Cr₂O₇) – 2,5–2,7 % (индекс агрохимической окультуренности 0,85) [16].

Схема опыта предусматривала вариант без применения удобрений, варианты с внесением под предпосевную культивацию N_{60–120}P₅₀K₉₀ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) с дополнительной подкормкой N₃₀ в период формирования кочана, внесение в предпосевную культивацию различных видов органических удобрений (подстилочный навоз КРС – 40 т/га, вермикомпост – 5 т/га, кроличий помет – 10 т/га) и агроメリорантов (сапонитсодержащие базальтовые туфы – 243–729 кг/га или Mg_{20–60}, древесная зола – 500 кг/га), а также некорневую обработку в стадию формирования кочана сульфатом магния (Mg₈) и двукратную некорневую обработку гуминовыми удобрениями гидрогумин и гумат рост (через 10–15 дней после высадки рассады (2 л/га) и в стадию формирования кочана (2 л/га)) (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность капусты белокочанной в зависимости от применения удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов

Вариант	Урожайность (кочаны), т/га				Прибавка, т/га	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Ø	контроль	фон
Без удобрений – контроль	39,8	52,1	36,7	42,9	–	–
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	56,8	67,4	54,1	59,4	16,5	–
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз (40 т/га)	65,7	75,1	63,4	68,1	25,2	8,7
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + вермикомпост (5 т/га)	64,1	73,1	62,3	66,5	23,6	7,1
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + кроличий помет (10 т/га)	64,5	73,7	62,4	66,9	24,0	7,5
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + сульфат магния (Mg ₈)	58,6	68,6	56,8	61,3	18,4	1,9
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + сапонит (Mg ₂₀)	58,7	68,7	57,2	61,5	18,6	2,1
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + сапонит (Mg ₄₀)	61,7	71,9	60,1	64,6	21,7	5,2
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + сапонит (Mg ₆₀)	62,1	72,3	61,3	65,2	22,3	5,8
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + древесная зола (500 кг/га)	60,3	70,7	58,5	63,2	20,3	3,8
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + гидрогумин (4 л/га)	60,1	70,6	58,3	63,0	20,1	3,6
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + гумат рост (4 л/га)	60,3	71,1	59,8	63,7	20,8	4,3
N ₉₀ P ₅₀ K ₉₀	62,3	72,1	60,5	65,0	22,1	5,6
N ₁₂₀ P ₅₀ K ₉₀	63,4	73,2	61,9	66,2	23,3	6,8
N ₁₂₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀	64,0	73,9	63,1	67,0	24,1	7,6
HCP ₀₅	2,8	3,0	2,8	2,9		

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции (кочаны) и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [2, 17–19].

В результате исследований установлено, что применение минеральных и органических удобрений, а также агроメリорантов и гуминовых препаратов оказало существенное влияние на урожайность капусты белокочанной. Определенное влияние на урожайность капусты белокочанной оказали погодные условия. Так, урожайность кочанов в 2022 г. составила 39,8–65,7 т/га, в 2023 г. – 52,1–75,1 т/га, в 2024 г. – 36,7–63,4 т/га при средней товарности 85 %.

В среднем за три года исследований применение минеральных удобрений увеличило урожайность капусты белокочанной на 16,5–24,1 т/га при сборе кочанов 59,4–67,0 т/га. Увеличение дозы азота с N_{60} на фоне $P_{50}K_{90}$ до N_{90} способствовало существенному увеличению прибавки урожая на 5,6 т/га. Дальнейшее увеличение дозы азота до 120 кг/га д. в. способствовало лишь тенденции увеличения урожайности на 1,2 т/га, до 150 кг/га д. в. при дробном внесении – на 2,0 т/га ($HPC_{05} = 2,9$ т/га).

Органические удобрения, в т. ч. подстилочный навоз КРС, вермикомпост и кроличий помет в системе удобрения сельскохозяйственных культур, в т. ч. и капусты белокочанной, являются важной составной частью научно-обоснованной системы удобрения, т. к. обеспечивают не только увеличение продуктивности, но и воспроизводство почвенного плодородия [8, 15, 20–24].

В наших исследованиях применение при возделывании капусты белокочанной 40 т/га подстилочного навоза КРС обеспечило прибавку урожая 8,7 т/га, 5 т/га вермикомпоста – 7,1 т/га, 10 т/га кроличьего помета – 7,5 т/га при общей урожайности кочанов 66,5–68,1 т/га. Следует отметить, что полная органоминеральная система удобрения, включающая применение 40 т/га навоза + $N_{60}P_{50}K_{90}$, способствовала максимальной урожайности капусты белокочанной в исследованиях – 63,4–75,1 т/га.

В юго-западной части Республики Беларусь обнаружены залежи базальтов, при добыче которых извлекаются в качестве дополнительного сырья сапонитсодержащие базальтовые туфы. Основу сапонитсодержащих базальтовых туфов составляет сапонит $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3}[(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$, глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (смакитов) [25–28].

Сапонитсодержащие базальтовые туфы являются прежде всего источником магния, среднее содержание которого составляет 6,53–9,87 % (MgO). Наряду с магнием, в составе сапонитсодержащих базальтовых туфов присутствует целый ряд макро- и микроэлементов: K_2O – 0,79–3,46 %, $N_{общ.}$ – 0,14–0,18 %, P_2O_5 – 0,22–0,24 %, Na_2O – 2,31–3,29 %, CaO – 0,04–1,94 %, FeO – 17,06–24,20 %, Al_2O_3 – 11,50–14,49 %, SiO_2 – 41,82–57,12 %, подвижные соединения Mn – 162,39 мг/кг, Co – 4,45 мг/кг, Zn – 35,37 мг/кг, Cu – 51,69 мг/кг.

Внесение в предпосевную культивацию 243–729 кг/га сапонитсодержащих базальтовых туфов, что эквивалентно 20–60 кг/га д. в. магния, увеличило урожайность капусты белокочанной на 2,1–5,8 т/га с лучшей агрономической эффективностью при применении Mg_{40} – прибавка урожая составила 5,2 т/га, общая урожайность капусты белокочанной – 64,6 т/га. Внесение под предпосевную культивацию 500 кг/га древесной золы, которая относится к местным видам агроメリорантов [29], увеличило сбор кочанов на 3,8 т/га при общей урожайности 63,2 т/га. некорневая обработка капусты белокочанной сульфатом магния, который относится к традиционным магниевым удобрениям, обеспечила лишь тенденцию увеличения урожайности капусты белокочанной на 1,9 т/га.

В современной земледелии важной составной частью агротехнологий является применение гуминовых препаратов, которые оказывают разностороннее положительное влияние на урожайность и качество товарной продукции различных сельскохозяйственных культур [30–35].

В наших исследованиях двукратная некорневая обработка капусты белокочанной гуминовыми препаратами гидрогумин и гумат рост обеспечила увеличение урожайности на 3,6–4,3 т/га при общей урожайности кочанов 63,0–63,7 т/га.

Увеличение урожайности капусты белокочанной в удобренных вариантах во-многом было обеспечено лучшими показателями структуры урожая, в частности более высокой массой и диаметром кочана (табл. 2). Так, применение удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов увеличило массу кочана капусты белокочанной в среднем за три года исследований с 1261,0 до 1747,8–2000,7 г, диаметр кочана – с 15,9 до 17,3–18,0 см.

Наряду с показателями урожайности, важное значение в оценке эффективности возделывания сельскохозяйственных культур имеют качественные характеристики, которые и определяют ценность той или иной товарной продукции [4, 36].

Таблица 2. Элементы структуры урожая капусты белокочанной в зависимости от применения удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов

Вариант	Масса кочана, г				Диаметр кочана, см			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Ø	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Ø
Без удобрений	1170,3	1533,1	1079,6	1261,0	14,8	18,4	14,4	15,9
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	1670,2	1981,9	1591,3	1747,8	16,5	19,1	16,4	17,3
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	1931,3	2207,1	1863,7	2000,7	17,4	19,4	17,2	18,0
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + вермикомпост	1883,4	2148,5	1831,8	1954,6	16,9	19,3	16,9	17,7
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + кроличий помет	1895,6	2165,8	1834,8	1965,4	17,1	19,4	17,0	17,8
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₈	1722,1	2017,5	1671,2	1803,6	16,7	19,0	16,3	17,3
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₂₀	1725,5	2019,5	1682,9	1809,3	16,8	19,1	16,5	17,5
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₄₀	1814,8	2113,0	1768,5	1898,8	17,2	19,3	16,8	17,8
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Mg ₆₀	1827,3	2125,2	1802,9	1918,5	17,3	19,4	17,0	17,9
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + древесная зола	1774,8	2077,6	1721,6	1858,0	16,9	19,2	16,7	17,6
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + гидрогумин	1768,9	2077,3	1714,7	1853,6	16,7	19,1	16,7	17,5
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + гумат роста	1773,1	2090,4	1761,3	1874,9	16,8	19,3	16,8	17,6
N ₉₀ P ₅₀ K ₉₀	1832,9	2120,3	1783,2	1912,1	16,9	19,3	16,9	17,7
N ₁₂₀ P ₅₀ K ₉₀	1863,2	2151,8	1824,6	1946,5	16,7	19,4	17,0	17,7
N ₁₂₀₊₃₀ P ₅₀ K ₉₀	1882,2	2172,6	1859,9	1971,6	16,9	19,4	16,9	17,7
НСР ₀₅	87,2	101,3	85,8	91,4	0,8	0,9	0,8	0,8

Содержание сырого протеина в кочанах капусты белокочанной в наших исследованиях в меньшей мере зависело от удобрения варианта и по годам исследования варьировало в следующих пределах: сырой протеин – 8,7–12,4 %, сырой жир – 1,6–2,9 %, сырая зола – 5,9–7,9 %, сырая клетчатка – 8,1–16,1 %, каротин – 2,8–3,4 мг/кг, витамин С – 48,3–55,4 мг/100 г, n – 1,39–1,98 %, p₂₀₅ – 0,72–0,89 %, K₂O – 1,76–2,05 %, CaO – 0,38–0,84 %, MgO – 0,17–0,34 %. Содержание нитратов во всех опытных вариантах находилось в пределах ПДК (ПДК = 500 мг/кг).

Применение удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов обеспечило также высокие показатели экономической эффективности: чистый доход оказался 0,37–0,54 руб/м², рентабельность – 100–320 %. Общий чистый доход при возделывании капусты белокочанной, согласно технологической карте, в среднем составляет 0,28 руб/м² с рентабельностью 7 % [37].

Заключение

Применение минеральных и органических удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов оказывает существенное влияние на урожайность и качество товарной продукции капусты белокочанной на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне фосфорных и калийных удобрений увеличило урожайность капусты на 16,5–24,1 ц/га при лучших показателях агрономической эффективности в варианте с внесением N₉₀P₅₀K₉₀: прибавка урожая – 22,1 ц/га, общая урожайность кочанов – 65,0 ц/га, содержание сырого протеина – 11,6 %, витамина С – 53,1 мг/100 г.

Применение органических удобрений (подстилочный навоз КРС, вермикомпост, кроличий помет) на фоне НРК способствовало возрастанию урожайности капусты белокочанной на 7,1–8,7 т/га, агроメリорантов (сапонитсодержащие базальтовые туфы, древесная зола) – на 2,1–3,8 т/га, гуминовых препаратов (гидрогумин, гумат роста) – на 3,6–4,3 т/га при общей урожайности кочанов 61,5–68,1 ц/га.

Чистый доход комплексного применения минеральных и органических удобрений, агроメリорантов и гуминовых препаратов при возделывании капусты белокочанной оказался 0,37–0,54 руб./м² с рентабельностью 100–320 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваш богатый огород / А. П. Шкляр, С. А. Банадышев, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Сачивко, Е. В. Значение и сортовое разнообразие различных видов капусты огородной / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 54–56.
4. Сачивко, Е. В. Особенности химического состава различных видов капусты / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 225–226.
5. Šamec, D. White cabbage (*Brassica oleracea* var. *capita* f. *alba*): botanical, phytochemical and pharmacological overview / D. Šamec, I. Pavlović, B. Salopek-Sondi // Phytochemistry Reviews. – 2017. – Vol. 16, No. 1. – P. 117–135.
6. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2023. – 300 с.
7. Аутко, А. А. Экономическая оценка агроприемов выращивания капусты белокочанной / А. А. Аутко, Г. И. Гануш, А. Р. Аксенюк // Овощеводство. – 2010. – Т. 18. – С. 211–217.
8. Бобренко, И. А. Эффективность применения органического удобрения на основе куриного помета под капусту белокочанную / И. А. Бобренко, В. П. Кормин, Н. В. Гоман // Вестник ОГАУ. – 2017. – № 4 (28). – С. 13–19.

9. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
10. Вирченко, И. И. Совершенствование системы питания при выращивании отечественных гибридов капусты белокочанной / И. И. Вирченко, Г. А. Костенко // Картофель и овощи. – 2020. – № 1. – С. 9–11.
11. Гончаренко, В. Е. Альтернативная система удобрения, ее влияние на урожайность и качество капусты белокочанной позднеспелой / В. Е. Гончаренко, А. Ф. Мозговский // Овощи России. – 2014. – № 4 (25). – С. 72–77.
12. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина, Н. П. Купреенко, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
13. Сачивко, Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 216–217.
14. Совершенствование элементов технологии выращивания капусты белокочанной в Нечерноземной зоне России / А. Э. Маркарова, М. Ю. Маркарова, О. А. Разин, С. М. Надежкин // Известия ФНЦО. – 2021. – № 3–4. – С. 84–88.
15. Степуро, М. Ф. Урожай и качество капусты белокочанной в зависимости от системы применения удобрений в условиях Беларуси / М. Ф. Степуро // Картофель и овощи. – 2012. – № 8. – С. 24–25.
16. Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак, Е. Ф. Валейша, Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
18. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
19. Технология возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко, В. К. Пестис, В. В. Гракун [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 614 с.
20. Босак, В. М. Агрэкалагічныя аспекты выкарыстання арганічных угнаенняў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамьянкова // Хімічная тэхналогія і тэхніка. – Минск: БГТУ, 2025.
21. Босак, В. М. Асаблівасці выкарыстання вермікампаста ў аграбіяцэнозе / В. М. Босак, В. М. Марцуль, С. Л. Максімава // Вермікультывіраванне і вермікультывіраванне як аснова экалагічнага земледзяння ў XXI веку: дасягненні, праблемы, перспектывы. – Минск, 2013. – С. 57–61.
22. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
23. Босак, В. Н. Эффективность применения вермикомпоста при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, С. Л. Максимова, О. Н. Марцуль // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 3. – С. 31–34.
24. Марцуль, В. М. Біягумус у сістэме ўгнаення сельскагаспадарчых культур / В. М. Марцуль, В. М. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 191–192.
25. Босак, В. Н. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Картофелеводство и овощеводство. – 2023. – Т. 1. – С. 294–301.
26. Новые виды агромелиорантов и перспективы их применения в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич, Н. В. Улахович // Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 156–159.
27. Применение агромелиорантов при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 18 с.
28. Bosak, V. Application of saponite-containing basaltic tuffs to improve the cultivation of agricultural plants / V. Bosak, T. Sachyuka // Аграрная наука – сельскому хозяйственному производству Евразии. – Улаанбаатар: МАН, 2023. – С. 284–286.
29. Применение древесной золы при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич, Н. В. Улахович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 56–59.
30. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений и гуминовых препаратов на урожайность чечевицы / В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2024. – Т. 64. – С. 27–32.
31. Применение гуминового препарата Гумат Рост в земледелии / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Улахович [и др.]. – Минск, 2024. – 14 с.
32. Применение гуминового удобрения Гумат Рост с КАС / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, И. И. Сергеева [и др.]. – Минск, 2025. – 11 с.
33. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, А. В. Шарапов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.
34. Сачивко, Е. В. Применение гуминовых удобрений при возделывании капусты белокочанной / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак, И. И. Сергеева // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2025.
35. Улахович, Н. В. Агрэканамічная эфектыўнасць прымянення гуміновых прэпаратаў пры возделывании зернобобовых культур / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2025.
36. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
37. Мастеров, А. С. Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания среднепоздней капусты белокочанной / А. С. Мастеров, М. М. Леонов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 119–122.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

А. В. ДУБИНА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: d1264686@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.01.2025)

В статье предоставлены результаты исследований за 2022–2024 гг. по изучению влияния способов полива на биохимические показатели сортов земляники садовой.

Приводятся результаты биохимического анализа свежих ягод земляники садовой, в условиях северо-восточной части Беларуси по содержанию сухих веществ, сахаров, кислотности и витамина С. Выявить различия между сортами земляники садовой и вариантами опыта по биохимическому составу ягод. Различия по содержанию сухого вещества между вариантами в зависимости от сорта составили 1,03–1,3 раза, от года – 1,5–2,25 раза. Наиболее высоким содержанием сухого вещества характеризовались сорта Кимберли, Азия, Флоренс. Содержание витамина С во всех вариантах опыта составило 59,8–91,5 мг%. По содержанию витамина С различия у выращиваемых сортов земляники садовой между вариантами опыта составили от 1,06 раза до 1,14 раза, в зависимости от года 1,23–1,32 раза. Содержание растворимых углеводов в зависимости от сорта и года находилось в пределах 4,10–12,0 %. Между вариантами различия отмечены в диапазоне от 1,32 до 2,31 раза. Наибольшие различия по содержанию растворимых углеводов у сортов между вариантами опыта наблюдались в 2022 году – 2,72 раза.

Сахарокислотный индекс (СКИ) у ягод земляники садовой составил в зависимости в годы выращивания и варианта от 6,41 до 28,85. Более высоким показателем СКИ характеризовались варианты мульчирование + капельный полив + фертигация, дождевание и дождевание + фертигация.

Ключевые слова: земляника садовая, сорт, полив, витамин С, сахара, сухое вещество.

The article presents the results of research for 2022–2024 on the effect of irrigation methods on the biochemical parameters of garden strawberry varieties.

The results of a biochemical analysis of fresh garden strawberry berries grown in the northeastern part of Belarus are presented for the content of dry matter, sugars, acidity and vitamin C. We identified the differences between garden strawberry varieties and experimental variants for the biochemical composition of berries. The differences in dry matter content between the variants, depending on the variety, were 1.03–1.3 times, and 1.5–2.25 times depending on the year. The Kimberly, Asia, and Florence varieties were characterized by the highest dry matter content. The vitamin C content in all experimental variants was 59.8–91.5 mg%. In terms of vitamin C content, the differences in the cultivated garden strawberry varieties between the experimental variants ranged from 1.06 to 1.14 times, and 1.23–1.32 times depending on the year. The content of soluble carbohydrates, depending on the variety and year, was within 4.10–12.0 %. Between the variants, differences were noted in the range from 1.32 to 2.31 times. The greatest differences in the content of soluble carbohydrates in varieties between the experimental variants were observed in 2022 – 2.72 times.

The sugar-acid index (SAI) of garden strawberries ranged from 6.41 to 28.85 depending on the years of cultivation and the variant. The variants of mulching + drip irrigation + fertigation, sprinkling and sprinkling + fertigation were characterized by a higher SAI value.

Key words: garden strawberry, variety, irrigation, vitamin C, sugars, dry matter.

Введение

Земляника садовая во многих странах является одной из ведущих ягодных культур для промышленного возделывания. Большая популярность культуры обусловлена ее достоинствами: высокая рентабельность возделывания, хороший вкус и большая питательная ценность ягод. В ягодах земляники содержится до 10 % сахаров, 1,3 % органических кислот, 120 мг % витамина С, 750 мг % Р-активных веществ, 5 мг % витамина В9 (фолиевой кислоты), а также калий, кальций, фосфор, магний, кремний, медь, железо [1, 2].

Крупнейшими производителями плодов земляники являются Китай, США, Мексика, Турция, Египет, Испания, Корея, Россия, Польша, Япония.

Земляника садовая относится к роду *Fragaria* L., семейству *Rosaceae* Juss., виду *Fragaria* × *ananassa* Duch. (*F. grandiflora* Ehrh.) [3].

Плоды земляники обладают превосходным вкусом и тонким ароматом, широко используются в свежем и переработанном виде. Употребление ягод в пищу положительно влияет на организм человека – улучшается работа сердца, повышается работоспособность и выносливость [4, 5].

Землянику садовую называют королевой ягод. К ее несомненным достоинствам следует отнести скороплодность, созревание в ранние сроки, растянутый период плодоношения (до 1,5 месяцев), высокую урожайность и диетический вкус. Кроме привлекательного внешнего вида, нежного вкуса и изысканного аромата земляника обладает массой полезных свойств. Содержание железа в землянике в четыре раза больше чем в яблоках, винограде и ананасе [6].

При выращивании ягодных культур особое внимание уделяется качеству плодов. Важным показателем плодов, употребляемых в свежем виде, является вкус, который зависит от химического состава ягод. К показателям, определяющим качество ягод земляники, относятся сухое вещество, сахара, орга-

нические кислоты и витамин С. Качество плодов земляники существенно зависит от сортовых особенностей, но может заметно изменяться под действием факторов внешней среды. Обменные процессы в растениях связаны с условиями освещения, водоснабжения и суммы активных температур. Для ранних сортов земляники садовой требуется за вегетацию сумм активных температур 1660 °С [7].

В связи с этим целью исследований явилось изучение биохимического состава сортов земляники садовой от способа полива.

Основная часть

Исследования проводились в 2022–2024 гг. на опытном поле кафедры плодоовощеводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

Исследования проведены согласно общепринятой методике «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [8].

Схема опыта включала следующие варианты: I контроль; II мульчирование + капельный полив; III мульчирование + капельный полив + фертигация; IV дождевание; V дождевание + фертигация.

В качестве мульчирующего материала использовали черную пленку. Рядовая схема посадки растений на грядах 80 × 25 см. Размещение сортов рандомизированное, повторность трехкратная. Объектами исследований являлись сорта земляники садовой Кимберли, Азия, Флоренс, Зенга-Зенгана, Альба. Для закладки опыта использовали рассаду «фриго» класс: А+ экстра,

В ходе проведения исследований проводили фенологические наблюдения (дата цветения, начало плодоношения), учет урожайности и качества продукции.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б. А. Доспехову [9] на ПЭВМ IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ Биостат, Microsoft Excel 7.0

Метеорологические условия при проведении исследований отличались по температурным показателям, количеству атмосферных осадков, как по годам, так и от средних многолетних данных, что соответственно оказало влияние на качественный состав ягод. Среднемесячные температуры вегетационного периода 2022 года имели значительное отличие от средних многолетних. В целом отмечены превышения среднемесячных температур в июне в пределах 2,4 °С. В мае среднемесячная температура была на 2,1 °С ниже средней многолетней. Колебания температур по декадам в некоторых случаях были более существенными. Отмечены более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были в I и III декаде июня (на 2,6 °С и 3,3 °С), I декаде июля (на 5,2 °С). Более низкие температуры были в I–III декаде мая (на 1,9–2,4 °С), во II декаде июля ниже средней многолетней.

Для режима осадков вегетационного периода 2022 года были характерны существенные особенности. Количество осадков с избыточным увлажнением, сформировавшееся после таяния снега в начале апреля, в дальнейшем было обусловлено дефицитом влаги в конце июля.

Среднемесячные температуры вегетационного периода 2023 года отмечены превышением среднемесячных температур в пределах на 2,7 °С в апреле. В мае минимальная температура (до -4 °С) наблюдалась в первой декаде. В июне среднемесячная температура была на 1,0 °С выше средней многолетней. Колебания температур по декадам так же были достаточно существенными. Более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были отмечены в I–III декаде апреля (на 3,1 °С, 3,8 °С и 1,5 °С), II декаде мая (на 2,5 °С) и II декаде июня (на 2,6 °С). Более низкие температуры были отмечены в I декаде мая – на 4,0 °С ниже средней многолетней.

Для режима осадков вегетационного периода 2023 года были характерны засушливые условия. На 49,5, 29,9, мм осадков выпало меньше в мае, июне соответственно по сравнению со средними многолетними данными. Превышение среднемноголетних данных на 9,7–31,9 мм отмечено в I декаде апреля и III декаде июня и июля. Существенный дефицит влаги отмечался в мае, июне и августе (на 4,8–19,4 мм меньше средней многолетней осадков выпало в I–III декадах).

Температуры вегетационного периода 2024 года отмечались превышением среднемесячных температур 2,6–3,0 °С в июне, июле. Колебания температур по декадам характеризовались той же тенденцией. Максимальная температура 31,8 °С отмечена I июня.

Вегетационный период 2024 года был отмечен существенными колебаниями по сравнению со средней многолетней. В 1,4, раза больше атмосферных осадков выпало в июле, на 14,9 мм меньше осадков выпало в июне по сравнению со средними многолетними.

В настоящее время одним из элементов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является капельный полив. Этот вид орошения позволяет выращивать растения, снижая расход воды и сокращая водную эрозию. Один из современных способов удобрения – фертигация. Преимуществом такого внесения является возможность доставки в зону поглощательной активности корней количества удобрений, необходимого растениям в определенную фенофазу.

Наиболее важными показателями биохимического состава плодов земляники является содержание сухих веществ, сахаров, органических кислот и витамина С [10].

Биохимический состав ягод сортов земляники в вариантах опыта по годам характеризовались достоверностью различий между сортами и вариантами опыта (таб.).

Влияние режимов полива на биохимический состав ягод земляники садовой

Варианты опыта	Сорт	Сухое вещество, %			Витамин С, мг/100 г			Общая кислотность, %			Растворимые углеводы, %			СКИ		
		2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
I контроль	Ким-берли	7,59	10,17	10,58	69,0	70,40	70,40	0,544	0,416	0,704	4,92	12,00	5,40	9,04	28,85	7,67
II мульчирование + капельный полив		9,53	9,53	10,98	65,5	71,80	89,80	0,320	0,448	0,640	8,15	4,60	5,56	25,47	10,26	8,69
III мульчирование + капельный полив + фертигация		9,77	10,16	10,66	63,4	65,50	82,80	0,512	0,448	0,448	7,01	7,70	4,92	13,69	17,19	10,98
IV дождевание		9,49	8,62	8,07	71,8	68,20	89,70	0,608	0,544	0,448	8,15	6,70	6,70	13,40	12,32	14,96
V дождевание + фертигация		9,52	9,24	10,70	70,4	70,40	82,8	0,576	0,480	0,608	8,36	8,20	4,92	14,51	17,08	8,09
I контроль	Азия	9,68	11,32	10,18	62,1	65,50	73,90	0,544	0,512	0,640	9,65	9,50	1,05	17,13	18,55	1,64
II мульчирование+капельный полив		10,59	12,05	11,67	69,0	70,40	88,00	0,512	0,512	0,800	6,20	7,00	6,20	12,11	13,67	7,75
III мульчирование+капельный полив+фертигация		9,44	9,96	10,23	68,5	75,40	82,60	0,544	0,576	0,640	6,04	10,00	4,92	11,10	17,36	7,69
IV дождевание		10,95	11,35	8,82	66,9	62,10	69,00	0,384	0,608	0,800	7,01	4,40	5,88	18,26	7,24	7,35
V дождевание+фертигация		11,33	9,91	8,18	65,5	64,90	86,20	0,448	0,512	0,672	7,33	5,70	4,61	16,36	11,13	6,86
I контроль	Зенга-Зенгана	8,07	8,50	8,89	65,5	64,60	82,80	0,480	0,608	0,544	7,33	4,30	4,92	15,27	7,07	9,04
II мульчирование+капельный полив		10,4	6,95	8,17	73,9	72,40	89,80	0,448	0,576	0,576	5,88	5,60	5,88	13,13	9,72	10,20
III мульчирование+капельный полив+фертигация		8,51	9,77	9,56	65,5	63,40	93,00	0,448	0,640	0,480	6,52	11,30	5,40	14,55	17,66	11,25
IV дождевание		9,94	8,16	9,15	62,1	63,40	91,50	0,544	0,672	0,576	9,15	9,50	5,40	16,82	14,14	9,38
V дождевание+фертигация		9,05	9,02	9,02	62,1	68,20	91,50	0,640	0,544	0,416	9,15	6,40	5,56	14,30	11,76	13,37
I контроль	Флоренс	8,44	11,67	11,58	59,8	71,80	82,60	0,736	0,640	0,480	8,65	4,10	5,08	11,75	6,41	10,58
II мульчирование+капельный полив		9,43	8,92	12,55	62,1	62,80	77,40	0,640	0,544	0,512	8,48	4,90	6,20	13,25	9,01	12,11
III мульчирование+капельный полив+фертигация		10,72	8,51	11,24	63,4	70,40	69,00	0,640	0,608	0,608	8,15	8,20	5,72	12,73	13,49	9,41
IV дождевание		9,93	8,57	9,18	59,8	62,10	86,20	0,672	0,544	0,640	9,48	5,40	5,40	14,11	9,93	8,44
V дождевание+фертигация		8,63	10,18	8,07	59,8	70,40	69,00	0,576	0,640	0,384	5,72	5,90	5,08	9,93	9,22	13,23
I контроль	Альба	8,42	8,64	7,69	63,4	63,40	79,00	0,448	0,672	0,800	5,40	5,90	4,61	12,05	8,78	5,76
II мульчирование+капельный полив		8,91	5,34	9,31	59,8	73,90	79,30	0,544	0,480	0,960	9,48	7,00	4,92	17,43	14,58	5,13
III мульчирование+капельный полив+фертигация		6,57	10,65	10,02	70,4	68,20	79,30	0,512	0,512	0,640	5,56	4,80	6,20	10,86	9,38	9,69
IV дождевание		12,9	9,90	7,86	64,6	62,80	82,60	0,672	0,480	0,928	5,56	7,50	5,40	8,27	15,63	5,82
V дождевание+фертигация		7,74	8,97	10,39	63,4	73,90	82,60	0,480	0,736	0,800	6,70	8,60	4,29	13,96	11,68	5,36
НСР ₀₅	Фактор А: сорт	0,445	0,448	0,459	3,058	F _Ф <F ₀₅	3,859	0,025	0,026	0,030	0,351	0,344	0,248			
	Фактор В: вариант	0,445	0,448	0,459	F _Ф <F ₀₅	3,187	3,859	0,025	0,026	0,030	0,351	0,344	0,248			
	АВ	0,199	0,200	0,205	1,368	1,425	1,726	0,011	0,012	0,013	0,157	0,154	0,111			

По содержанию сухого вещества в 2022–2024 гг. отмечались различия у сортов между вариантами опыта и по годам. Наиболее высокое содержание сухого вещества отмечено в контрольном варианте в 2023 и 2024 гг. у сортов Кимберли (10,17 % и 10,58 %), Азия (11,32 % и 10,18 %) и Флоренс (11,67 % и 11,58 %). Среди других вариантов следует выделить мульчирование + капельный полив + фертигация, дождевание + фертигация, которые по годам отличались более высоким содержанием сухого вещества в плодах. У сортов земляники садовой различия по содержанию сухого вещества между вариантами составили у Кимберли – 1,03 раза, Азия – 1,16, Зенга-Зенгана – 1,09, Флоренс – 1,17 и Альба – 1,3 раза, по годам от 1,72 раза в 2022 г. до 2,25 – в 2023 и 1,5 раза в 2024 г. Наиболее высоким содержанием сухого вещества характеризовались сорта Кимберли, Азия, Флоренс.

Содержание витамина С во всех вариантах наблюдалось на достаточно высоком уровне (59,8–91,5 мг%). Высоким содержанием витамина С в 2022 году характеризовались сорта Азия, Зенга-Зенгана. Различия по данному показателю между вариантами у сортов составили от 1,06 раза (Альба) до 1,14 раза (Азия), по годам от 1,23 раза в 2022 г. до 1,21 – в 2023 и 1,32 раза в 2024 г.

Содержание растворимых углеводов в зависимости от сорта и варианта имело различие в диапазоне от 1,32 (Флоренс) до 2,31 (Кимберли). Наиболее значимые различия у сортов между вариантами опыта наблюдались в 2022 году – 2,72 раза.

Сахарокислотный индекс (СКИ) повышен в вариантах опыта в годы исследований у ягод земляники садовой всех сортов в вариантах мульчирование + капельный полив + фертигация, дождевание и дождевание + фертигация. В отдельные годы отмечено снижение общей кислотности в вариантах опыта по отношению к контролю.

Заключение

В целом, сложившиеся климатические условия позволили выявить различия между сортами по биохимическому составу ягод. Высоким содержанием сухого вещества характеризовались сорта Кимберли в вариантах: мульчирование + капельный полив + фертигация, дождевание + фертигация. Установлены различия по содержанию сухого вещества между вариантами у сортов – 1,03–1,3 раза, в зависимости от года – 1,5–2,25 раза. В среднем высокое содержание сухого вещества отмечалось у сортов Кимберли, Азия, Флоренс. Содержание витамина С во всех вариантах опыта отмечено на достаточно высоком уровне – 59,8–91,5 мг%. Различия у сортов между вариантами составили от 1,06 до 1,14 раза, между годами 1,23–1,32 раза. По содержанию растворимых углеводов в зависимости от сорта и варианта различия отмечены в диапазоне от 1,32 до 2,31 раза. Наибольшие различия наблюдались у сортов между вариантами опыта в 2022 году – 2,72 раза.

Сахарокислотный индекс (СКИ) у ягод земляники садовой был более высоким в вариантах мульчирование + капельный полив + фертигация, дождевание и дождевание + фертигация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ягодные культуры в Центральном регионе России / И. В. Казаков [и др.]; под ред. академика И. В. Казакова. – Брянск: изд-во Брянской ГСХА, 2009. – 208 с.
2. Мотылева, С. М. Минеральный состав растений земляники: SEM – EDS и ВЭЖХ – анализ золы плодов / С. М. Мотылева, И. М. Куликов, Л. А. Марченко // Научные труды V Съезда физиологов СНГ, V Съезда биохимиков России. Конференции ADFLIM. – Сочи – Дагомыс, 2016. – С. 222.
3. Айтжанова, С. Д. Адаптивный и продуктивный потенциал новых сортов и отборов земляники / С. Д. Айтжанова // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России. – 2008. – №1. – С. 3.
4. Атрощенко, Г. П. Оценка сортов земляники на пригодность к промышленному возделыванию и размножению в условиях Северо-Запада России / Г. П. Атрощенко, С. Ф. Логинова, Н. А. Савенок // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : сб. науч. трудов междунар. науч.-практ. конф., 28–30 января 2016 г., Санкт-Петербург-Пушкин: в 2 ч. – СПб., 2016. – ч. 1. – С. 18–21.
5. Закотин, В. С. Земляника. Биологические особенности продуктивности: монография / В. С. Закотин. – М: Издательство «Офсет», 2015. – 100 с.
6. Айтжанова, С. Д. Садовая земляника / С. Д. Айтжанова, И. И. Чухляев. – Брянск, 2005. – 94 с.
7. Ежов, Л. А. Творческий сад: Вопросы планировки, подбора культур, сортов, их размещения, технологии размещения и выращивания в условиях любительского сада / Л. А. Ежов. – Пермь, 2003. – 223 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Волощенко, С. С. Особенности химического состава ягод земляники в условиях Белгородской области / С. С. Волощенко [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.

МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ДАЙКОНА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

ДЭН ЖУЦЗЕ, В. В. СКОРИНА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: skorina@list.ru

(Поступила в редакцию 21.01.2025)

В статье предоставлены результаты исследований за 2022–2024 гг. по оценке интродуцированных сортов образцов дайкона, которые оценивались на опытном поле кафедры плодовоовощеводства по основным морфо-биологическим признакам: количество листьев, длина и ширина листа, длина и диаметр корнеплода, образование цветоносов в период выращивания. Условия северо-восточной части Беларуси, в которых проводились исследования по изучению сортов образцов дайкона, характеризуются умеренно теплым летом и сравнительно холодной зимой, что позволило выявить различия по основным изучаемым признакам.

При посеве сортов образцов дайкона 16–22 июля к периоду уборки число листьев в среднем за три года составило 7,66–16,6 шт. Установлена минимальная и максимальная длина и ширина листа у интродуцированных сортов образцов по годам исследований. Выявлены сорта образцы обладающие склонностью (Дуанье 13, DF Биючун, Сякан 40) и устойчивостью к цветущности (520, Московский белый, Гуань Ши Чуньцзе, Ман Танхонг, Да Хунфэн, Гастинец, Саша).

Разница по длине корнеплода между сорта образцами в среднем за три года составила 1,0–6,3 раза, между годами от 1,2 до 7,6 раза. Выделены сорта образцы с наибольшим диаметром корнеплода: Сердце Подмосковья, Хунхуаюйцуй, Чуньлиган, Байючунь, Ханьцзян Сюэлян, Фэнцян, Саша, Красный Подмосковский, Чунбайю, Дуанье 13, Чунбулао Цзюэцинван.

Изучаемые сорта образцы характеризующиеся высокими показателями корнеплода и обладающие устойчивостью к цветущности могут быть рекомендованы в селекционной работе в качестве источников хозяйственно полезных признаков и интродукции в условиях зоны выращивания.

Ключевые слова: дайкон, сорт, образец, признак, селекция, интродукция.

The article presents the results of research for 2022–2024 on the assessment of introduced daikon varieties, which were assessed in the experimental field of the Department of Fruit and Vegetable Growing by the main morpho-biological characteristics: the number of leaves, the length and width of the leaf, the length and diameter of the root crop, the formation of peduncles during the growing period.

The conditions of the north-eastern part of Belarus, in which the studies of daikon varieties were carried out, are characterized by moderately warm summers and relatively cold winters, which made it possible to identify differences in the main studied characteristics.

When sowing daikon varieties on July 16–22, by the harvesting period, the average number of leaves over three years was 7.66–16.6 pcs. The minimum and maximum length and width of the leaf in the introduced varieties were established by the years of research. The cultivar samples with a tendency to flowering (Duanye 13, DF Biyuchun, Syakan 40) and resistance to flowering (520, Moskovsky Bely, Guan Shi Chunjie, Man Tanhong, Da Hongfeng, Gastinets, Sasha) were identified.

The difference in root crop length between the cultivar samples on average over three years was 1.0–6.3 times, between years from 1.2 to 7.6 times. The cultivar samples with the largest root crop diameter were identified: Serdtse Podmoskovya, Honghuayut-sui, Chunligang, Baiyuchun, Hanjiang Xuelian, Fengqiang, Sasha, Krasny Podmoskovny, Chunbaiyu, Duanye 13, Chunbulao Jiu-jinwan.

The studied cultivar samples characterized by high root crop indicators and resistance to flowering can be recommended in breeding work as sources of economically useful traits and introduction in the conditions of the growing zone.

Key words: daikon, variety, sample, trait, breeding, introduction.

Введение

Проблема питания населения в современном мире становится все более острой. В решении данного вопроса важная роль отводится овощам, которые обладают высокой продуктивностью и питательной ценностью. Кроме того, овощи являются важнейшим источником витаминов, аминокислот, минеральных солей, микроэлементов, углеводов, фитонцидов и других ценных веществ.

Одним из путей решения данных задач является введение в культуру новых видов перспективных, отвечающих требованиям интенсивных технологий, высокоурожайных овощных культур. Расширение ассортимента овощных растений на основе интродукции дает возможность расширить сроки поступления свежей овощной продукции, увеличить урожайность. Ценной овощной культурой является дайкон, который обладает хорошими вкусовыми качествами, отсутствием остроты, наличием комплекса витаминов, ферментов и других веществ [1].

Культура в условиях Беларуси стала пользоваться большой популярностью, из-за высокой урожайности и относительно короткого вегетационного периода (30–70 дней).

В настоящее время дайкон и редьку-лобу широко возделывают в странах Юго-Восточной Азии. Потребление дайкона (совместно с лобой) на душу населения в год в Японии и Корее составляет от 13 до 35 кг, что в 50–140 раз выше, чем близкородственных им редьки и редиса (250 г) в странах ЕЭС [2, 3].

Дайкон (*Rapbanus sativus* L var. *longipinnatis* Baily) – одно-, двулетнее растение семейства Капустные. Хозяйственно-биологические показатели дайкона позволяют культуре занимать промежуточное положение между редисом и редькой. Культура отличается от традиционных редиса и редьки низким содержанием горчичных масел и характеризуется отличными пищевыми и лекарственными свойствами. Корнеплоды дайкона имеют хрустящую, сочную, нежную мякоть. Дайкон – культура, во многом схожая с редькой и редисом, которую также называют китайской или японской редькой. В Китае и Японии очень популярны корнеплоды и молодые листья дайкона, которые употребляют в пищу свежими, вареными и солеными. Корнеплоды дайкона являются хорошим источником солей калия, поэтому данная культура считается хорошим мочегонным средством. Высокое содержание в корнях растения клетчатки, солей кальция, пектиновых веществ, витаминов и ферментов делают дайкон диетическим продуктом питания. Корнеплоды дайкона применяют также и в медицине для очищения печени и выведения камней из почек. Семядоли и листья растения богаты витамином С и бета-каротином.

Различают четыре группы сортов дайкона – хару (весенние), нацу (летние), они (осенние) и фуло (зимние). В зависимости от конкретного сорта культура различается как по длине периода вегетационного периода, так и размеру и форме корнеплодов.

Самые ранние сорта дайкона созревают через полтора месяца после посева, более поздние – через три-четыре месяца. Форма корнеплодов чаще всего цилиндрическая, округлая или овальная. Диаметр корнеплодов составляет 5–40 см, длина – 10–60 см. Иногда встречаются отдельные корнеплоды длиной 1,5 метра. Одним из методов распространения дайкона для его успешного возделывания является интродукция сортов культуры [4–7].

Рядом исследований подтверждается, что интродукция новых овощных культур из Восточно-Азиатского центра происхождения получила должное распространение в различных регионах не только России, но и других странах. Результатом селекционной работы ФГБНУ ФНЦО явилось создание сорта дайкона Саша и Дубинушка, РУП «Институт овощеводства» – сорта Гастинец. Ряд исследований направлены на изучение особенностей роста и развития дайкона и лобы [8].

В связи с этим целью работы являлось изучение основных морфо-биологических особенностей сортообразцов дайкона при введении в культуру в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Объектами исследований являлись сортообразцы дайкона, интродуцированные из Китая, а также сорта белорусской и российской селекции.

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства Белорусская государственная сельскохозяйственная академия в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Опыты были заложены с соблюдением агротехнических требований по уходу за растениями в течение всего периода наблюдений. В результате проведения исследований проводили фенологические наблюдения, морфологическое описание растений. Повторность опытов трехкратная, размещение делянок рандомизированное [9, 10]. Биохимический анализ растений проводили в химико-экологической лаборатории Белорусская государственная сельскохозяйственная академия по общепринятым методикам, согласно ГОСТам.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б. А. Доспехову [3] на ПЭВМ IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ Биостат, Microsoft Excel 7.0.

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались по температурным показателям воздуха, количеству атмосферных осадков, что способствовало объективной оценке изучаемых сортообразцов по изучаемым признакам.

Посев сортообразцов дайкона в 2022 г. проводили 16 июля, в 2023 г. – 19 и 2024 г. – 22 июля. Начало технической спелости в зависимости от года наступало с 27 сентября по 09 октября.

Перед началом уборки в 2022–2023 гг. количество листьев (табл. 1) в зависимости от образца составляло от 7 до 19 шт., в 2024 г. от 8 до 17 шт. на одном растении. К уборке корнеплодов число листьев в розетке каждого растения в среднем за три года составило 7,66–16,6 шт.

Растения дайкона требуют регулярных поливов. При недостатке влаги в сухую жаркую погоду образуются корнеплоды с дряблой мякотью, а при снижении влажности воздуха до 40 % резко приостанавливается рост и ухудшается качество корнеплодов. Оптимальная температура для роста и развития +18–25 °С. При температуре ниже +15 °С и выше +25 °С и в зависимости от сорта растения склонны к образованию цветоносов [11].

Колебания температур по декадам в 2022 г. в некоторых случаях были более существенными. Отмечены более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были во II и III декаде

августа (на 4,5 °С и 5,6 °С), а также I декаде августа (на 1,8 °С). Более низкие температуры были во II декаде июля и I декаде сентября на 2,6 °С и 4,0 °С ниже средней многолетней.

Количество осадков обусловлено дефицитом влаги в конце июля и особенно в августе. Во II и III декаде августа осадки составляли около 4 % от среднемноголетних значений на фоне повышенных температур воздуха.

Среднемесячные температуры вегетационного периода 2023 года существенно отличались от средних многолетних. Отмечены превышения температур в пределах на 3,4 °С в августе. Более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были отмечены в августе (на 2,7 °С, 3,2 °С и 4,2 °С). Атмосферных осадков на 29,8 мм выпало меньше в августе по сравнению со средними многолетними данными. Превышение среднемноголетних данных на 31,9 мм отмечено в III декаде июля. Существенный дефицит влаги отмечался в августе (на 19,4 мм меньше средней многолетней осадков выпало в I–III декадах).

В 2024 г. в августе отмечено превышение среднемесячной температуры на 3,0 °С. Наибольшее значение температуры, по сравнению со средней многолетней было отмечено во II декаде сентября (на 7,9 °С), III декаде августа, I и II декадах сентября (на 6,1 °С, 5,1 °С и 5,8 °С). На 27,5 мм меньше осадков выпало в августе, по сравнению со средними многолетними. В целом, относительный дефицит влаги ощущался в августе и значительный в сентябре (осадков выпало только 10 % от среднего многолетнего значения).

Из данных, приведенных в табл. 1 следует отметить, что в период формирования вегетативной массы условия для роста корнеплодов были различны. По нашему мнению, сложившиеся климатические условия поспособствовали цветущности некоторых сортов.

Таблица 1. Морфологические признаки интродуцированных сортообразцов дайкона

Сортообразец	Количество цветоносов, %				Количество листьев, шт.	Длина листа, см. мин/макс			Ширина листа, см мин/макс		
	2022г.	2023г.	2024г.	сред-нее		среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.
520	–	–	–	0	10,0	8/32	10/32	–	4/13	4/13	–
Сердце Подмосковья	–	2	–	2,5	13,6	8/39	8/45	9/43	4/20	3/25	4/23
Красный Подмосковский	2	2	3	5	10,6	10/43	11/41	10/42	5/16	4/25	4/24
Московский белый	–	–	–	0	16,6	6/43	7/39	7/40	4/23	3/27	3/26
Чунбайю	26	28	29	70	15,3	8/48	8/43	9/45	3/16	3/19	3,5/21
Дуанье 13	26	24	31	67,5	12,0	9/43	11/52	8/43	4/19	4/25	3,5/19,5
DF Биочун	16	14	15	37,5	11,0	16/46	9/48	10/44	4/18	3/21	4/19
Цзиньша Наньпань чжоу	7	7	6	17,5	12,0	10/39	9/48	11/48	4/15	3/21	4,5/21
Чунбулао Цзюцзинь-ван	8	9	5	17,5	10,6	10/44	10/46	9/41,5	5/18	3/28	4/17
Мал	32	28	31	75	13,6	8/44	8/44	9/45	5/21	4/28	5/26
Чунбао	9	11	12	27,5	11,3	9/48	11/51	8,5/49	4/19	3/20	3/20
Чжэцзян Дачанг	7	5	6	15	13,3	8/40	10/44	9/42	3,6/18	3/21	3,5/21
Сякан 40	40	40	40	100	15,6	6/43	8/41	8/40	3,5/18	4/21	3/19
ГуаньШи Чуньзе	–	–	–	0	11,6	8,5/37	7/42	8/41	4/20,2	3/20	4/21
Да Хонгпао	7	6	5	15	11,0	9/41,5	11/48	10/46	3/19	4/22	3/21
Лу Тоицин	8	9	6	20	12,0	6,5/43	11/46	7/44	4/25,5	5/27	3,5/26
Ман Танхонг	–	–	–	0	10,6	6,5/41	7/40	7/42	4/22,5	4/19	5/21
ГуаньШиЦуйЦин	6	7	6	15	9,3	6,5/47	6/37	7/45	4/18	3/16	4/18
Дэгаоцин	3	5	4	10	11,6	7/39	7/35	6,5/37	3/18	5/16	3/17
Хунхуаюйцуй	2	3	3	7,5	10,6	13/35	7/37	8/35	3/16	4/15	4/17
Да Хунфэн	1	1	3	5	10,3	8/32	8/33	7/33	3/14	3/16	3/15
Чуньлиган	4	3	5	10	8,3	8/36	9/42	8/39	3/13	3/16	3/15
Байючунь	5	4	3	10	12,3	10/42	8/43	9/41	4/19	3/19	4/18
Ханьцзян Сюэлянь	3	3	2	7,5	14,0	10/42	9/38	8/40	4/18	3/16	4/17
Кесинтия	4	5	4	10	7,6	9/36	8/30	9/33	4/15	4/15	4/14
Санчибай	5	7	3	12,5	14,6	4/42	10/45	8/43	3/22	4/22	4/21
Фэнцян	3	3	4	7,5	15,6	9/44	8/49	9/47	4/22	3/20	4/21,5
Гастинец (стандарт)	1	–	1	5,0	9,3	9/38	8/37	8/40	9/31	8/34	6/33
Саша	–	1	–	2,5	8,3	6/34	7/36	6/37	5/30	6/31	7/34

При анализе параметров размера листа следует отметить, что минимальная длина у сортообразцов составила от 6 см в 2022 г. и 2024 г. и до 4 см в 2023 г. Максимальное значение данного признака у сортообразцов дайкона отмечалось от 48 см в 2022 г. и 2024 г. до 49 см в 2023 г. Ширина листа у сортообразцов по годам исследований изменялась от 3 см до 34 см.

Исследования показали, что при данных сроках посева часть растений дайкона в период вегетации зацветала. Склонность к цветущности отмечена у сортов Дуанье 13, DF Биючун, Сякан 40. Высокой устойчивостью к цветущности обладали сортообразцы 520, Московский белый, Гуань Ши Чуньцзе, Ман Танхонг, Да Хунфэн, Гастинец, Саша.

При оценке размеров корнеплода (табл. 2) следует отметить их различия в зависимости от сортообразца и года выращивания. В условиях 2022 г. длина корнеплода варьировала от 6,6 см (Ман Танхонг) до 42,0 см (Ханьцзян Сюэлянь). В 2023 г. минимальное значение данного показателя составило от 9,5 см (Ман Танхонг) до 46 см (Лу Тоицин), в 2024 г. от 9,7 см (Саша) до 50,5 см (Байючунь). В среднем за три года длина корнеплода у сортообразцов варьировала от 9,1 см (Ман Танхонг) до 42,7 см (Ханьцзян Сюэлянь). Разница между образцами по длине корнеплода в 2022 г. составила 1,07–6,3 раза, в 2023 г. – 1,09–4,8, в 2024 г. – 1,0–5,2 раза. В среднем за три года длина корнеплода у сортов составила от 9,1 см (Ман Танхонг) до 42,7 см (Ханьцзян Сюэлянь). Разница по данному признаку между годами составила от 1,2 да 7,6 раза.

Таблица 2. Характеристика корнеплодов интродуцированных сортообразцов дайкона

Сортообразец	Длина корнеплода, см			Диаметр корнеплода, см			Форма корнеплода
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	
520	14,5	12,0	15,6	5,3	5,4	7,7	конусовидно-округлая
Сердце Подмосковья	9,5	12,7	11,5	11,2	14,2	11,6	овально-округлая
Красный Подмосковный	10,5	16,0	17,6	6,5	13,3	10,9	овально-округлая
Московский белый	26,0	42,0	50,0	5,5	11,0	9,5	цилиндрическая
Чунбайю	7,6	15,0	37,5	7,8	16,0	38,0	цилиндрическая
Дуанье 13	11,0	17,0	31,6	7,5	12,0	19,0	цилиндрическая
DF Биючун	10,5	15,0	25,5	8,2	9,5	16,3	цилиндрическая
Цзиньша Наньпаньчжоу	11,0	15,0	34,0	7,5	9,5	18,0	цилиндрическая
Мал	7,7	13,0	29,7	6,1	10,5	16,3	цилиндрическая
Чунбао	9,8	15,3	17,2	7,5	11,3	11,4	округлая
Чунбулао Цзюцзиньван	24,5	28,0	33,3	8,2	14,0	8,6	цилиндрическая
Чжэцзян Дачанг	19,5	35,0	42,0	5,4	11,0	10,9	цилиндрическая
Сякан 40	35,0	26,0	44,0	5,7	6,0	6,9	цилиндрическая
Гуань Ши Чуньцзе	27,0	38,0	42,0	4,5	9,0	8,4	цилиндрическая
Да Хонгпао	16,0	24,0	25,0	7,0	11,0	9,0	цилиндрическая
Лу Тоицин	17,0	46,0	25,3	4,5	8,5	7,9	цилиндрическая
Ман Танхонг	6,6	9,5	11,3	7,0	10,0	10,0	округлая
Гуань Ши Цуй Цин	17,0	24,0	18,5	7,0	7,3	5,9	цилиндрическая
Дэгаоцин	30,5	28,0	37,0	7,5	7,0	7,3	цилиндрическая
Хунхуаюйцуй	36,0	36,0	30,2	9,2	9,2	10,5	цилиндрическая
Да Хунфэн	36,0	22,6	18,0	9,2	8,5	8,1	цилиндрическая
Чуньлиган	20,0	18,5	21,8	8,0	9,0	6,7	цилиндрическая
Байючунь	38,0	38,0	50,5	9,1	9,7	12,2	цилиндрическая
Ханьцзян Сюэлянь	42,0	45,0	41,0	9,0	8,1	8,1	цилиндрическая
Кесинтия	18,5	20,0	18,0	9,0	6,0	8,4	цилиндрическая
Санчибай	39,0	40,0	46,5	9,0	9,6	10,3	цилиндрическая
Фэнцян	30,0	27,0	25,0	9,7	10,0	11,0	цилиндрическая
Гастинец (стандарт)	14,6	17,1	15,8	6,5	6,7	6,1	удлиненно-цилиндрическая
Саша	11,2	10,4	9,7	10,6	10,8	11,0	округлая
НСР ₀₅	0,321	0,181	0,199	0,161	0,238	0,226	

По диаметру корнеплода выявлены достоверные различия. Следует выделить в 2022 г. сорта с наибольшим диаметром корнеплода: Сердце Подмосковья, Хунхуаюйцуй, Чуньлиган, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян, Саша. В условиях 2023 г. наиболее высоким показателем данного признака характеризовались сорта Сердце Подмосковья, Красный Подмосковный, Чунбайю, Дуанье 13, Чунбулао Цзюцзиньван. Наибольший диаметр корнеплода в условиях 2024 г. отмечен у сортов Сердце Подмосковья, Чунбайю, Дуанье 13, DF Биючун, Цзиньша Наньпаньчжоу.

Форма корнеплода была от конусовидно-округлой, овально-округлой, округлой, цилиндрической и удлиненно-цилиндрической. В основном преобладали сорта с цилиндрической формой корнеплода.

Заключение

В условиях северо-восточной части Беларуси для получения высокой продуктивности и стандартных корнеплодов дайкон лучше высевать во второй половине июля. При посеве 16–22 июля к моменту наступления фазы технической спелости у сортообразцов дайкона число листьев по годам составляло от 7 до 19 шт. на одном растении, в среднем за три года – 7,66–16,6 шт.

Установлено, что минимальная длина листа у сортообразцов в зависимости от года составила от 6 см в условиях 2022 г. и 2024 г. и до 4 см в 2023 г., максимальная – от 48 см в 2022 г. и 2024 г. до 49 см в 2023 г. Ширина листа у сортообразцов в годы исследований составляла от 3 до 34 см.

Выявлено, что наиболее склонными к цветущности оказались сорта Дуанье 13, DF Биючун, Сякан 40. Устойчивостью к цветущности обладали сортообразцы: 520, Московский белый, Гуань Ши Чуньцзе, Ман Танхонг, Да Хунфэн (5,0 %), Гастинец (5,0 %), Саша (2,5 %).

Длина корнеплода у сортов варьировала от 6,6 см до 50,5 см. Разница между ними по длине корнеплода в среднем за три года составила 1,0–6,3 раза, между годами – 1,2–7,6 раза.

Выделены сортообразцы с наибольшим диаметром корнеплода: Сердце Подмосковья, Хунхуаюйцуй, Чуньлиган, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян, Саша, Красный Подмосковный, Чунбайю, Дуанье 13, Чунбулао Цзюцзиньван.

В целом сортообразцы, характеризующиеся высокими показателями листового аппарата, корнеплода и обладающие устойчивостью к цветущности могут быть использованы в селекционной работе в качестве источников хозяйственно полезных признаков и интродукции в условиях зоны выращивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононков, П. Ф. Новые овощные растения / П. Ф. Кононков, М. С. Бунин, С. Н. Конокова. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Нива России», 1992. – С. 58–68.
2. Бунин, М. С. Новые овощные культуры России / М. С. Бунин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 408 с.
3. Постоева, М. Н. Получение исходного материала для селекции лобы (*Convar. lobo Szón, et Stankev.*) и усовершенствование способов семеноводства в условиях Нечерноземной зоны России: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / М. Н. Постоева. – М., 2007. – 23 с.
4. Бунин, М. С. Интродукция дайкона в Нечерноземье / М. С. Бунин, С. М. Сычѳв // Картофель и овощи. – 1994. – №3. – С. 24–26.
5. Бунин, С. М. Дайкон – качественно новый для России овощ / С. М. Бунин // Картофель и овощи. – 1992. – № 5–6. – С. 10–14.
6. Лудилов, В. А. Всё об овощах / В. А. Лудилов, М. И. Иванова. – М., 2010. – С. 98–100.
7. Гвоздѳв, М. В. Формирование показателя урожайности сортов дайкона в зависимости от срока посева / М. В. Гвоздѳв, С. В. Жаркова // International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2019. – vol. 9–1
8. Волощенко, В. С. Интродукция дайкона и лобы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В. С. Волощенко. – М., 2000. – 28 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов; Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М: ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства, 2011. – 648 с.
11. Степанов, А. Ф. О сроке посева дайкона в Западной Сибири / А. Ф. Степанов, С. В. Лементович // Научные инновации – аграрному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ, 21 фев. 2018 г. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – С. 928–933.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ТЕРЕБЛЕНИЯ СТЕБЛЕСТОЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА ЭТАПЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОСЫРЬЯ

Н. В. СТЕПАНОВА, Д. П. ЧИРИК

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail: Natali1673@mail.ru

(Поступила в редакцию 21.01.2025)

В полевых и производственных опытах РУП «Институт льна» изучена эффективность трех способов теребления льна-долгунца на этапе первичной переработки льносырья, приготовленного биологическим способом росяной мочки: с одновременным очесом коробочек и расстилом стеблей в одну ленту (ЛК-4А + МТЗ-820 – однофазная уборка); с расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (ТСЛ-2,4 – двухфазная уборка); с промином и расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (Дероортере – двухфазная уборка). Представленные в работе результаты исследований за период 2021–2023 гг. получены в зависимости от плотности стеблестоя льна, формируемой нормой высева семян, и от погодных условий периода приготовления тресты. Установлено, что комбайн прицепной ЛК-4А по сравнению с самоходной теребилкой ТСЛ-2,4 обеспечивает тенденцию к снижению урожайности тресты с гектара посева льна на 5–6 % (на 1,9–2,3 ц/га), волокна – на 5–7 % (на 0,6–0,9 ц/га), в том числе длинного – на 5–7 % (на 0,4–0,6 ц/га). Применение агрегатов ЛК-4А, ТСЛ-2,4 (стандартное теребление стеблестоя) не влияет на номер длинного трепаного и короткого волокна, который повышается с увеличением плотности ценоза. Плющение стеблей в комлевой части не снижает крепость волокна при одновременном подъеме приготовленной тресты. Нарушение целостности соломины льна способствует более быстрой и равномерной по длине стеблей вылежке соломы, о чем свидетельствует улучшение цвета волокна, что очень актуально при приготовлении тресты в условиях дефицита влаги.

Ключевые слова: лен-долгунец, теребление, стеблестой, треста, волокно, урожайность, качество.

In the field and industrial experiments of the RUE "Flax Institute", the efficiency of three methods of fiber flax pulling was studied at the stage of primary processing of flax raw materials prepared by the biological method of dew retting: with simultaneous boll stripping and stem spreading in one strip (LK-4A + MTZ-820 – single-phase harvesting); with stem spreading in two strips without boll stripping (TSL-2.4 – two-phase harvesting); with crushing and stem spreading in two strips without boll stripping (Depoortere – two-phase harvesting). The research results for the period 2021–2023 presented in the paper were obtained depending on the flax stem density formed by the seed sowing rate and the weather conditions of the stock preparation period.

It was found that the trailed combine LK-4A, compared to the self-propelled puller TSL-2.4, provides a tendency to reduce the yield of flax straw per hectare by 5–6 % (by 0.19–0.23 t/ha), fiber – by 5–7 % (by 0.06–0.09 t/ha), including long fiber – by 5–7 % (by 0.04–0.06 t/ha). The use of LK-4A, TSL-2.4 units (standard pulling of stalks) does not affect the number of long scutched and short fiber, which increases with the increase in the density of the cenosis. Crushing of stems in the butt part does not reduce the strength of the fiber with timely lifting of the prepared straw. Violation of the integrity of flax straw contributes to faster and more uniform aging of straw along the length of the stems, as evidenced by the improvement of the fiber color, which is very important when preparing straw under conditions of moisture deficiency.

Key words: flax, pulling, stem, straw, fiber, yield, quality.

Введение

Уборка стеблестоя льна-долгунца может осуществляться способом прямого комбайнирования (однофазная уборка) с одновременным очесом коробочек и расстилом соломы в ленты при использовании прицепных комбайнов типа Двина-4А, ЛК-4А, а также самоходных комбайнов типа КЛС-3,5, Палессе LS35, UNION [4]. При раздельном способе уборки (двухфазная уборка) теребление стеблестоя и расстил соломы проводят с использованием самоходных двухпоточных теребилки типа ТСЛ-2,4, ЛТС-2, Дероортере, а также прицепных и самоходных комбайнов с отключенным очесывающим аппаратом. Очес семенных коробочек осуществляют в поле с использованием подборщиков-очесывателей типа NesaHy, СООЛ-5, или на технологических линиях типа Van Dommele engineering, Дероортере, оборудованных очесывающей машиной.

Двухфазная уборка льна-долгунца дает возможность провести теребление стеблестоя в сжатые сроки, обеспечивает лучшие условия вылежки тресты и, следовательно, сохранение накопленного волокна и его свойств [5]. При тереблении срединная часть стеблей сдавливается ремнями теребильного аппарата, что обеспечивает более быструю её деструкцию. Комлевая часть стеблей не испытывает механических воздействий рабочих органов агрегатов, в ней медленнее проходят процессы отмирания тканей и затруднено проникновение пектолитической микрофлоры на подготовительном этапе росяной мочки соломы. Это приводит к неравномерной вылежке по длине стебля, что отражается на цветности и отделимости волокна от костры, и к снижению показателей качества. Для промина комлевой части стеблей возможно использовать теребильные агрегаты с встроенными или навесными плющильными аппаратами, которые положительно влияют на заготовительный процесс льносырья [6, 7, 8, 9, 10]. В Беларуси в настоящее время данный прием практически не применяется из-за существующего мнения о его отри-

цательном влиянии на прочность волокна (разрывную нагрузку), которая показывает максимальное усилие, выдерживаемое пробой льняного волокна до разрыва.

Целью исследований являлось изучение влияния способов тербления стеблестоя льна-долгунца на физико-механические, органолептические показатели льняного волокна в зависимости от плотности ценоза.

Основная часть

Исследования проводились на полях РУП «Институт льна» в 2021–2023 гг. Эффективность способов тербления льна-долгунца изучалась в засушливых условиях вегетации льна 2021 г. (ГТК Г. Т. Селянинова – 0,79), в слабо засушливых – 2022 г. (ГТК – 1,24) и экстремальных – 2023 г. (ГТК мая – 0,08; июня – 0,68; июля – 3,71; периода вегетации – 1,64). Период вылежки соломы в 2021 и 2023 гг. установлен как оптимальный (ГТК – 1,59 и 1,42 соответственно), в 2022 г. – переувлажненный (ГТК – 1,94).

Посев льна-долгунца осуществлялся комплексным агрегатом Амазоне АД-303 с шириной междурядий 12,5 см и нормой высева семян 20, 24, 26 млн шт/га. Эффективность способов тербления определялась на средней плотности стеблестоя 14,6, 18,1, 19,4 млн шт/га. Уборка проводилась в фазе ранней желтой спелости льна с получением классических производственных лент соломы. Очес коробочек при раздельной уборке проводился на 5–6-й день после тербления стеблестоя самоходным подборщиком-очесывателем Nesaňu с одновременным оборачиванием ленты. Уборку лент приготовленной тресты осуществляли прицепным пресс-подборщиком ПРЛ-150 в сцепке с МТЗ-820. Площадь учетной делянки варианта составляла 500 м².

Изучались три способа тербления стеблестоя: 1) тербление с одновременным очесом коробочек и расстилом стеблей в одну ленту (ЛК-4А + МТЗ-820); 2) тербление с расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (ТСЛ-2,4); 3) тербление с промином и расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (Depoortere). Промин комлевой части стебля осуществлялся плющильным аппаратом тербилки, представляющим собой два соприкасающихся барабана, установленных на выходе из тербильных ремней в начале расстилочного стола. Приготовленная стланцевая треста подвергалась первичной переработке на мяльно-трепальном станке СМТ-200М. Анализ физико-механических, органолептических показателей волокна проводился согласно действующим в стране государственным стандартам: СТБ 1195-2008, СТБ 1850-2009 [11, 12].

Самоходные двухпоточные тербилки (ТСЛ-2,4, Depoortere) с шириной захвата одного потока стеблей 1,2 м и производительностью 1,6–2,4 га/ч обеспечивают быстрое и высокое качество укладки ленты соломы (коэффициенты растянутости ленты – 1,02–1,15). Льнокомбайн прицепной (ЛК-4А), который сегодня должен использоваться больше для семеноводческих посевов нежели для товарных, имеет ширину захвата стеблей 1,52 м, производительность 1,0 га/ч и обеспечивает укладку ленты соломы с коэффициентами растянутости 1,07–1,39.

В среднем за годы исследований сравнительный анализ способов тербления льна-долгунца (механических агрегатов) не установил их существенного влияния на урожайность тресты и волокна. За счет огрехов в работе тербильного аппарата уборка соломы комбайном ЛК-4А + МТЗ-82 с одновременным очесом коробочек и расстилом соломы по сравнению с самоходной тербилкой ТСЛ-2,4 без очеса коробочек обеспечила тенденцию к снижению урожайности тресты на 1,9–2,3 ц/га (на 5–6 %) (по годам на 4–8 %) (табл. 1). При этом тенденция к снижению урожайности волокна составила 0,6–0,9 ц/га (5–7 %), в том числе длинного – 0,4–0,6 ц/га (5–7 %).

Таблица 1. Влияние способов тербления стеблестоя на урожайность льнопродукции в зависимости от плотности ценоза льна-долгунца (среднее, 2021–2023 гг.)

Способ тербления стеблестоя (фактор А)	Урожайность, ц/га			
	треста	волокно		
		длинное	короткое	общее
Плотность стеблестоя льна-долгунца 14,6 млн шт/га (фактор Б)				
ЛК-4А+МТЗ-82	33,8	7,1	3,2	10,3
ТСЛ-2,4	35,7	7,5	3,4	10,9
Depoortere	35,4	7,3	3,4	10,7
Плотность стеблестоя льна-долгунца 18,1 млн шт/га				
ЛК-4А+МТЗ-82	36,5	8,0	3,2	11,2
ТСЛ-2,4	38,6	8,6	3,5	12,1
Depoortere	38,7	8,6	3,7	12,3
Плотность стеблестоя льна-долгунца 19,4 млн шт/га				
ЛК-4А+МТЗ-82	38,0	8,2	3,7	11,9
ТСЛ-2,4	40,3	8,8	3,7	12,5
Depoortere	40,1	8,8	3,9	12,7
НСР ₀₅ (фактор А)	2,8 (1,6–4,5)	1,0 (0,48–1,9)	0,51 (0,26–1,0)	1,3 (0,78–2,2)
(фактор Б)	2,7 (2,4–3,1)	0,88 (0,55–1,3)	0,37 (0,32–0,41)	1,1 (0,90–1,5)

Урожайность тресты и волокна увеличивалась с повышением плотности ценоза, сформированного за счет нормы высева семян: с 15 до 18–19 млн шт./га, соответственно, на 8–13 % и 9–19 %, в т.ч. длинного – на 13–21 %. Увеличение плотности ценоза с 18 до 19 млн шт./га обеспечило только положительную тенденцию к повышению урожайности тресты и волокна.

При механической обработке тресты выделяется две фракции волокна: длинное трепаное (ориентированное) волокно и короткое (неориентированное по длине), представляющее собой смесь коротких комплексов элементарных волокон с примесью. Эффективность технологических приемов тербления стеблестоя оценивали определением показателей качества длинного (прочности, гибкости, тонины, цвета) и короткого волокна (разрывной нагрузки скрученной ленточки, массовой доли костры и сорных примесей).

Качество длинного волокна и его прядильная способность зависят от комплекса физико-механических свойств, которые по сравнению с другими натуральными волокнами отличаются повышенной неравномерностью из-за приготовления тресты биологическим способом росяной мочки с сильной зависимостью от погодных условий. При этом низкие значения одного показателя могут быть компенсированы высокими значениями другого [13].

Тербление льна-долгунца прицепным комбайном ЛК-4А (однофазная уборка) и самоходной тербилкой ТСЛ-2,4 (двухфазная уборка) не влияло на номер длинного трепаного волокна, который повышался в зависимости от плотности ценоза льна (табл. 2). Увеличение плотности стеблестоя с 15 до 19 млн шт./га повышало качество волокна на 1,0 номер с 10 до 11, в том числе по годам: 2021 г. – с 11 до 12, 2022–2023 гг. – с 9 до 10.

Таблица 2. Влияние способов тербления льна-долгунца на качество волокна в зависимости от плотности ценоза (среднее, 2021–2023 гг.)

Способ тербления стеблестоя	Длинное трепаное волокно					Короткое волокно		
	горстевая длина, см	группа цвета	гибкость, мм	разрывная нагрузка, Н	номер	разрывная нагрузка скрученной ленточки, Н	костра и сорные примеси, %	номер
Плотность стеблестоя льна-долгунца 14,6 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	49,7	2,7	44,3	202,0	10	101,0	19,0	2
ТСЛ-2,4	49,3	3,0	43,7	192,7	10	96,3	16,7	2
Depoortere	49,3	3,0	43,0	185,7	9	104,7	18,3	2
Плотность стеблестоя льна-долгунца 18,1 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	52,3	2,7	43,0	209,3	10	107,7	17,7	3
ТСЛ-2,4	53,0	3,0	46,3	207,0	10	109,0	18,0	3
Depoortere	52,0	3,3	44,3	213,0	10	111,3	18,3	3
Плотность стеблестоя льна-долгунца 19,4 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	54,0	2,7	46,0	208,0	11	110,0	16,0	3
ТСЛ-2,4	53,7	3,3	46,7	200,0	11	107,3	15,0	3
Depoortere	53,0	3,7	43,3	207,3	11	108,0	16,7	3

Промин стеблей при терблении ценоза самоходной тербилкой Depoortere, оснащенной плющильным аппаратом, по сравнению с целыми стеблями (ТСЛ-2,4, ЛК-4А) в среднем за годы исследований снижал качество длинного трепаного волокна с 10 до 9 номера на низкой плотности ценоза 15 млн шт./га, преимущественно за счет снижения прочности волокна на 4-8 %.

В условиях приготовления тресты 2022 г., когда в III-й декаде августа и I-й декаде сентября сумма осадков составила только 0,2 и 0,5 мм, что затрудняло деструкцию соломы, а во II-й декаде сентября – 80,5 мм осадков, своевременное рулонирование тресты не было возможным из-за затяжных дождей. Подъем приготовленной тресты осуществили только на 33 суток вылежки соломы (21 сентября). Показатель отделяемости волокна в плющеной тресте на низкой плотности стеблестоя (14,9 млн шт./га) достигал 7,3, что свидетельствует о её перележке, а разрывная нагрузка волокна по сравнению со стандартным терблением льна снижалась на 17 % (рис. 1).

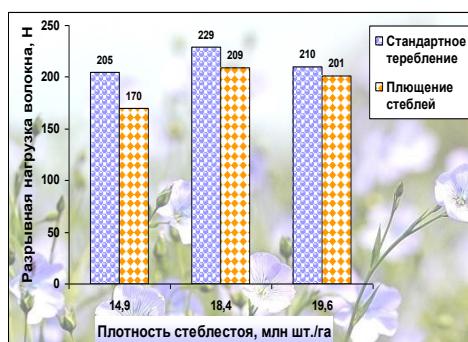


Рис. 1. Разрывная нагрузка длинного волокна, 2022 г., ГТК – 1,94

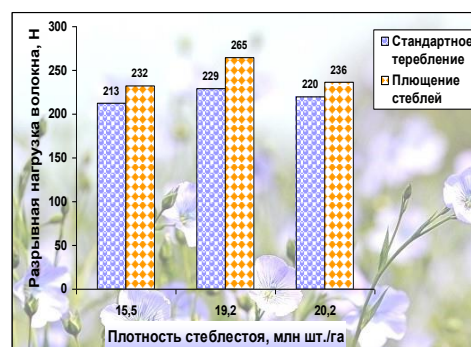


Рис. 2. Разрывная нагрузка длинного волокна, 2021 г., ГТК – 1,59

Однако в удовлетворительных условиях приготовления тресты 2021 г. (ГТК – 1,59) плющение стеблей повышало разрывную нагрузку волокна по сравнению со стандартным тереблением льна в зависимости от плотности ценоза на 7–16 % (рис. 2). При этом сроки приготовления тресты сокращались на 4–10 суток.

Кроме того, на средней за три года плотности ценоза 18 и 19 млн шт/га плющение стеблей повышало цвет волокна на 10–22 и 12–37 %, соответственно, что свидетельствует о получении более однородных по вылежке партий льносырья.

К основным качественным характеристикам короткого волокна относятся закостренность и засоренность массы, а также крепость скрученной ленточки. Для инструментальной оценки короткого волокна из полученной стеблевой массы на лентообразователе ЛО-2 формируется лента, которая разрывной машиной ДКВ-60 подвергается скручиванию и оценке крепости на разрыв. Номер устанавливается по наихудшему показателю короткого волокна.

В среднем за годы исследований выделенное короткое волокно имело разрывную нагрузку скрученной ленточки в пределах 96–111 Н, массовую долю костры и сорных примесей – 15–19 %, что, согласно действующему нормативному документу, соответствовало номерам 2–3 и зависело в большей степени от плотности стеблестоя и погодных условий вылежки соломы.

Заключение

Комбайн прицепной ЛК-4А (однофазная уборка) по сравнению с самоходной теребилкой ТСЛ-2,4 (двухфазная уборка) обеспечивает тенденцию к снижению урожайности тресты с гектара на 5–6 % (на 1,9–2,3 ц/га), волокна на 5–7 % (на 0,6–0,9 ц/га), в том числе длинного – на 5–7 % (на 0,4–0,6 ц/га).

Применение агрегатов ЛК-4А, ТСЛ-2,4 (стандартное теребление стеблестоя) не влияет на номер длинного трепаного и короткого волокна, который повышается с увеличением плотности ценоза.

Плющение стеблей в комлевой части не снижает крепость волокна при своевременном подъеме приготовленной тресты. Нарушение целостности соломины льна способствует более быстрой и равномерной по длине стеблей вылежке соломы, о чем свидетельствует улучшение цвета волокна, что очень актуально при приготовлении тресты в условиях дефицита влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития / Л. А. Смирнова, Б. А. Поздняков, Т. А. Рожмина [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 144 с.
2. Поздняков, Б. А. Организационно-экономический механизм модернизации производства в льняном подкомплексе / Б. А. Поздняков, Н. Ю. Рожмина // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 8. – С. 8–9.
3. Поздняков, Б. А. Технологические факторы повышения производительности труда в льноводстве / Б. А. Поздняков, Г. А. Перов, И. В. Великанова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 3. – С. 71–74.
4. Технические средства для уборки льна-долгунца в разрезе перспектив развития льноводческой отрасли / В. В. Азаренко, В. С. Астахов, С. В. Курзенков [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 3. – С. 136–140.
5. Рекомендации по уборке льна и регулировке льноуборочных машин / А. И. Тарима [и др.]. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2022. – 36 с.
6. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: методические рекомендации / В. П. Полежаев, Л. Н. Павлова, О. Ю. Сорокина [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 68 с.
7. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна-долгунца: автореф. дис. ... док. тех. наук: 05.20.01. / Ковалев Михаил Михайлович; ГНУ «ВНИИ механизации сельского хозяйства». – Москва, 2010. – 43 с.
8. Зинцов, А. Н. Особенности плющения стеблей при двухфазной технологии уборки льна-долгунца / А. Н. Зинцов, В. А. Добрецов, В. Н. Соколов // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 3. – С. 215–222.
9. Способы теребления стеблестоя льна-долгунца с учетом приготовления тресты и оценки технологического качества льносырья (рекомендации) / Н. В. Степанова, Д. П. Чирик, В. А. Прудников [и др.]. – Устье: РУП «Институт льна», 2023. – 30 с.
10. Степанова, Н. В. Особенности приготовления и переработки стланцевой тресты после процесса плющения стеблей льна-долгунца / Н. В. Степанова, Д. П. Чирик // Технические культуры. – 2024. – Т. 4. – № 4. – С. 51–57.
11. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.
12. Волокно льняное короткое. Технические условия. СТБ 1850-2009. – Введ. 29.12.2009. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 13 с.
13. Оценка неопределенности при измерении разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, И. А. Петюль, А. Н. Бизюк [и др.] // Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6 (366). – С. 69–74.

ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО НИГЕЛЛЫ (*NIGELLA L.*)

А. Л. ИСАКОВА, А. В. ИСАКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: nastyaisakova213@gmail.com*

Е. В. КОСТИЦКАЯ

*Государственное учреждение «Могилёвская областная государственная инспекция по семеноводству,
карантину и защите растений»,
г. Могилев, Республика Беларусь, 212030, e-mail: semena.mogilev@yandex.by*

(Поступила в редакцию 23.01.2025)

В последнее время резкие изменения климатических факторов в сторону увеличения температурного режима открывают возможность использования более жаростойких и теплолюбивых культур. Одним из ключевых направлений является внедрение культур, которые не только адаптируются к местным условиям возделывания, но и улучшают свои хозяйственно ценные признаки в процессе приспособления. Это предполагает, что в сельскохозяйственном производстве данного региона возможно культивирование новых культур, которые раньше здесь не выращивались.

Поддержание всех ценных биологических и хозяйственных качеств сорта, из-за которых он был рекомендован производству, при сохранении его чистосортности, повышении урожайных и посевных качеств семян, улучшенных в процессе семеноводства является основной задачей оригинального семеноводства.

*Необходимо отметить, что сорт – самовоспроизводящая устойчивая биологическая система – совокупность культурных растений, однотипных по морфологическим, биологическим признакам и хозяйственно-ценным свойствам. Любой хорошо отобранный сорт стойко сохраняет свои наследственные качества в ряде поколений, но в процессе размножения хозяйственно-полезные признаки постепенно ухудшаются. Первичное семеноводство нигеллы или черного тмина – одной из овощной, лекарственной культуры семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) осуществляется методом индивидуально-семейного отбора с двухлетней оценкой по потомству.*

В статье излагаются вопросы организации и оптимизации ведения оригинального семеноводства нигеллы. Предложена организационно-методическая схема и описаны начальные этапы поддержания однородности по фенотипу белорусских сортов нигеллы.

Ключевые слова: сорт, семеноводство, нигелла, отбор, документация.

Recently, sharp changes in climatic factors towards an increase in temperature conditions open up the possibility of using more heat-resistant and heat-loving crops. One of the key areas is the introduction of crops that not only adapt to local cultivation conditions, but also improve their economically valuable traits in the process of adaptation. This suggests that in agricultural production of this region it is possible to cultivate new crops that have not been grown here before.

Maintaining all the valuable biological and economic qualities of the variety due to which it was recommended for production, while maintaining its purity of the variety, increasing the yield and sowing qualities of seeds improved in the process of seed production is the main task of original seed production.

*It should be noted that a variety is a self-reproducing stable biological system – a set of cultivated plants that are uniform in morphological, biological characteristics and economically valuable properties. Any well-selected variety steadily retains its hereditary qualities in a number of generations, but in the process of reproduction, economically useful traits gradually deteriorate. Primary seed production of nigella or black cumin – an annual vegetable, medicinal crop of the Buttercup family (*Ranunculaceae* Juss.) – is carried out by the method of individual-family selection with a two-year evaluation of the progeny.*

The article presents the issues of organizing and optimizing the original seed production of nigella. An organizational and methodological scheme is proposed and the initial stages of maintaining the homogeneity of the phenotype of Belarusian nigella varieties are described.

Key words: variety; seed production; nigella; selection; documentation.

Введение

В последнее время резкие изменения климатических факторов в сторону увеличения температурного режима открывают возможность использования более жаростойких и теплолюбивых культур. Одним из ключевых направлений является внедрение культур, которые не только адаптируются к местным условиям возделывания, но и улучшают свои хозяйственно ценные признаки в процессе приспособления. Это предполагает, что в сельскохозяйственном производстве данного региона возможно культивирование новых культур, которые раньше здесь не выращивались.

Поддержание всех ценных биологических и хозяйственных качеств сорта, из-за которых он был рекомендован производству, при сохранении его чистосортности, повышении урожайных и посевных качеств семян, улучшенных в процессе семеноводства является основной задачей оригинального семеноводства.

Необходимо отметить, что сорт – самовоспроизводящаяся устойчивая биологическая система – совокупность культурных растений, однотипных по морфологическим, биологическим признакам и хозяйственно-ценным свойствам. Любой хорошо отобранный сорт стойко сохраняет свои наследственные качества в ряде поколений, но в процессе размножения хозяйственно полезные признаки постепенно ухудшаются. Безусловно, основными причинами ухудшения сорта является механическое засорение другими сортами, которое происходит при нарушении процесса уборки, доработки и хранения семян и отсутствии севооборота; биологическое засорение; спонтанное появление мутаций; расщепление (по гетерозиготному признаку); снижение иммунитета к болезням. Особую актуальность для ведения оригинального семеноводства приобретают применение отдельных семеноводческих приемов, необходимых для сохранения и улучшения, а также длительного поддержания хозяйственно ценных признаков и свойств возделываемых сортовых популяций [1, 2].

Целью работы являлось изучение организации и оптимизации ведения оригинального семеноводства нигеллы, предложение организационно-методической схемы и описание начальных этапов поддержания однородности по фенотипу отечественных сортов нигеллы.

Основная часть

Первичное семеноводство нигеллы или черного тмина – однолетней овощной, лекарственной культуры семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) осуществляется методом индивидуально-семейного отбора с двухлетней оценкой по потомству.

Семеноводство сортов включают оригинальные, элитные и репродукционные посевы. Для предотвращения негативного влияния указанных факторов, приводящих к естественному вырождению сорта и с целью продления его жизни, повышения породных качеств семян и сохранения чистосортности принята система семеноводства нигеллы, которая состоит из следующих звеньев:



Суть его заключается в отборе на посевах элиты, суперэлиты, питомника размножения или специально закладываемого питомника отбора (ПО) растений наиболее типичных для сорта. На первый год осуществляется высеv семян элитных растений по семьям и оценка семей на сортовую чистоту, типичность, хозяйственно ценные признаки. Семьи, не соответствующие описанию данного сорта, бракуются целиком. На второй год осуществляется точно такая же проверка оставшихся семей после первого года испытания. Семьи, прошедшие двухгодичную проверку, после уборки смешиваются, и эти семена используются для закладки питомника размножения (рисунок).

Питомник отбора закладывается оригинальными семенами, которые высеваются на хорошо подготовленной почве с помощью специальной ручной сеялки по схеме 15x50 см. Данный питомник закладывается на выровненном по плодородию и ограниченном по размеру участке, в пределах 20–50 м². По обоим краям питомника (на расстоянии 40 см от делянок) высевают защитные рядки, с внешней стороны которых размещают дорожки шириной 50 см.

Это позволяет достичь максимальной выравненности и однородности растений по апробационным признакам, отобрать наиболее продуктивные из них и увеличить коэффициент размножения семян в 2–3 раза по сравнению с отбором растений из посевов элиты, суперэлиты или питомника размножения. Важным является то, чтобы условия выращивания способствовали получению хорошо развитых, здоровых растений с оптимальным количеством листовок. Посевы должны отличаться высокой сортовой однородностью.

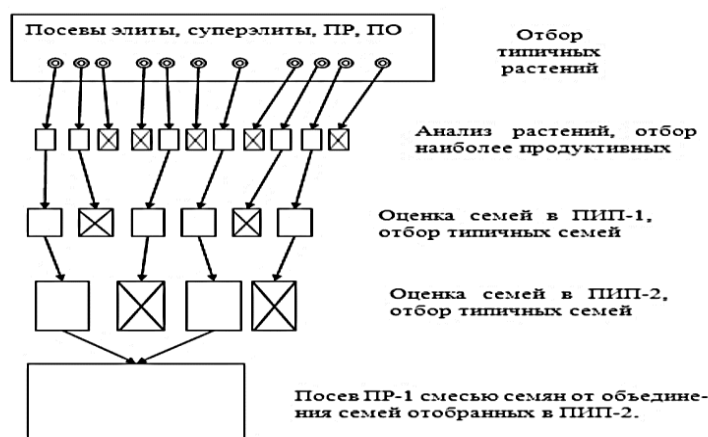


Рис. Ведение оригинального семеноводства

Поддержание хозяйственно ценных качеств и других биологических особенностей сорта на этапах производства элитных и репродукционных семян достигается: 1) выращиванием растений на оптимальном и выровненном агротехническом фоне в типичные для сорта сроки; 2) проведением сортовых прочисток; 3) исключением возможности механического и биологического засорения другими культурами, сортами и дикими видами.

Нигелла является перекрёстноопыляющимся растением, использующим как дополнительный способ – самоопыление. Между разными репродукциями одного сорта оставляют незасеянные разделительные полосы на ширину прохода сеялки, которые для более рационального использования пашни обычно засевают зерновыми или кормовыми культурами.

Особое внимание уделяют правильному ведению документации при выращивании семян. На каждом этапе семеноводства требуется заполнение документации (таблица).

Для обеспечения высокого объема производства семян нигеллы, отличающихся наилучшими сортовыми качествами и в целях проведения сортосмены и сортообновления руководствуются Законом Республики Беларусь от 07.05.2021 г. № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений», Постановлением Министерства сельского хозяйства и Продовольствия Республики Беларусь от 05.10.2021 г. № 63 «О порядке производства семян сельскохозяйственных растений» и Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 января 2020 г. №10 «О единых методах определения сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений в рамках Евразийского экономического союза» [3].

На посевах питомника размножения – первой репродукции обычно проводят три сортовые прочистки. Первая проводится до цветения. Удаляют растения, отличающиеся от основного сорта по росту и окраске вегетативных частей, раноцветущие растения. Вторая из них проводится в фазу цветения. Удаляют растения, отклоняющиеся от основного сорта по морфологическим признакам, находящиеся в фазе бутонизации и не цветущие, по окраске растений и цветков, а также различающиеся по вегетационному периоду. Третья прочистка проводится перед уборкой. В данном случае удаляются нетипичные по развитию растения и отклоняющиеся от основного сорта по длине вегетационного периода, по форме листовок. После каждой сортовой прочистки заполняется акт, в котором указывают площадь участка, количество выбракованных растений и причину выбраковки.

Документация в семеноводстве нигеллы

Наименование звена семеноводства	Необходимая документация
Отбор элитных растений	Акт на работы, проведенные по первичному семеноводству. Разборочная ведомость (журнал лабораторных работ в первичном семеноводстве)
ПИП-1 ПИП-2	Акт на работы, проведенные по первичному семеноводству. Журнал оценки родоначальных потомств. Журнал учета работ по производству оригинальных семян.
Р-1	Акт на работы, проведенные по первичному семеноводству. Журнал учета работ по производству оригинальных семян. Акт сортовой прочистки. Акт обследования семенников на пораженность вредителями, болезнями и карантинными сорняками. Журнал полевого обследования сортовых посевов (посадок) сельскохозяйственных растений. Акт апробации сельскохозяйственных растений.
Р-2 Суперэлита Элита	Журнал учета работ по производству элитных семян. Акт сортовой прочистки. Акт обследования семенников на пораженность вредителями, болезнями и карантинными сорняками. Журнал полевого обследования сортовых посевов (посадок) сельскохозяйственных растений. Акт апробации сельскохозяйственных растений.
Первая репродукция	Акт сортовой прочистки. Акт обследования семенников на пораженность вредителями, болезнями и карантинными сорняками. Блокнот апробации. Акт апробации.

Апробация посевов проводится в фазе побурения листовок на центральном побеге, в фазе технической спелости розетки листьев. При полевой апробации сортовых посевов устанавливается принадлежность и происхождение высеванных семян, путем изучения документов, подтверждающих посевные и сортовые качества семян сельскохозяйственных растений, также при необходимости предоставляются документы о проведении сортопрочисток в период вегетации определяется соблюдение пространственной изоляции (для нигеллы не менее 1000 м), устанавливается фактическая площадь посева и дается оценка состояния посевов, определяется сортовая чистота, которая для оригинальных посевов должна составлять не менее 95 %, для элитных – 94 %, для репродукционных – 92 %. По результатам проведения обследования оформляется акт апробации сельскохозяйственных растений и дается заключение о пригодности или непригодности посева на семенные цели с присвоением категории и этапа размножения.

После уборки и доработки посевные качества семян нигеллы должны соответствовать требованиям приложения 7 Постановления Министерства сельского хозяйства и Продовольствия Республики Беларусь от 29.10.2015 г. № 37 «Об установлении требования к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений»:

ОС (оригинальные) – чистота семян – не менее 90 %, содержание других видов растений шт/кг не более 3 000, всхожесть – не менее 85 %, влажность – не более 10 %; ЭС (элитные) – чистота семян – не менее 89 %, содержание других видов растений шт/кг не более 3 200, всхожесть – не менее 80 %, влажность – не более 10 %; РС (репродукционные) – чистота семян – не менее 87 %, содержание других видов растений шт/кг не более 3 600, всхожесть – не менее 75 %, влажность – не более 10 %.

Посевные качества семян чаще всего снижаются из-за недостатка тех или иных условий роста и развития растений нигеллы: нехватка суммы активных температур воздуха или интенсивности солнечной радиации, нарушения в минеральном питании, влажности почвы, технологии посева, уборки и сушки семян. Снижение посевных качеств семян происходит также в результате механических повреждений, наносимых семенам нигеллы в процессе уборки, обмолота, очистки, сортировки. Максимально снизить негативные влияния неблагоприятных факторов позволяет производство семян в наиболее благоприятных почвенно-климатических, фитосанитарных условиях, при строгом соблюдении агротехнических приемов выращивания [4].

Заключение

Отбор и оценка элитного материала должны проводиться по комплексу морфологических признаков, которыми являются высота растения, количество листовок на растении. Для обеспечения успешного внедрения новых, внесенных в Госреестр Республики Беларусь сортов нигеллы, селекционные учреждения осуществляют размножение семян нового сорта заранее, с момента передачи сорта для испытаний в ГСИ.

Во время вегетации осуществляют тщательный негативный отбор посредством сортовых и видовых прополок, фитопрочисток и удаления полегшего стеблестоя. Перед уборкой проводят отбор типичных для сорта растений в необходимом количестве. При успешном районировании сорта происходит увеличение партий оригинальных семян согласно предложенной схеме оригинального семеноводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений [сайт]. – Минск, 2008-2024. – URL: <https://ggiskzr.by>. – Дата доступа: 20.11.2024.
2. Моделирование сортов в селекции овощных культур / В. И. Старцев [и др.] // Картофель и овощи. – 2005. – № 4. – С. 8.
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений: Закон Республики Беларусь [сайт]. – Минск, 2003-2024. – URL https://mshp.gov.by/zakonoproekt/proektZakona_Semenovodstvo.pdf. – Дата доступа: 05.10.2024.
4. Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия: ГОСТ 32592 — 2013 – М.: Стандартиформ, 2014. – 20 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ F₁ ТОМАТА ДЛЯ ОТКРЫТОГО ГРУНТА В КОНКУРСНОМ И ГОСУДАРСТВЕННОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

И. Г. ПУГАЧЕВА, А. В. ФРАНЦУЗЕНКО, И. Е. БАЕВА, Н. Ю. ЛЕЩИНА,
Н. А. НЕВЕСТЕНКО, М. М. ДОБРОДЬКИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: puhachova.irina@gmail.com

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, 220072

(Поступила в редакцию 23.01.2025)

Томаты (*Solanum lycopersicum* L.) способны быстро адаптироваться к изменению температурных условий и пригодны для культивирования в различных климатических зонах, поэтому являются экономически выгодной культурой. Реализация селекционных программ, направленных на повышение устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, на улучшение качественных характеристик плодов, способствует увеличению урожайности и повышению рентабельности их производства. Расчет экономической эффективности нового образца проводится на завершающем этапе научного исследования, позволяет оценить его конкурентоспособность на рынке и определить потенциальную прибыль от его реализации. При этом обязательно сравнивают различные варианты между собой и с контрольным вариантом. При расчете критерия экономической эффективности использовали увеличение выхода продукции с единицы площади.

Представлены результаты конкурсного испытания в 2021–2023 гг. новых гибридов томата в открытом грунте. Гибриды Брусничный F₁, Мансиата F₁ и Рада F₁ характеризуются комплексом хозяйственно ценных признаков: высокой товарной (7,53–9,94 кг/м²) и общей (8,71–10,76 кг/м²) урожайностью, массой плода 26,1; 54,36; 96,94 г, оптимальным биохимическим составом плодов, высоким истинным гетерозисом, генетической детерминацией полезных признаков.

В государственном сортоиспытании 2023–2024 гг. гибриды Брусничный F₁, Мансиата F₁ и Рада F₁ превзошли контроль по товарной урожайности на 21,7; 20,5 и 21,2 т/га, соответственно. Средняя дегустационная оценка (4,8–4,9 балла) у новых гибридов превышала балл контроля на 0,6–0,7.

Выращивание включенных в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендованных с 2024 года для производственного возделывания гибридов томата позволяет получить высокий дополнительный чистый доход (Брусничный F₁ – 74040 руб/га, Мансиата F₁ – 69945 руб/га, Рада F₁ – 72335 руб/га).

Ключевые слова: томат, гибриды F₁, открытый грунт, сортоиспытание, прибавка урожая, экономический эффект.

Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) are able to quickly adapt to changing temperature conditions and are suitable for cultivation in various climatic zones, therefore they are an economically viable crop. The implementation of breeding programs aimed at increasing resistance to biotic and abiotic stresses, improving the quality characteristics of fruits, contributes to an increase in yield and an increase in the profitability of their production. The calculation of the economic efficiency of a new sample is carried out at the final stage of scientific research, allows you to assess its competitiveness in the market and determine the potential profit from its sale. In this case, various options are necessarily compared with each other and with the control option. When calculating the criterion of economic efficiency, an increase in product yield per area unit was used.

The results of a competitive test in 2021–2023 of new tomato hybrids in open ground are presented. The hybrids Brusnichny F₁, Mansiata F₁ and Rada F₁ are characterized by a set of economically valuable traits: high commercial (7.53–9.94 kg/m²) and total (8.71–10.76 kg/m²) yields, fruit weight of 26.1; 54.36; 96.94 g, optimal biochemical composition of fruits, high true heterosis, and genetic determination of useful traits.

In the state variety testing of 2023–2024, the hybrids Brusnichny F₁, Mansiata F₁ and Rada F₁ surpassed the control in commercial yield by 21.7; 20.5 and 21.2 t/ha, respectively. The average tasting score (4.8–4.9 points) for the new hybrids exceeded the control score by 0.6–0.7.

Growing tomato hybrids included in the State Register of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus and recommended for industrial cultivation since 2024 allows obtaining high additional net income (Brusnichny F₁ – 74,040 rubles / ha, Mansiata F₁ – 69,945 rubles / ha, Rada F₁ – 72,335 rubles / ha).

Key words: tomato, F₁ hybrids, open ground, variety testing, yield increase, economic effect.

Введение

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) является одним из самых потребляемых овощей в мире. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO), в 2020 году в мире произведено более 186 млн тонн томата, а площадь, занятая под эту культуру, составляет более 5 млн га. Основными производителями являются Китай, Индия, Турция, США, Египет, на их долю приходится более 50 % мирового объема. Условия в Республике Беларусь позволяют возделывать томат в открытом и защищенном грунте. Согласно статистике, в 2021 году площадь под данной культурой составляла 6,7 тыс. га с производством 297,8 тыс. тонн [1].

Интенсивное выращивание томатов и интерес к данной культуре обусловлен их высокой питательной ценностью и растущим спросом как на свежую продукцию, так и переработанную в соки, пасты и консервы. Плоды томата характеризуются высоким содержанием витаминов (С, Е, А группы

В), минералов (К, Р, Mg, Ca, Fe) и биологически активных веществ, таких как бета-каротин, ликопин, обладающих мощным антиоксидантным действием [2, 3, 4]. Регулярное потребление томатов связано с профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний, снижением риска онкологических заболеваний и улучшением работы иммунной системы [5, 6].

Томаты, благодаря своей быстрой адаптации к изменению температурных условий и возможности культивирования в различных климатических зонах, являются экономически выгодной культурой. Развитие селекционных программ, направленных на повышение устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, а также улучшение качественных характеристик плодов, способствует увеличению урожайности и повышению рентабельности их производства [7].

Одним из основных направлений селекции томата является создание гетерозисных гибридов. Благодаря этому ускоряется и повышается эффективность селекционного процесса [8]. Дальнейшая целесообразность использования созданного гибрида определяется расчетом экономической эффективности при его выращивании. Желательно получение максимального количества продукции с гектара при минимальных затратах рабочей силы и материалов. Экономическая оценка включает анализ затрат на производство, доходность и спрос на рынке, что важно для принятия решений на уровне фермерских хозяйств и агропромышленных предприятий [9]. Увеличение дохода за счет устойчивости нового сорта или гибрида, улучшения его качественных характеристик, а также превышение урожайности над контролем свидетельствует об экономической эффективности возделываемого образца. Расчет экономической эффективности нового сорта позволяет оценить его конкурентоспособность на рынке и определить потенциальную прибыль от его реализации.

Целью наших исследований являлась сравнительная оценка результатов конкурсного и государственного сортоиспытания гибридов томата для открытого грунта, созданных в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, и анализ экономической эффективности их возделывания.

Основная часть

В испытание на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА в 2021–2023 годах были включены 30 гибридов F₁, созданных на основе материнских фертильных линий (Линия 16-8 (*I-2, Cf-4, Cf-9*), Линия 16-57, Линия 19-612 (*t, og^c*), Линия 19-645, Линия 19-652), партенокарпической Линии № 4 (*Tm-2²*) с функциональной мужской стерильностью, а также отцовских сортов *Zafar*, Желтый жемчуг (*Ph-3, I-2, Cf-4, Cf-9*), Ирма и линий 217 (*t*) и 221 (*og^c, I-2*) [10]. Контролем являлся гибрид F₁ Адапт. Почва опытного участка дерново-подзолистая, окультуренная, среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке с содержанием гумуса 2,32 %, P₂O₅ – 224,4 мг/кг, K₂O – 190,4 мг/кг. Полив проводился при необходимости в первую половину вегетации через систему капельного орошения. Схема посадки 70x30 см. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок рендомизированное. Возделывание томата осуществлялось в соответствии с рекомендациями [11]. Учеты и наблюдения за растениями проведены по общепринятым методикам [12, с. 73–87]. Экономический эффект рассчитывали на основании рекомендаций В. И. Старцева [13], С. С. Литвинова [12, с. 478–488].

Признаки урожайности перспективных гибридных комбинаций представлены в табл. 1.

Таблица 1. Признаки урожайности гибридов F₁ томата в конкурсном испытании 2021–2023 гг.

Годы испытания, признаки	Адапт F ₁ контроль	Брусничный F ₁	Мансиата F ₁	Рада F ₁	НСР ₀₅
2021 г.					
Ранняя урожайность, кг/м ²	2,14	1,24	1,32	1,42	0,429
Товарная урожайность, кг/м ²	3,92	6,39	5,98	7,84	2,049
Общая урожайность, кг/м ²	4,77	7,36	6,58	8,74	2,095
Масса плода, г	62,13	23,50	96,08	47,71	12,427
2022 г.					
Ранняя урожайность, кг/м ²	1,94	0,60	1,34	1,34	0,459
Товарная урожайность, кг/м ²	4,09	4,69	3,92	6,35	1,169
Общая урожайность, кг/м ²	4,74	5,21	4,22	6,98	1,651
Масса плода, г	56,30	24,83	72,16	55,23	13,134
2023 г.					
Ранняя урожайность, кг/м ²	1,65	1,40	1,30	1,49	0,817
Товарная урожайность, кг/м ²	8,67	13,39	12,70	15,64	2,810
Общая урожайность, кг/м ²	9,61	15,45	15,34	16,56	3,027
Масса плода, г	71,07	30,11	122,58	60,15	12,468
среднее					
Ранняя урожайность, кг/м ²	1,91	1,08	1,32	1,42	
Товарная урожайность, кг/м ²	5,56	8,16	7,53	9,94	
Общая урожайность, кг/м ²	6,37	9,34	8,71	10,76	
Масса плода, г	63,17	26,15	96,94	54,36	

Гибрид Брусничный F₁ в 2021 и 2022 годах уступал контролю Адапт F₁ по ранней урожайности и весь период исследований – по массе товарного плода, так как отцовская форма этого гибрида фор-




мирует мелкие плоды массой около 10 г, однако имеет преимущества – высокую завязываемость плодов (более 90 %) и наличие аллелей устойчивости к фитофторозу (*Ph-3*), кладоспориозу (*Cf-4* и *Cf-9*) и фузариозу (*I-2*). Выявлено достоверное превышение над контролем в 2021 и 2023 годах, которое по товарной урожайности достигало 54–63 %, по общей – 54–60 %.

Основными преимуществами гибрида Мансиата F₁ являются крупноплодность и генетическая детерминация устойчивости к кладоспориозу и фузариозу. При этом, несмотря на меньшую, по сравнению с контролем, долю зрелых плодов, собранных за первые три сбора, Мансиата F₁ может превосходить Адапт F₁ по товарной урожайности на 47–53 % и по общей – на 38–60 %.

Ранняя урожайность третьего гибрида на 10–34 % уступала контролю. При этом выявлено ежегодное достоверное преимущество гибрида Рада F₁ над контролем Адапт F₁ по товарной урожайности на 55–100 % и по общей урожайности – на 47–83 %. Средняя масса плодов у гибрида Рада F₁ 47,71–60,15 г, что сопоставимо со значениями признака контроля.

В процессе конкурсного испытания в дополнение к признакам урожайности был выполнен биохимический анализ плодов и рассчитана величина истинного гетерозиса [14]. На основании полученных данных составлена характеристика новых гибридов (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика гибридов F₁ томата для возделывания в открытом грунте

	<p>F₁ Брусничный Растения детерминантные высотой 55,6 см. Заложение первой кисти происходит над 6–7 листом, на главном стебле через 1–2 листа формируется 2–3 кисти, завязываемость плодов около 90 %. Характеризуется аллелями устойчивости к фитофторозу (<i>Ph-3</i>), кладоспориозу (<i>Cf-4</i> и <i>Cf-9</i>) и фузариозу (<i>I-2</i>). Плоды массой 26,15 г с содержанием сухого вещества 5,6 %, каротиноидов – 33,4 мг/кг, витамина С – 31,7 мг/100 г, растворимых углеводов 2,9 %, общей кислотностью – 0,33 %, сахарокислотным индексом – 8,5. Ранняя урожайность 1,08 кг/м², товарная урожайность 8,16 кг/м², общая урожайность 9,34 кг/м². Эффект гетерозиса по товарной урожайности – 72,15 %, по общей урожайности – 71,38%, по содержанию каротиноидов – 20,2 %, по содержанию растворимых углеводов – 21,4 %.</p>
	<p>F₁ Мансиата Растения детерминантные высотой 61,1 см. Заложение первой кисти происходит над 6–7 листом, на главном стебле через 1–2 листа формируется 3–4 кисти, завязываемость плодов составляет 68 %. Характеризуется аллелями устойчивости к кладоспориозу (<i>Cf-4</i> и <i>Cf-9</i>) и фузариозу (<i>I-2</i>). Гибрид формирует крупные плоды массой 96,94 г при ранней урожайности 1,32 кг/м², товарной урожайности 7,53 кг/м², общей урожайности 8,71 кг/м². Содержание сухого вещества в плодах 5,4 %, каротиноидов – 26,7 мг/кг, витамина С – 32,1 мг/100 г, растворимых углеводов 2,2 %, общая кислотность – 0,34 %, сахарокислотный индекс – 6,4.</p>
	<p>F₁ Рада Растения детерминантные высотой 71,7 см. Заложение первой кисти происходит над 6–7 листом, на главном стебле через 1–2 листа формируется 3–4 кисти, завязываемость плодов 72 %. Характеризуется наличием мутантного аллеля <i>og^c</i> гена ликопин-β-циклазы в гетерозиготном состоянии (<i>og^c/beta</i>). Гибрид формирует раннюю урожайность 1,42 кг/м², товарную урожайность 9,94 кг/м², общую урожайность 10,76 кг/м², плоды массой 54,36 г. В плодах содержится 5,9 % сухого вещества, 29,2 мг/кг каротиноидов, 31,9 мг/100 г витамина С, 3,00 % растворимых углеводов, общая кислотность – 0,35 %, сахарокислотный индекс – 8,7. Эффект гетерозиса по ранней урожайности – 108,82 %, по товарной урожайности – 28,26 %, по общей урожайности – 21,58%, по содержанию растворимых углеводов в плодах – 13,3 %.</p>

Принимая во внимание высокую урожайность, завязываемость плодов, содержание полезных веществ в плодах, уже в 2023 году три гибрида были переданы в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». Государственное сортоиспытание проходило в 2023–2024 годах на Кобринской, Мозырской, Молодеченской, Горецкой сортоиспытательных станциях, Витебском и Гродненском овощных госсортоучастках (табл. 3).

Таблица 3. Результаты государственного сортоиспытания гибридов F₁ томата в открытом грунте 2023–2024 гг.

Наименование сорта	Товарная урожайность, т/га		Средняя урожайность, т/га	Отклонение от контрольного сорта, т/га	Средняя масса плода, г	Дегустационная оценка, балл	Период от всходов до начала полной зрелости, дней
	2023 год	2024 год					
ГСХУ «Кобринская СС»							
Адапт F ₁ контроль	101,0	81,2	91,1		96	4,0	89
Брусничный F ₁	133,8	143,9	138,9	47,8	28	5,0	95
Мансиата F ₁	117,9	156,6	137,3	46,2	61	5,0	95
Рада F ₁	110,9	146,0	128,5	37,4	56	5,0	98
Витебский овощной ГСУ							
Адапт F ₁ контроль	59,1	65,4	62,3		92	4,0	89
Брусничный F ₁	61,2	79,6	70,4	8,1	25	4,5	82
Мансиата F ₁	80,7	72,9	76,8	14,5	58	5,0	93
Рада F ₁	76,8	66,1	71,5	9,2	59	4,0	92
ГСХУ «Мозырская СС»							
Адапт F ₁ контроль	90,3	67,6	79,0		79	4,0	116
Брусничный F ₁	118,7	86,7	102,7	23,7	33	5,0	116
Мансиата F ₁	103,1	89,8	96,5	17,5	92	4,7	118
Рада F ₁	120,2	74,4	97,3	18,3	73	5,0	121
Гродненский ГСУ							
Адапт F ₁ контроль	56,9	67,3	62,1		73	5,0	89
Брусничный F ₁	83,2	73,6	78,4	16,3	28	5,0	90
Мансиата F ₁	84,4	73,4	78,9	16,8	93	5,0	96
Рада F ₁	87,6	85,9	86,8	24,7	58	5,0	93
ГСХУ «Молодеченская СС»							
Адапт F ₁ контроль	93,2	118,1	105,7		97	4,0	114
Брусничный F ₁	123,1	130,6	126,9	21,2	29	4,5	112
Мансиата F ₁	108,5	135,8	122,2	16,5	99	5,0	119
Рада F ₁	125,4	126,8	126,1	20,4	61	4,7	120
ГСХУ «Горецкая СС»							
Адапт F ₁ контроль	106,8	103,0	104,9		83	4,0	103
Брусничный F ₁	124,9	111,3	118,1	13,2	36	4,6	102
Мансиата F ₁	135,5	97,7	116,6	11,7	70	4,6	106
Рада F ₁	126,5	118,1	122,3	17,4	66	5,0	103
среднее							
Адапт F ₁ контроль	84,6	83,8	84,2		86,7	4,2	100
Брусничный F ₁	107,5	104,3	105,9	21,7	29,8	4,8	100
Мансиата F ₁	105,0	104,4	104,7	20,5	78,8	4,9	105
Рада F ₁	107,9	102,9	105,4	21,2	62,2	4,8	105

Во всех пунктах государственного испытания новые гибриды показали превышение среднего значения товарной урожайности над контрольным вариантом. Только в 2024 году в ГСХУ «Горецкая СС» у гибрида Адапт F₁ товарная урожайность была на 5,3 т/га выше, чем у гибрида Мансиата F₁, однако в 2023 году данный гибрид превышал значение контрольного варианта на 28,7 т/га.

Дегустационная оценка отличалась в зависимости от места испытания и варьировала для гибрида Адапт F₁ от 4 до 5 баллов, для гибрида Брусничный F₁ – 4,5–5,0 баллов, для гибрида Мансиата F₁ – 4,6–5,0 баллов, для гибрида Рада F₁ – 4,0–5,0 баллов. Средняя дегустационная оценка по шести станциям у новых гибридов превышала балл контроля на 0,6–0,7.

Плоды новых тестируемых гибридов на этапе государственного сортоиспытания созревали на несколько дней позже, чем у контроля Адапт F₁, что подтверждается данными о продолжительности периода от всходов до начала полной зрелости. Это согласуется с результатами конкурсного сортоиспытания на опытном поле Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Таким образом, гибриды Брусничный F₁, Мансиата F₁ и Рада F₁ имеют определенное преимущество по уровню проявления хозяйственно ценных признаков над контролем, как на этапе конкурсного, так и государственного сортоиспытания, хотя и являются несколько более позднеспелыми.

Завершающий этап каждого научного исследования – определение экономической эффективности рекомендуемых мероприятий. При этом обязательно сравнивают различные варианты между собой и

с базовым (контрольным) вариантом. Одним из критериев экономической эффективности является увеличение выхода продукции с единицы площади. Экономический эффект может быть выражен как дополнительный чистый доход, который рассчитывают на 1 т продукции или на 1 га [11, с. 478–488].

В процессе государственного сортоиспытания гибриды Брусничный, Мансиата и Рада в среднем за два года превзошли по товарной урожайности контроль на 21,7; 20,5 и 21,2 т/га, соответственно. Это является основанием для расчета дополнительного дохода на прибавку урожая от возделывания гибридов в открытом грунте (табл. 4).

Таблица 4. Экономический эффект выращивания гетерозисных гибридов томата

Показатели	Адапт F ₁ контроль	Брусничный F ₁	Мансиата F ₁	Рада F ₁
товарная урожайность, т/га	84,2	105,9	104,7	105,4
превышение по отношению к контролю, т/га	–	21,7	20,5	21,2
стоимость 1 кг продукции, руб.	3,46	3,46	3,46	3,46
стоимость продукции, руб/га	291332	366414	362262	364684
стоимость прибавки, руб/га	–	75082	70930	73352
затраты труда, чел. ч	–	579	547	565
дополнительные затраты на сбор прибавки урожая, руб.	–	1042	985	1017
дополнительный доход на прибавку, руб/га	–	74040	69945	72335

Минимальная цена реализации 1 кг продукции в августе 2024 года составила 3,46 руб. [15], следовательно, стоимость дополнительной продукции у гибрида Брусничный F₁ 75082 руб/га, Мансиата F₁ 70930 руб/га, Рада F₁ 73352 руб/га. Норма выработки за восьмичасовой рабочий день составляет 300 кг. Учитывая, что за 1 час можно собрать 37,5 кг, то для сбора всей дополнительной продукции гибрида Брусничный F₁ необходимо 579 чел. ч, гибрида Мансиата F₁ – 547 чел. ч, гибрида Рада F₁ – 565 чел. ч. При оплате труда по четвертому разряду за смену 14,4 руб. (за час 1,8 руб.) дополнительные затраты на сбор прибавки урожая составляют 1042 руб., 985 руб., 1017 руб., соответственно. Следовательно, дополнительный чистый доход при возделывании гибрида Брусничный F₁ составил 74040 руб/га, гибрида Мансиата F₁ – 69945 руб/га, гибрида Рада F₁ – 72335 руб/га.

Заключение

По результатам конкурсного испытания 2021–2023 гг. выявлены гибридные комбинации с комплексом хозяйственно ценных признаков:

Брусничный F₁ с ранней урожайностью 1,08 кг/м², товарной урожайностью 8,16 кг/м², общей урожайностью 9,34 кг/м², массой плода 26,15 г, генетической детерминацией устойчивости к фитофторозу, кладоспориозу и фузариозу, оптимальным биохимическим составом плодов, высоким истинным гетерозисом по урожайности, накоплению каротиноидов и растворимых углеводов в плодах.

Мансиата F₁ формирует крупные плоды массой 96,94 г с оптимальным биохимическим составом при ранней урожайности 1,32 кг/м², товарной урожайности 7,53 кг/м², общей урожайности 8,71 кг/м², содержит аллели устойчивости к кладоспориозу и фузариозу.

Рада F₁ характеризуется ранней урожайностью 1,42 кг/м², товарной урожайностью 9,94 кг/м², общей урожайностью 10,76 кг/м² при массе плода 54,36 г, оптимальным биохимическим составом плодов, высоким истинным гетерозисом по урожайности, накоплению растворимых углеводов в плодах.

В государственном сортоиспытании гибриды Брусничный F₁, Мансиата F₁ и Рада F₁ превзошли контроль по товарной урожайности на 21,7; 20,5 и 21,2 т/га, соответственно. Средняя дегустационная оценка (4,8–4,9 балла) у новых гибридов превышала балл контроля на 0,6–0,7.

Возделывание включенных в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендованных с 2024 года для производственного возделывания гибридов томата позволяет получить высокий дополнительный чистый доход (Брусничный F₁ – 74040 руб/га, Мансиата F₁ – 69945 руб/га, Рада F₁ – 72335 руб/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. FAO (Food and Agriculture Organization) FAOSTAT: Crops and livestock products (2023): [сайт]. – URL: <http://www.fao.org/faostat> (дата обращения: 23.12.2024).
2. Аутко, А. А. Овощи в питании человека / А. А. Аутко, Ан. А. Аутко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. наука, 2008. – С. 278–279.
3. Antioxidant and anti-proliferative properties of lycopene / M. Kelkel, M. Schumacher, M. Dicato, M. Diederich // Free radical research. – 2011. – Vol. 45, № 8. – P. 925–940.
4. Potential use of tomato peel, a rich source of lycopene, for cancer treatment / DC Jiménez Bolaño, D Insuasty, JD Rodríguez Macías, C. D. Grande-Tovar // Molecules. – 2024. – Vol. 29, № 13. – P. 3079–3092.
5. Effect of a tomato-rich diet on markers of cardiovascular disease risk in moderately overweight, disease-free, middle-aged adults: a randomized controlled trial / F. Thies, L.F. Masson, A. Rudd, N. Vaughan, C. Tsang, J. Britten, W.G. Simpson, S. Duthie, G. W. Horgan, G. Duthie // American Journal of Clinical Nutrition. – 2012. – Vol. 95. – P. 1013–1022.

6. Tomato consumption and intake of lycopene as predictors of the incidence of prostate cancer: the Adventist Health Study-2 / G. E. Fraser, K. Jacobsen Bjarne; ve F Knutsen SynnÃ, Andrew Mashchak, J. I. Lloren // *Cancer Causes & Control*. – 2020. – Vol. 31. – P. 341–351.
7. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture / D. Tilman, C. Balzer, J. Hill, Belinda L. Befort // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, – 2011. – Vol. 108, № 50. – P. 20260–20264.
8. Гавриш, С. Ф. Опыт и перспективы селекции томата для защищенного грунта / С. Ф. Гавриш – *Изв. ТСХА*. – 1992. – № 5. – С. 147–159.
9. Alston, Julian M. Agriculture in the Global Economy / Julian M. Alston, Philip G. Pardey // *Journal of economic perspectives*. – 2014. – Vol. 28, № 1. – P 121–146.
10. Использование методов молекулярного маркирования признаков устойчивости к болезням и пигментного состава плодов в селекции томата *Solanum lycopersicum L.* для открытого грунта / И.Г. Пугачева, А. В. Французенок, И. Е. Баева, Н. Ю. Лещина, М. М. Добродькин, Н. А. Некрашевич, О. Г. Бабак, А. В. Кильчевский // *Овощеводство = Vegetablegrowing* : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства». – Самохваловичи, 2022. – Вып. 30. – С. 117–131.
11. Оптимизация технологии возделывания томата в открытом грунте: рекомендации / БГСХА; сост. А. В. Кильчевский, М. М. Добродькин, Т. В. Никонович, И. Г. Пугачева, А. М. Добродькин, Н. В. Барбасов. Горки: БГСХА, 2018. – 51 с.
12. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов // *Российская академия с.-х. наук ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства*. – Москва 2011. – 650 с.
13. Методика определения экономической эффективности научных достижений в селекции и семеноводстве овощных культур / В. И. Старцев [и др.]; под ред. В. Ф. Пивоварова, А. Н. Чупрова, М. М. Тареева. – М.: ВНИИСОК, 2011. – 46 с.
14. Практическое использование эффекта гетерозиса по признакам урожайности и биохимического состава плодов томата (*Solanum Lycopersicum L.*) в открытом грунте / И. Г. Пугачева, А. В. Французенок, И. Е. Баева, О. Г. Бабак, А. В. Кильчевский // *Овощи России*. – 2024. – №. 5. – С. 18–25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-18-25>.
15. Средние цены на потребительские товары и услуги по Республике Беларусь: [сайт]. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/tseny/potrebitelskie-tseny/operativnyye-dannye/srednie-tseny-na-potrebitelskie-tovary-i-uslugi-po-respublike-belarus/> (дата обращения: 5.12.2024).

УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН, ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА

Н. П. ЛУКАШЕВИЧ, И. В. КОВАЛЁВА, Т. М. ШЛОМА

УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210009, e-mail: kortoproiz@vsavm.by

И. М. КОВАЛЬ

ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210015, e-mail: kortoproiz@vsavm.by

(Поступила в редакцию 27.01.2025)

Повышение урожайности высокобелковых зернофуражных культур относится к приоритетным направлениям по проведению научных исследований в аграрном секторе, так как способствует снижению дефицита производимого в Республике Беларусь кормового белка для производства животноводческой продукции. В данной публикации приводятся данные научных исследований по изучению использования сортов гороха безлисточкового морфотипа в качестве зернофуражной культуры в условиях северного региона Республики Беларусь, выявлению оптимальной нормы высева семян, дозы минерального азота, целесообразности применения бактериального препарата Ризоверм (*Rhizobium* sp. и *Bradyrhizobium* sp.). Совершенствование системы минерального азотного питания и возможность применения биологических препаратов при возделывании гороха в одновидовых посевах для почвенно-климатических условий Витебской области позволит повысить урожайность семян. В ходе исследований выявлено, что оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования максимального симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) в наших исследованиях было 65 кг/га д. в. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 85 кг/га д. в. не увеличивало количество клубеньков на корнях растения гороха. Урожайность семян изучаемого сорта в контрольном варианте без внесения минерального азота находилась на уровне 21,9–28,0 ц/га. Внесение биологического малозатратного бактериального препарата Ризоверм обеспечило прибавку урожайности на 4,5–6,7 ц/га по сравнению со стандартом. Установлено, что при возделывании в почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси максимальная урожайность семян гороха сформировалась на уровне 47,5 ц/га на фоне внесения N 65 кг/га д. в. азота с нормой высева 1,9 млн. всхожих семян на один гектар и составила 47,5 ц/га.

Ключевые слова: горох посевной, семена, урожайность, минеральный азот, бактериальный препарат, норма высева, вегетационный период, клубеньковые бактерии.

*Increasing the yield of high-protein grain forage crops is one of the priority areas for scientific research in the agricultural sector, as it helps to reduce the deficit of feed protein produced in the Republic of Belarus for the production of livestock products. This publication presents the data of scientific research on the use of pea varieties of the leafless morphotype as a grain forage crop in the conditions of the northern region of the Republic of Belarus, identifying the optimal seeding rate, mineral nitrogen dose, and the feasibility of using the bacterial preparation Rizoverm (*Rhizobium* sp. and *Bradyrhizobium* sp.). Improvement of the mineral nitrogen nutrition system and the possibility of using biological preparations in the cultivation of peas in single-species crops for the soil and climatic conditions of the Vitebsk region will increase the seed yield. The research revealed that the optimal dose of nitrogen fertilizer for the formation of the maximum symbiotic apparatus (at the level of 73.5–74.1 nodules on the roots of one plant) in our studies was 65 kg/ha of active substance. A further increase in the dose of mineral nitrogen to 85 kg/ha of active substance did not increase the number of nodules on the roots of the pea plant. The seed yield of the studied variety in the control variant without the introduction of mineral nitrogen was at the level of 2.19–2.80 t/ha. The introduction of the biological low-cost bacterial preparation Rizoverm provided an increase in yield by 0.45–0.67 t/ha compared to the standard. It was established that when cultivating in the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus, the maximum yield of pea seeds was formed at the level of 4.75 t/ha against the background of introduction of 65 kg/ha of active substance of nitrogen with a seeding rate of 1.9 million viable seeds per hectare and amounted to 4.75 t/ha.*

Key words: peas, seeds, yield, mineral nitrogen, bacterial preparation, seeding rate, vegetation period, nodule bacteria.

Введение

В кормопроизводстве Республики Беларусь остается нерешенной проблема недостатка белка собственного производства в рационах животных. Решение этого вопроса возможно не только за счет увеличения посевных площадей высокоурожайных зернобобовых культур, семена которых могут быть использованы при приготовлении концентрированных кормов, но и за счет повышения их урожайности. Посевные площади под зернобобовыми кормовыми культурами в Беларуси в ближайшие годы, по данным С. В. Кравцова, должны составить 350 тыс. га, из них горох необходимо высевать на 200 тыс. га, различные виды люпина – 100 тыс. га и сою – не менее, чем 25 тыс. га [1, с. 4–7].

Лидирующее положение по размеру посевных площадей в аграрном секторе Республики Беларусь среди других зернобобовых культур занимает горох. Наибольший сбор растительного белка при соблюдении технологии возделывания культуры обеспечивают посеvy гороха при возделывании его в чистом виде. В производственных условиях в последние годы высеваются безлисточковые сорта го-

роха, обладающие высокой устойчивостью к полеганию растений, что обеспечивает благоприятные условия для формирования генеративных органов растения и снижение потерь при уборке урожая [2]. Одним из таких сортов является Саламанка. Семена этого сорта гороха характеризуются универсальным их использованием, как на продовольственные цели, так и в качестве белкового компонента при производстве комбикормов для животных [3].

Азот является одним из необходимых элементов питания растений. В условиях интенсивного земледелия для получения планируемого урожая он должен содержаться в почве в количестве, обеспечивающих потребность растений в течении всего периода развития. Создание оптимального режима азотного питания в условиях северной агроклиматической зоны Республики Беларусь является одним из важнейших условий получения высокой урожайности. Одним из источников этого элемента в питании растений гороха является биологическая фиксация атмосферного азота, другим – внесение азотных минеральных удобрений.

Растения гороха обладают способностью симбиотического фиксирования азота из воздуха за счет заселения клубеньковых бактерий на их корневой системе. Поэтому предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями является актуальным направлением при разработке технологии возделывания бобовых культур.

Оптимизация азотного питания путем внесения определенных норм азотных удобрений под планируемую урожайность имеет важное значение в практике сельскохозяйственного производства, так как заниженные нормы азота приводят к недобору урожая, а избыточные – к полеганию растений, росту производительных потерь азота и загрязнению окружающей среды. По мнению некоторых авторов, внесение стартовых доз минерального азота способствует увеличению урожайности этой культуры [4, 5, 6, 7].

Целью наших исследований являлось изучение формирования урожайности семян на посевах гороха усатого морфотипа в почвенно-климатических условиях северной части Республики Беларусь в зависимости от доз внесения минерального азота и применения бактериального препарата при различных нормах высева.

Основная часть

Полевые опыты проведены на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 1,0 м, со следующими агрохимическими показателями: рН (в КСl) – 5,7–5,9; содержание подвижного фосфора – 201–232 мг, обменного калия – 198–216 мг на 1 кг почвы, содержание гумуса – 2,0–2,2 %. В качестве объекта исследования были посеы сорта гороха Саламанка усатого морфотипа. Предметом исследования являлись норма высева, доза азотных удобрений и бактериальный препарат Ризоверм (*Rhizobium* sp. и *Bradyrhizobium* sp.).

Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения во время вегетационного периода были проведены в соответствии с методикой, изложенной Б. А. Доспеховым [8]. Математическая обработка полученных экспериментальных данных проведена с использованием компьютерных программ согласно методикам проведенных исследований.

Растение гороха характеризуется низкой устойчивостью к полеганию стеблестоя. Проведенные за последние годы научно-генетико-селекционные исследования по морфотипу растения этой культуры способствовали созданию новых высокопродуктивных сортов с усатым типом листа. Особенности почвенно-климатических условий северного региона Республики Беларусь оказывают влияние на формирование семенной продуктивности зернофуражных сортов гороха и проведение уборочных работ без потери урожая. Как правило, в конце вегетационного периода культуры наблюдается избыток выпавших осадков, что отрицательно влияет на формирование генеративной сферы растения. Поэтому возделывание наиболее скороспелых сортов позволит реализовать генетический потенциал сорта.

Результаты наших исследований показали, что длина вегетационного периода у сорта Саламанка в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян находилась в пределах 85–96 суток. Удлинению периода от всходов до созревания способствовали разреженный стеблестой посевов культуры и увеличение дозы внесения минерального азота (табл. 1).

Таблица 1. Длина вегетационного периода зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян (суток)

Вариант	Норма высева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	89	86	87	86
Фон+ <i>Rhizobium</i> sp. и <i>Bradyrhizobium</i> sp.	90	87	85	86
Фон + N 25 кг/га д.в.	90	91	88	85
Фон + N 65 кг/га д.в.	93	93	92	88
Фон + N 85 кг/га д.в.	95	96	94	91

При обработке семян гороха перед посевом бактериальным препаратом Ризоверм длина вегетационного периода сократилась на 4–5 суток при увеличении нормы высева до 2,2 млн шт/га по сравнению с минимальной – 1,3 млн шт/га.

Специфичность культур семейства бобовые состоит в том, что они обладают азотфиксирующей способностью, которая определяется численностью образовавшихся на корневой системе клубеньков. Эффективность ризобияльного симбиоза у гороха зависит в первую очередь от механического состава, влажности, аэрации и температурного режима почвы.

В наших исследованиях были проведены учеты с целью установления влияния на процесс формирования азотфиксирующего аппарата в почвенно-климатических условиях северного региона Республики Беларусь на различных фонах минерального азота при различной густоте стояния растений в посевах. Подсчет количества клубеньков на корнях гороха проводили в фазу бутонизации растения, так как в этот период данный показатель достигает максимальной величины.

Известно, что формирующийся при пониженной температуре, характерной для весеннего периода северо-восточной части Республики Беларусь, симбиотический аппарат на протяжении длительного времени остается физиологически молодым, не способным к проявлению активной деятельности. Это приводит к увеличению разрыва во времени между сроками появления клубеньков и началом азотфиксации, который начинается в фазе трех листьев. Поэтому растения гороха на начальных этапах онтогенеза необходимо обеспечить азотным питанием за счет внесения минеральных удобрений. Кроме того, оптимизация азотного питания на начальных этапах развития растений, способствует нарастанию корневой системы, как объекта для заселения клубеньковыми бактериями.

Полученные результаты по количеству клубеньков на корневой системе в изучаемых вариантах по сорту гороха Саламанка показал, что их число варьирует в зависимости от количества внесенного минерального азота с учетом густоты стояния растений в посевах (табл. 2).

Таблица 2. Количество клубеньков на корневой системе у зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян, шт/раст. (фаза бутонизации)

Вариант	Норма высева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	43,9	45,4	45,9	40,1
Фон+Rhizobium sp. и Bradyrhizobium sp.	49,2	51,1	50,8	48,9
Фон + N 25 кг/га д.в.	50,5	56,7	53,5	50,7
Фон + N 65 кг/га д.в.	66,9	73,5	74,1	69,7
Фон + N 85 кг/га д.в.	63,3	66,5	62,7	54,9

Применение азотных удобрений до определенной дозы способствовало увеличению объема корневой системы и ее заселению вирулентными аборигенными клубеньковыми бактериями, присущими почвам северо-восточной части Республики Беларусь. Оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования наибольшего симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) в наших исследованиях было 65 кг/га д. в. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 85 кг/га д. в. не увеличивало количества клубеньков на корнях растения гороха.

Известно, что в северной части Республики Беларусь календарные сроки посева яровых культур, даже холодостойких растений, к которым относится и горох, осуществляются в более поздний календарный период по сравнению с южным регионом. От темпов роста и развития растения зависит полноценное формирование вегетативных и генеративных органов, что и определяет величину сбора семян с единицы площади. Внесение перед посевом гороха доступного для питания растений минерального азота, повышает активность образования азотфиксирующего комплекса в период начального вегетативного роста в условиях северной части Республики Беларусь. Проведенные нами научные исследования показали, что внесение активных штаммов клубеньковых бактерий в виде бактериального препарата Ризоверм способствовало увеличению заселения корневой системы клубеньковыми бактериями в случае неприменения минерального азота. Их количество увеличилось на 11 % по сравнению с контрольным вариантом и была на уровне с применением дорогостоящего минерального азота в дозе 25 кг/га д. в.

Формирование элементов продуктивности растения гороха зависит от метеорологических условий и имеет сложный характер. Повышение температуры воздуха и увеличение суммы осадков до определенного оптимума оказывает положительное влияние на формирование репродуктивных органов. Однако избыток тепла, дефицит или избыток влаги ингибируют продукционный процесс и зависимость между параметрами элементов продуктивности и метеорологическими условиями отрицательна [9]. В условиях Витебской области выпадение повышенного количества осадков во второй половине вегетации приводит к сильному полеганию посева, ухудшает условия аэрации и освещение, со-

здает при почвенном слое зону повышенной температуры, ухудшает фитосанитарное состояние посева. В наших исследованиях длина стебля в зависимости от варианта составила 81,5–97,4 см. Увеличение высоты растения гороха усатого морфотипа в посевах на фоне внесения азота 65 кг/га и норме высева 1,9 млн шт/га до 97,4 см не вызывало полегание стеблестоя и способствовало увеличению количества бобов на растении.

Полученные нами результаты исследований по улучшению режима азотного питания посевов гороха, показали, что в оптимальных для произрастания растений вариантах были обеспечены комфортные условия для сохранения парности бобов и увеличения их количества на растении, что в конечном итоге способствовало формированию высокой продуктивности культуры. Урожайность семян изучаемого сорта Саламанка в контрольном варианте находилась на уровне 21,9–28,0 ц/га. Внесение биологического малозатратного бактериального препарата Ризоверм обеспечило прибавку урожайности на 4,5–6,7 ц/га по сравнению со стандартом (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность семян зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян, ц/га

Вариант	Норма высева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	21,9	22,6	28,0	24,8
Фон+Rhizobium sp. и Bradyrhizobium sp.	24,7	22,9	33,5	31,5
Фон + N 25 кг/га д.в.	23,0	30,7	38,6	36,2
Фон + N 65 кг/га д.в.	26,5	35,2	47,5	41,2
Фон + N 85 кг/га д.в.	25,8	40,1	45,1	40,4

Максимальная урожайность семян сформировалась при внесении дозы минерального азота в количестве 65 кг/га д. в. при норме высева семян 1,9 млн шт/га и составила 47,5 ц/га. Прибавка к контрольному варианту – 17,0 %

Заключение

Оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования наибольшего симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) было 65 кг/га д. в.

Максимальная урожайность семян зернофуражного сорта гороха сформировалась в вариантах опыта при норме высева семян 1,9 млн. всхожих семян на один гектар как при обработке семян активными штаммами клубеньковых бактерий, так и на фоне внесения минерального азота.

Инокуляция семян бактериальным препаратом Ризоверм повышала урожайность семян на 4,5–6,7 ц/га по сравнению с контрольным вариантом.

Проведение посева на фоне внесения минерального азота 65 кг/га д. в. способствовало получению максимальной урожайности семян гороха, которая составила 47,5 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцов С. В. Стратегия Республики Беларусь в области самообеспечения растительным белком / С. В. Кравцов // Аграрная наука – производству. Выпуск № 1(5) // РУП «Научно-исследовательский центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2024. – С. 4–7.
2. Урбан, Э. П. Состояние и приоритеты селекции зерновых, зернобобовых и кормовых растений в Беларуси / Э. П. Урбан, Ф. И. Привалов // Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси: сборник материалов Международной научно-практической конференции; 7–8 июля 2022 г. Жодино / РУП «Научно-исследовательский центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – С. 157–161.
3. Влияние азотных удобрений и норм высева семян на продуктивность посевов гороха / И. В. Ковалева, Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 2 (147). – С. 32–35.
4. Повышение технологичности посевов зернобобовых культур / Н. П. Лукашевич, И. М. Коваль, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева, А. С. Петрович. // Ученые записки учреждения образования Витебская орден Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2018. – Т. 54. № 2. – С. 102–106.
5. Применение diaзотрофных и фосфатмобилизующих бактериальных препаратов при возделывании основных сельскохозяйственных культур / Т. Ф. Персикова и др. – Горки: БГСХА, 2003. – 28 с.
6. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси // Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. М. Коваль // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 87–92.
7. Особенности формирования высокопродуктивных однолетних агрофитоценозов / Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3 (112). – С. 3–6.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1972. – 352 с.
9. Кукреш, Л. В. Зернобобовые культуры / Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич. – Минск: «Ураджай», 1992. – 256 с.

РИЗОГЕНЕЗ *IN VITRO* ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Х. И. БОБОДЖАНОВА, Ш. К. ЯСАУЛОВА, И. САБРИНАИ

Центр биотехнологии Таджикского национального университета,
г. Душанбе, Таджикистан, 734025, e-mail: bobojankh_7@bk.ru

Н. В. КУХАРЧИК

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013, e-mail: nkykhartchyk@gmail.com

(Поступила в редакцию 27.01.2025)

В данной статье представлены результаты исследований, проведенных в период 2022–2024 годы по оценке эффективности ризогенеза *in vitro* подвоев косточковых культур, после хранения в зависимости от концентраций индолилмасляной кислоты (ИМК) и условий культивирования. Исследования проведены на базе лабораторий Центра биотехнологии Таджикского национального университета.

В качестве объектов исследований выбраны подвои Colt и Myrobalan 29C из коллекционного участка Филиала института садоводства и овощеводства им. Мичурина Таджикской академии сельскохозяйственных наук, Согдийская область, район Б. Гафурова, джамоат Овчи Калача, городок Мичурина.

На этапе ризогенеза *in vitro* получены растения двух форм подвоев, эффективность ризогенеза *in vitro* варьирует от 9,09 % до 26,32 % микропобегов подвоя Colt. Несколько выше результативность ризогенеза отмечена для подвоя Myrobalan 29C (от 5,26 % до 58,82 %).

Увеличение концентрации ИМК с 0,25 до 0,50 мг/л незначительно повысило результативность ризогенеза подвоя Colt (с 16 % до 20 %), и значительно уменьшило ризогенез у подвоя Myrobalan 29C (с 32 % до 14 %).

Предварительное культивирование в темноте не оказало влияния на эффективность ризогенеза у подвоя Colt и значительно увеличило ее для подвоя Myrobalan 29C (с 11 % до 35 %).

Увеличение концентрации ИМК с 0,25 до 0,50 мг/л приводит к ускоренному корнеобразованию, в то же время, во всех вариантах к 40 дню культивирования разница нивелируется.

Полученные результаты показывают необходимость дальнейшей оптимизации ризогенеза подвоев Colt и Myrobalan 29C.

Ключевые слова: подвои косточковых культур, ризогенез, *in vitro*, индолил-масляная кислота.

This article presents the results of studies conducted in the period 2022–2024 to assess the efficiency of *in vitro* rhizogenesis of stone fruit rootstocks after cold storage depending on the concentrations of indolebutyric acid (IBA) and cultivation conditions. The studies were conducted at the laboratories of the Biotechnology Center of the Tajik National University.

The objects of research were the Colt and Myrobalan 29C rootstocks from the collection site of the Branch of the Michurin Institute of Horticulture and Vegetable Growing of the Tajik Academy of Agricultural Sciences, Sughd region, B. Gafurov district, Ovchi Kalacha jamoat, Michurin town.

At the stage of *in vitro* rhizogenesis, plants of two rootstock forms were obtained, the efficiency of *in vitro* rhizogenesis varies from 9.09 % to 26.32 % of micro-shoots of the Colt rootstock. A slightly higher efficiency of rhizogenesis was noted for the Myrobalan 29C rootstock (from 5.26 % to 58.82 %).

An increase in the IBA concentration from 0.25 to 0.50 mg/l slightly increased the efficiency of rhizogenesis for the Colt rootstock (from 16 % to 20 %), and significantly reduced rhizogenesis for the Myrobalan 29C rootstock (from 32 % to 14 %).

Preliminary cultivation in the dark did not affect the efficiency of rhizogenesis for the Colt rootstock and significantly increased it for the Myrobalan 29C rootstock (from 11 % to 35 %).

An increase in the IBA concentration from 0.25 to 0.50 mg/l leads to accelerated root formation, at the same time, in all variants, by the 40th day of cultivation, the difference is leveled out.

The obtained results show the necessity of further optimization of rhizogenesis of Colt and Myrobalan 29C rootstocks.

Key words: rootstocks of stone fruit crops, rhizogenesis, *in vitro*, indole-butyric acid.

Введение

Для корнеобразования применяют различные методы и способы: добавление регуляторов роста ауксиновой природы в питательные среды, снижение концентрации сахарозы, получение фотоавтотрофных культур, укоренение растений в условиях *ex vitro*, исключая этап ризогенеза в условиях *in vitro* [1]. Успешность этапа ризогенеза зависит от многих факторов: генотипа сорта, гормонального состава питательной среды, количества пассажей и других условий проведения эксперимента [2, 3]. Количество и длина корней, образующихся на этапе ризогенеза, зависит от формы железа и концентрации ИМК [4].

На этапе ризогенеза часто практикуют использование питательных сред меньшей концентрации – разбавленная среда Мурасиге и Скуга, минеральная основа среды Уайта. В качестве индуктора ризогенеза используют индолилмасляную (ИМК), индолилуксусную (ИУК), нафтилуксусную (НУК) кислоты. Однако НУК менее пригодна из-за обильного каллусообразования, которое затрудняет рост

корней [6]. По мнению авторов [7, 8], лучшей средой для корнеобразования являются среды с макроэлементами по Хеллеру с добавлением витаминов и разбавленная вдвое среда МС с пониженным содержанием сахарозы 15 мг/л и с исключением мезоинозита, способствующего образованию каллусной ткани. Большое значение имеет способ применения индукторов корнеобразования. Традиционный способ состоит в непосредственном введении ауксинов в питательные среды. Другим способом применения ауксинов можно назвать их кратковременное введение в питательные среды в высоких концентрациях [9].

Особая роль в размножении растений и изучении процессов морфогенеза *in vitro* принадлежит физическим факторам культивирования, таким как интенсивность освещения, спектральный состав света, фотопериод, температура и рН питательной среды [10, 11]. Ряд авторов отмечают сложную зависимость укоренения от светового режима, регуляторов роста, рН среды [2]. Положительное действие этиоляции на этапе пролиферации побегов на дальнейший процесс ризогенеза зависит от сорта. По мнению Р. М. Пугачева, культивирование микрорастений в темноте в течение 2 недель увеличивает эффективность укоренения [5]. В тоже время имеется информация, что применение ауксинов и темноты на последней неделе пролиферации побегов М27 уменьшало укореняемость на 65 % [2]. Макаровым С.С. с коллегами выявлено, что лучшая укореняемость микропобегов *P. cerasus* в культуре *in vitro* в течение 2 недель при нормальной освещенности (1500–2000 лк) и пониженной температуре воздуха (15 °С) [12].

Цель работы – определить степень ризогенеза *in vitro* клоновых подвоев косточковых культур после хладохранения в зависимости от концентраций индолилмасляной кислоты (ИМК) и условий культивирования.

Основная часть

Объектами исследований являлись подвой из коллекционного участка Филиала института садоводства и овощеводства им. Мичурина Таджикской академии сельскохозяйственных наук, Согдийская область, район Б.Гафурова, джамоат Овчи Калача, городок Мичурина.

Colt (*Prunus avium* x *Prunus pseudocerasus*) – слаборослый подвой, выведен в Англии Тайдеманом Х. М. Получен от опыления черешни (*Cerasus avium*) вишней ненастоящей (*Cerasus pseudocerasus*). Совместим со всеми сортами черешни и вишни. У деревьев вишни, привитых на Колте, размеры крон на 20–45 % меньше, чем на сильнорослом подвое. Деревья рано вступают в плодоношение и дают обильные, регулярные урожаи. Способствует увеличению размера плодов. Маточные кусты пирамидальные, средних размеров. Побегов в кусте среднее количество, они обычно не имеют боковых разветвлений. Легко размножается одревесневшими черенками. Однолетние приросты, нарезанные сразу после листопада, можно высаживать для укоренения без предварительной тепловой обработки и воздействия на них стимуляторами корнеобразования. Колт не получил распространения из-за очень низкой даже для южной зоны морозостойкости корней и сильной подверженности заболеванию корневым раком [13]. По другим источникам по силе роста, компактности крон, урожайности и срокам вступления деревьев в плодоношение от сеянцев горькой черешни *Prunus avium* не отличается [14].

Myrobalan 29C является одним из видов американской алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Рекомендован как среднерослый подвой для алычи, сливы и абрикоса, хорошо приспосабливается к разным типам почв и климату, распространён во многих садоводческих районах Европы. Обеспечивает хорошую приживаемость саженцев, устойчив к содержанию активных известняков и к асфиксии корней, размножается отводками, зелёными и одревесневшими черенками. В Республику Таджикистан подвой завезен в 2012 г. В качестве вегетативного подвоя для сливы и абрикоса в США, Италии, Франции, Хорватии, Англии, Румынии, Германии и других странах используется *Myrobalan 29C*, который хорошо растёт на песчаных почвах, особенно там, где близко залегают грунтовые соленосные воды [15]. Работа проводилась в Центре биотехнологии ТНУ в период с 2022 по 2024 гг.

Микропобеги образцов высотой не более 1,5 см пересаживали на питательную среду для укоренения, содержащую ½ концентрации макро- и микросолей по MS, витаминами В₁, В₆, РР, С – 0,5 мг/л и сахарозой – 20 г/л [16]. Концентрация ИМК в питательной среде в 2-х вариантах – 0,25 и 0,5 мг/л. Питательная среда без добавления ИМК служила контрольной. За образованием корней наблюдали в течение 40 дней.

Этап ризогенеза проводили после: 6 пассажей культивирования (среда для микроразмножения – Мура сига-Скуга [17], дополненная витаминами: В₁, В₆ и РР по 0,5 мг/л, С – 1 мг/л; и цитокинином 6-БА (0,5 мг/л) [18].); далее хладохранения (температуры +5...+8 °С, питательная среда для микроразмножения с пониженным (1/2) содержанием макро- и микросолей) в течении 78 дней; двух пассажей куль-

тивирования на среде микроразмножения (Мурасига-Скуга [17], дополненная витаминами: В₁, В₆ и РР по 0,5 мг/л, С – 1 мг/л; и цитокинином 6-БА (0,5мг/л) [18]).

Условия культивирования на этапе ризогенеза:

1-й вариант – в светокультуральной комнате при температуре +22 ... +24 °С, влажности воздуха 70–80 %, фотопериоде 16/8ч., освещенности 2,5–3 тыс. люкс.

2-ой вариант – первые 15 дней в полной темноте при температуре +22 ... +24 °С, влажности воздуха 70–80 %. Дальнейшее культивирование при обычных условиях (1-й вариант), т.е. в светокультуральной комнате при температуре +22 ... +24 °С, влажности воздуха 70–80 %, фотопериоде 16/8ч., освещенности 2,5–3 тыс. люкс.

Статистическую обработку полученных данных проводили по Б. А. Доспехову [19].

Депонирование, проведенное для оценки возможности создания коллекции *in vitro*, показало разное количество образцов выдержавших условия хранения, что вероятно связано с индивидуальными характеристиками подвоев. Ранее показана низкая (29,4 %–26,7 %) сохранность регенерантов подвоев *Myrobalan 29C* и *Colt* в результате депонирования, и достаточно высокие коэффициенты размножения (3,3–8,0), что позволяет получать в дальнейшем посадочный материал [20].

Культивирование на этапе ризогенеза показало, что процент укоренившихся микропобегов подвоя *Colt* во всех вариантах опыта варьирует от 9,09 %, при концентрации ИМК в питательной среде 0,25 мг/л, до 26,32 – при концентрации ИМК в питательной среде 0,25 мг/л в 1-ом варианте культивирования. На питательной среде с концентрацией ИМК 0,5 мг/л в первом и втором варианте культивирования равен 26,32 и 14,29 % соответственно. Во всех вариантах опыта значительное количество составляют растения с хорошо развитой листовой массой, однако развитие корневой системы в них не отмечено. Имеют место и случаи некроза микропобегов подвоя *Colt* в контрольном варианте при 1-ом варианте культивирования и во всех трех вариантах питательной среды 2-й вариант культивирования (таблица).

Морфологические показатели растений-регенерантов *in vitro* при разных условиях культивирования

Тип подвоя	Показатели	1-й вариант			2-й вариант		
		концентрация ИМК в питательной среде (мг/л)					
		Контроль	0,25	0,5	контроль	0,25	0,5
Colt	Посажено, шт	25	22	19	25	18	21
	Жизнеспособные, шт / %	21/84,0	22/100	19/100	18/72,0	17/94,44	18/85,71
	Укоренились, шт / %	3/12,0	2/9,09	5/26,32	3/12,0	4/22,22	3/14,29
	Некротизированные, шт / %	4/16,0	–	–	7/28,0	1/5,56	3/14,29
	Длина корня, см	2,77±0,39	2,30±0,40	1,44±0,27	1,50±0,29	1,97±0,16	3,00±0,00
	Количество корней, шт	2,33±0,33	3,50±0,50	1,60±0,40	4,00±1,53	3,50±0,64	1,67±0,33
	Длина побега, см	0,47±0,09	0,48±0,05	0,46±0,05	1,03±0,18	1,39±0,17	1,57±0,23
	Количество листьев, шт	6,33±0,88	8,50±0,50	12,80±0,86	5,00±0,58	6,00±1,22	9,33±0,33
Myrobalan 29C	Посажено, шт	19	19	18	19	17	19
	Жизнеспособные, шт / %	19/100	18/94,74	18/100	16/84,21	17/100	19/100
	Укоренились, шт/%	–	1/5,26	3/16,67	3/15,79	10/58,82	2/10,53
	Некротизированные, шт / %	–	1/5,26	–	3/15,79	–	–
	Длина корня, см	–	3,40	3,33±0,52	2,27±0,50	2,45±0,32	4,00±0,29
	Количество корней, шт	–	4,00	1,67±0,33	2,00±0,58	2,00±0,36	1,50±0,50
	Длина побега, см	0,62±0,08	0,80	1,37±0,09	1,67±0,17	1,65±0,18	2,10±0,20
	Количество листьев, шт	7,31±0,95	8,00	6,67±1,20	7,00±1,00	5,60±0,48	7,50±1,50

Процент укоренившихся микропобегов подвоя *Myrobalan 29C* варьирует от 5,26 % при 1-м варианте культивирования до 58,82 % во втором варианте культивирования на питательной среде с концентрацией ИМК 0,25 мг/л. На питательной среде с концентрацией ИМК 0,5 мг/л в первом и втором варианте культивирования равен 16,67 и 10,53 % соответственно. Случаи некроза отмечены на питательной среде с концентрацией ИМК 0,25 мг/л (1-е условия культивирования) и контрольном варианте (2-й вариант культивирования). Также как и для подвоя *Colt* для подвоя *Myrobalan 29C* во всех вариантах опыта значительное количество составляют растения с хорошо развитой листовой массой, однако развитие корневой системы в них не отмечено.

В 1-м варианте культивирования появление корневой системы регенерантов клонового подвоя *Colt* отмечено на 20-й день развития при концентрации ИМК – 0,5 мг/л и на 30-й день – при концентрации ИМК – 0,25 мг/л (рис. 1).

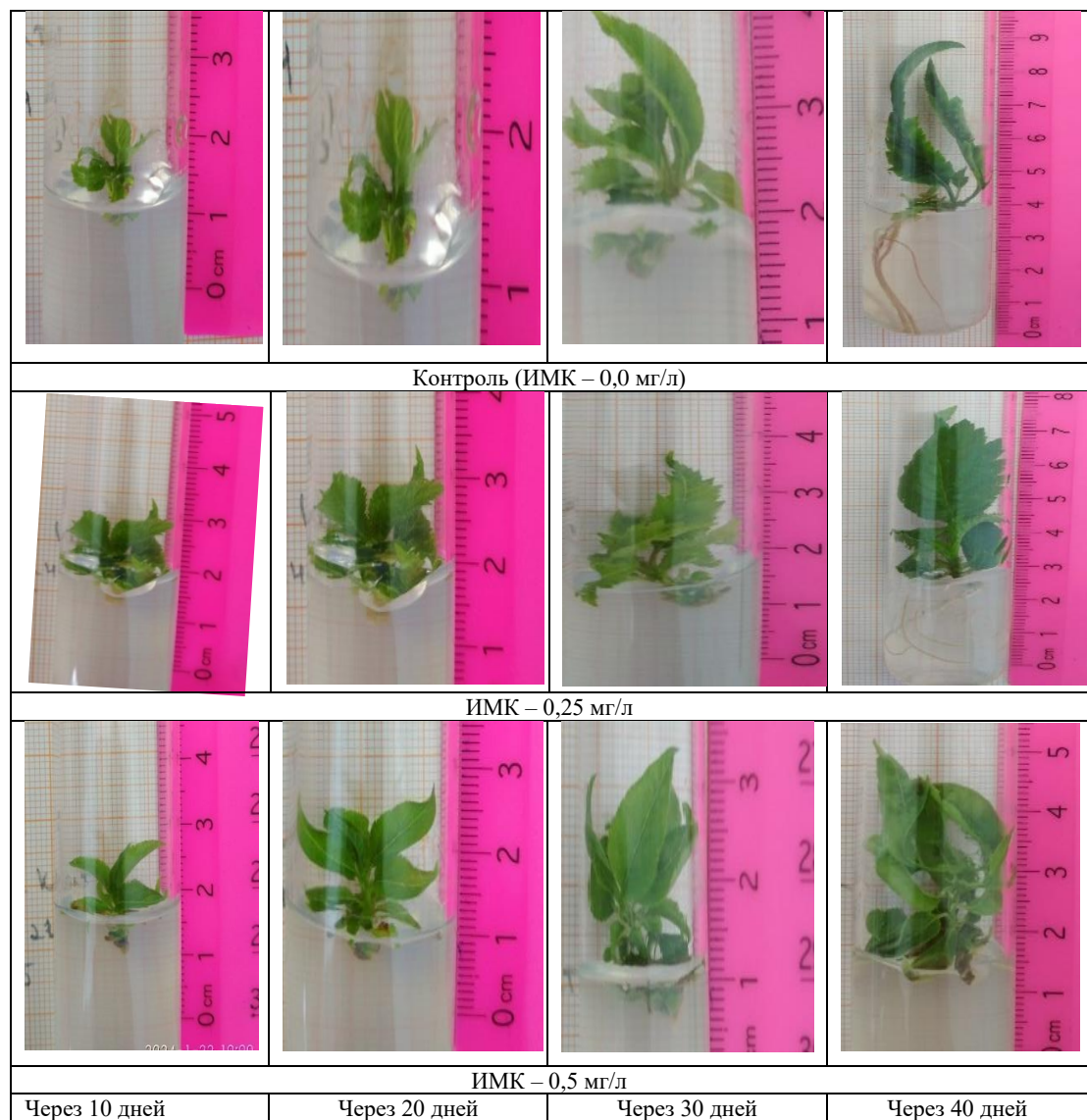
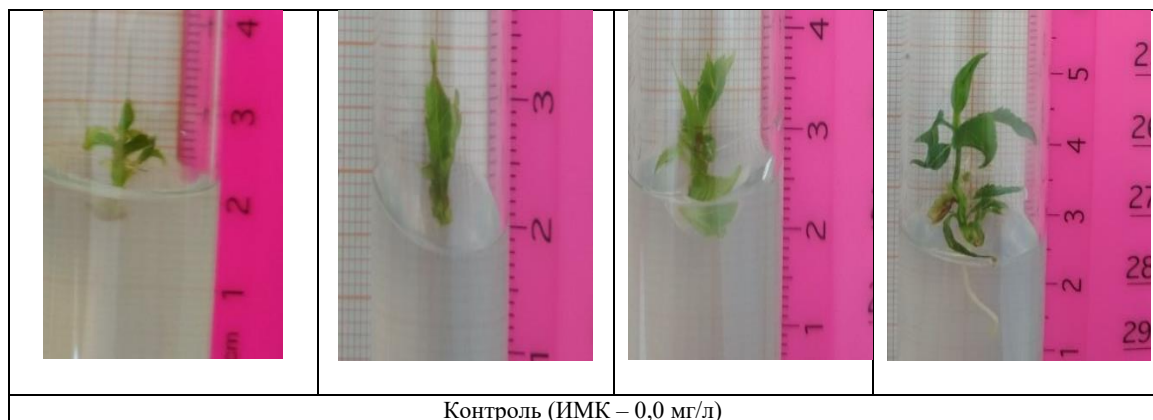


Рис. 1. Ризогенез клонового подвоя *Colt* на разных концентрациях ИМК в питательной среде, в течение 40 дней. Условия культивирования: 1-й вариант

Во втором варианте культивирования, когда первые 10 дней развития образцы были помещены в условия полного отсутствия освещения, появление корней отмечено на 20 день развития при концентрации ИМК 0,25 мг/л (рис. 2). И к 40-му дню микроболеги подвоя *Colt* имели хорошо развитую корневую систему во всех вариантах питательной среды.



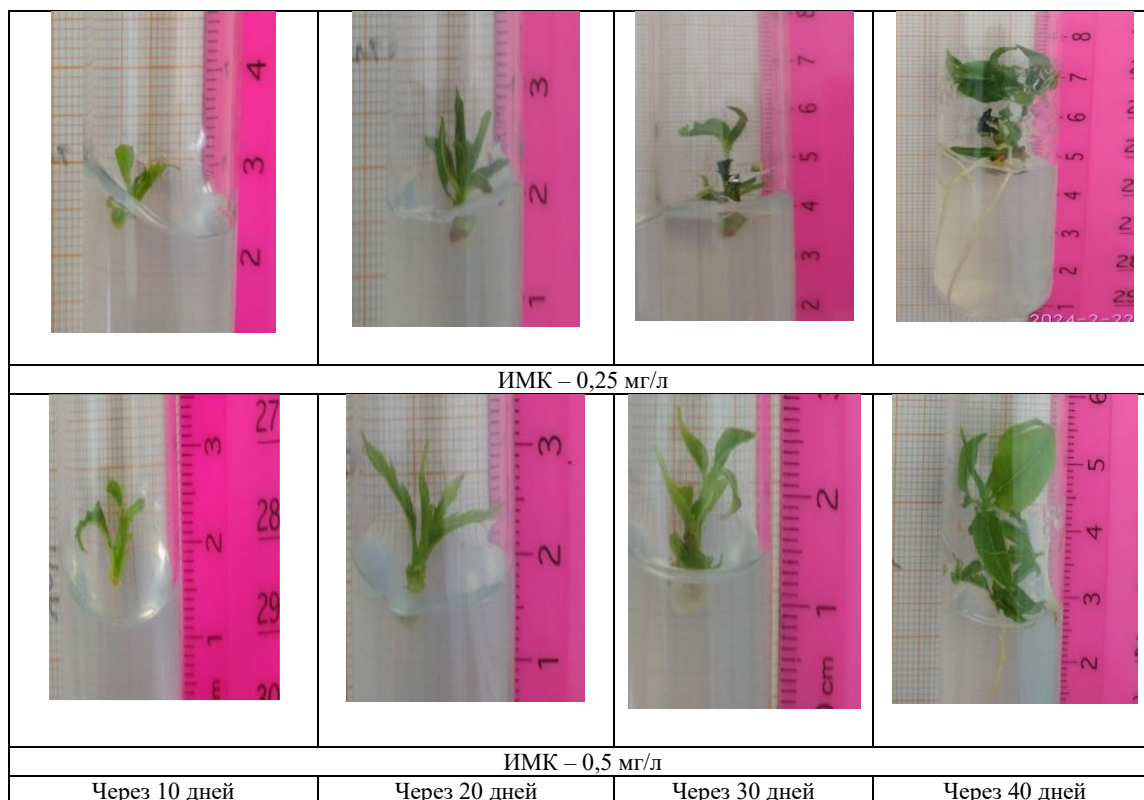
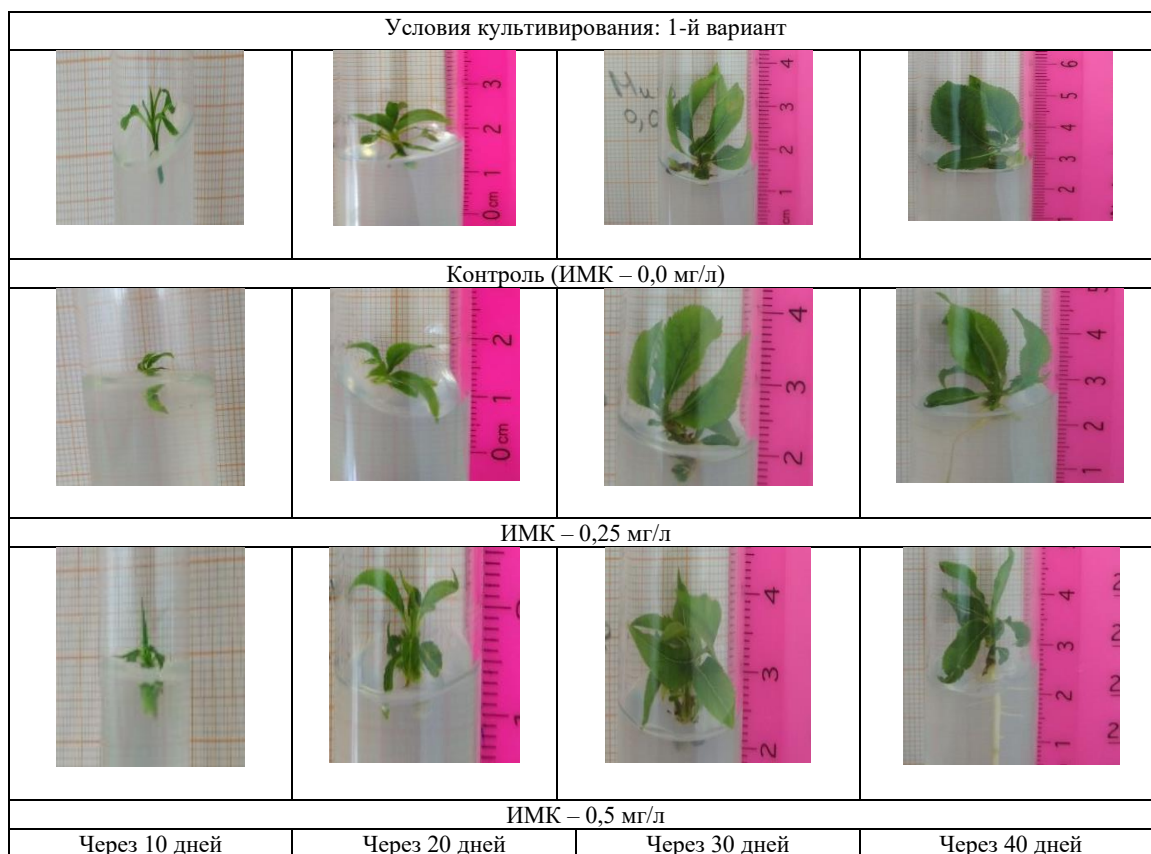


Рис. 2. Ризогенез клонового подвоя *Colt* на разных концентрациях ИМК в питательной среде, в течение 45 дней. Условия культивирования: 2-й вариант

На рис. 3 и 4 показана динамика развития корневой системы микропобегов подвоя *Myrobalan 29C* на питательных средах с разной концентрацией ИМК в двух условиях культивирования.

Во втором варианте культивирования микропобегов подвоя *Myrobalan 29C* корнеобразование выявлено на всех трех вариантах питательной среды к 40-му дню развития.



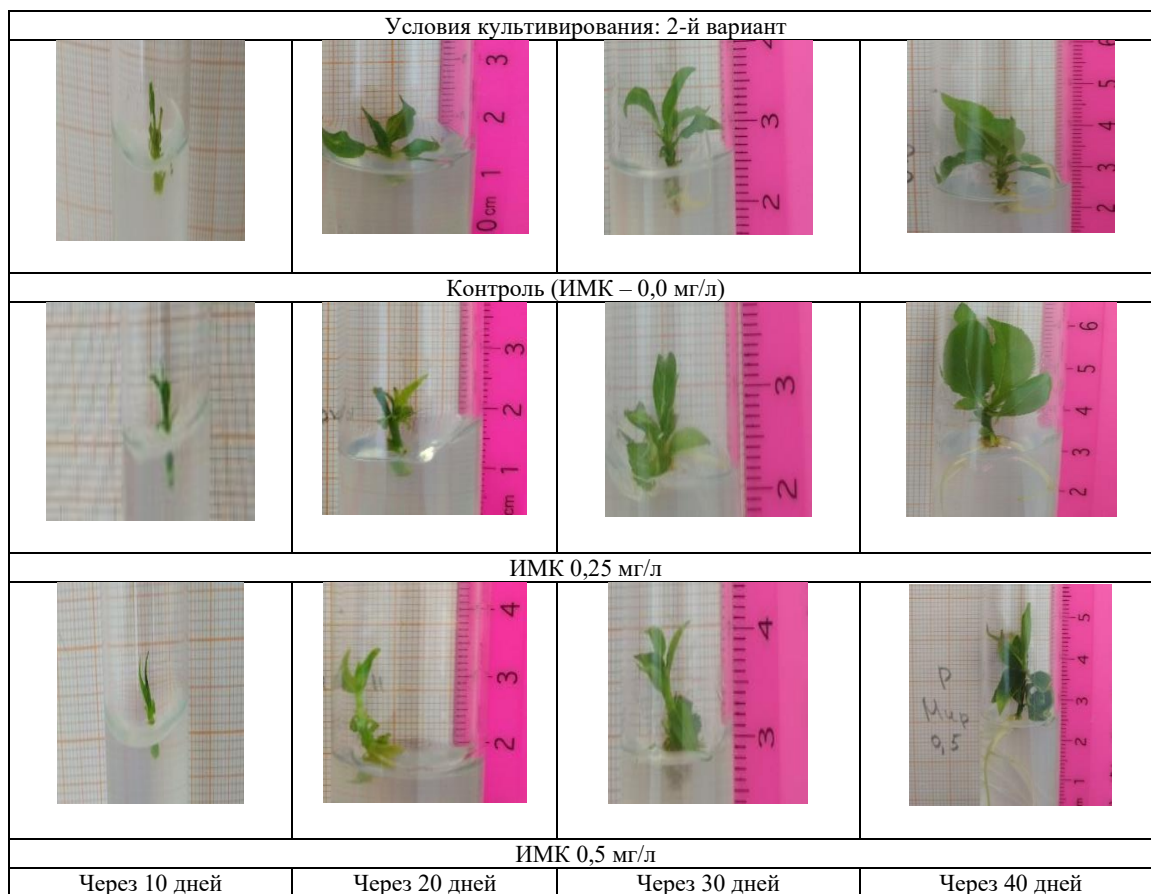


Рис. 3. Ризогенез клонового подвоя *Myrobalan 29C* на разных концентрациях ИМК в питательной среде, в течение 40 дней

Также оценивали качество укорененных микропобегов клоновых подвоев *Colt* и *Myrobalan 29C* по следующим параметрам: длина корня, длина побега, число корней и число листьев (таблице).

Показано, что длина корня подвоя *Colt* на питательной среде с концентрацией ИМК 0,5 мг/л равна 1,44 см в 1-м варианте культивирования и 3,00 см – во втором варианте культивирования. Количество корней в указанных выше вариантах практически не отличается.

На питательной среде с концентрацией ИМК 0,25 мг/л количество корней не отличается в обоих вариантах культивирования. Длина корней на данной среде составляет 2,30 см и 1,97 см в 1-м и 2-м вариантах культивирования соответственно.

Образование корней не наблюдается в контрольном варианте питательной среды. К 40-му дню развития показано образование корневой системы при концентрации ИМК 0,25 и 0,5 мг/л в питательной среде.

Длина корней микропобегов подвоя *Myrobalan 29C* на питательной среде с концентрацией ИМК 0,5 мг/л составила 3,33 см в 1-м варианте культивирования и 4,00 см – во втором варианте культивирования. Количество корней в указанных выше вариантах практически не отличается (1,67 и 1,5 в 1-м и 2-м вариантах культивирования соответственно).

Заключение

Процент укоренившихся микропобегов подвоя *Colt* невысокий во всех вариантах опыта и варьирует от 9,09 % до 26,32 %; несколько выше результативность ризогенеза отмечена для подвоя *Myrobalan 29C* (от 5,26 % до 58,82 %).

Увеличение концентрации ИМК с 0,25 до 0,50 мг/л незначительно повысило результативность ризогенеза подвоя *Colt* (с 16 % до 20 %) и значительно уменьшило ризогенез у подвоя *Myrobalan 29C* (с 32 % до 14 %).

Предварительное культивирование в темноте не оказало влияния на эффективность ризогенеза у подвоя *Colt* и значительно увеличило ее для подвоя *Myrobalan 29C* (с 11 % до 35 %).

Увеличение концентрации ИМК с 0,25 до 0,50 мг/л приводит к ускоренному корнеобразованию, в тоже время, во всех вариантах к 40 дню культивирования разница нивелируется.

Полученные результаты показывают необходимость дальнейшей оптимизации ризореза подвоев *Col* и *Myrobalan 29C*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кильчевский, А. В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева – Минск: Беларус. навука, 2012. – 489 с.
2. Деменко, В. И. Укоренение – ключевой этап размножения растений *in vitro* / В. И. Деменко, К. А. Шестибратов, В. Г. Лебедев // Журнал Известия ТСХА. – 2010. – № 1. – С. 73–85.
3. Поух, Е. В. Влияние различных спектров на развитие корневой системы подвоев сливы на этапе укоренения *INVITRO* / Е. В. Поух, О. С. Иванова, Т. П. Кобринец // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXV Международной научно-практической конференции (Гродно, 23 марта 2022 года) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2022. – [Вып.] Агрономия. Защита растений. – С. 134–136.
4. Супрун И. И., Амосова М. А., Федорович С. В., Лободина Е. В., Авакимян А. О., Аль-Накиб Е. А. Эффективность размножения *in vitro* клонового подвоя косточковых культур ПК СК 1. Плодоводство и ягодоводство России. 2023; 72:16–23. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2023-72-16-23>. Дата доступа: 6.01.2025 г.
5. Пугачев Р. М. – Особенности размножения растений рода *Prunus* L. В культуре *IN VITRO*: автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд с.-х. наук. / Горки, 2003. – 18 с.
6. Матушнина, О. В. Технология клонового микроразмножения яблони и груши / О. В. Матушнина, И. Н. Пронина / Методические рекомендации. – Мичуринск-научоград РФ, 2008. – 32 с.
7. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / Под ред. Е. Н. Джигадло. Орел, 2005. – 50 с.
8. Ruzic D., Saric M., Cerovic R., Culafic I. Relationship between the concentration of macroelements, their uptake and multiplication of cherry rootstock Gisela 5 *in vitro* // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2000. Vol. 63. P. 9–14.
9. Коваленко Н. Н., Поливарова Н. В. Культура апикальных меристем отдаленных гибридов *Cerasus* Mill // Биотехнология в плодоводстве. Материалы научной конференции, Самохваловичи, 13–17 июня 2016, г. Минск, С.147–150.
10. Yaacob. I S., Mahmud N. Taha R. M., Mohamed N., Yusoff A.I.M., Saleh A. Optimization of culture condition (sucrose, pH, and photoperiod) for *in vitro* regeneration and early detection of somaclonal variation in ginger lime (*Citrus assamensis*) 11 The Scientific Word Journal. – 2014 – Vol. 2014. Article III 262710, 9 pp. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/262710>. Дата доступа: 6.01.2025г.
11. Mitrofanova I. V., Ivanova N. N., Paliy A. E., Paliy I. N., Mitrofanova O. V. Influence of the temperature factor on regeneration features of *Silene Jailsensis* N.I. Rubtzov and *Crepis Purpurea* (Willd.) M. Bieb. and the content of phenolic substances *in vitro* //Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 135. – P. 87–96.
12. Макаров С. С., Кузнецова И. Б., Шарафутдинов Х. В., Чудецкий А. И., Ахметова Л. П., Кульчицкий А. Н. Оценка влияния различных факторов на укоренение *in vitro* и адаптацию *ex vitro* российских сортов *PRUNUS CERASUS* L. Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 121–129. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/otsenka-vliyaniya-razlichnyh-faktorov-na-ukorenenie-in-vitro-i-adaptatsiyu-ex-vitro-rossiyskih-sortov-prunus-cerasus-l.pdf>. Дата доступа: 16.12.2024 г.
13. Клоновые подвои черешни и вишни [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/8902695/page:5>. – Дата доступа: 6.09.2024 г.
14. Мындра В. Г., Чернец А. М., Кожохаренко В. Т., Куку Г. А., Калашян Ю. А. Совершенствование подвоев черешни – путь интенсификации культуры [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/31-34_26.pdf. – Дата доступа: 7.09.2024 г.
15. Охунджонов А. Х., Янгибаев Д., Фелалиев А. С. Засухоустойчивость подвоев абрикоса в условиях Северного Таджикистана. Доклады АН РТ. 2017, том 60, №5-6, с. 269–274.
16. Кухарчик, Н. В. Технология получения оздоровленных клоновых подвоев сливы / Н. В. Кухарчик, М. С. Кастрицкая, О. В. Соловей // Плодоводство: науч. тр./ РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С.126–134.
17. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiology Plantarum. – 1962. – Vol. 15, iss. 3. – P. 473–497.
18. Размножение плодовых, ягодных растений, винограда и хмеля в культуре *in vitro*. / Кухарчик Н.В. [и др.]; под общ. ред. Н. В. Кухарчик. – Минск: Колоград, 2021. – 400 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: АГРОПромиздат, 1985. – 351 с.
20. Бободжанова Х. И. Микроразмножение и депонирование подвоев косточковых культур / Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2024. – № 4. – С. 45–50.

РАЗВИТИЕ И РОСТ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА СЕВА, МАССЫ И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН

В. Н. КОСТЕНЕВИЧ, Н. Ф. НАДТОЧАЕВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: kostenevich80@mail.ru, corn2007@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.01.2025)

Исследования проводились в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м. В пахотном слое опытного участка содержалось 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг P₂O₅, 257–286 мг/кг K₂O, pH – 6,05–6,14. Отличительной особенностью погодных условий 2022 г. явился дефицит влаги в почве, который растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, наступившего в начале августа, и отсутствие осадков в дальнейшем в течение трех декад с ранними осенними заморозками в первой декаде сентября. По сумме эффективных температур (выше 10 °C) и количеству выпавших осадков с мая по сентябрь 2022 г. близок к среднемуголетнему (915 °C и 896 °C, 352 и 370 мм соответственно). Если в 2022 г. острый дефицит осадков наблюдался только в августе, то в 2023 г. – с мая по август, но особенно в июне. И общее их количество за 5 месяцев вегетации кукурузы составило 180 мм при сумме эффективных температур 1148 °C. Вегетационный период 2024 г. характеризовался пониженными температурами воздуха после раннего сева кукурузы, продолжительный довсходовый период, дефицитом осадков в мае, августе и сентябре и большим количеством тепла, превысившим норму на 44 %. Сумма осадков с мая по сентябрь составила 281 мм.

В опыте изучались 2 срока сева: 1) ранний – при сумме положительных температур около 200 °C, что совпадает с появлением бутонов у крыжовника (28 апреля 2022 г., 19 апреля 2023 г. и 10 апреля 2024 г.) и 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Протравленные препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семена гибрида Дарьян мелкой фракции (7 мм) в 2022 г. имели массу 1000 шт. 202 г и лабораторную всхожесть 96 %, крупной фракции (9 мм) – 273 г и 99 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции (7 мм) – 257 г и 93 %, крупной (8 мм) – 323 г и 99 %. В 2023 г. семена гибрида Дарьян мелкой фракции имели массу 1000 шт. 196 г и лабораторную всхожесть 97 %, крупной – 290 г и 100 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции – 193 г и 96 %, крупной – 305 г и 94 %. В 2024 г. использовались семена гибрида Дарьян с массой семян 271 и 356 г (фракции 7 и 9), Полесский 202 – 215 и 357 г соответственно.

Исследования показали, что при раннем севе кукурузы в центральной части Беларуси, когда температура в довсходовый период не достигает 10 °C, средняя продолжительность его у гибридов Дарьян и Полесский 202 колеблется в пределах 22–30 сут, при оптимальном она сокращается до 14–20 сут. Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см задерживает появление всходов кукурузы до 3 сут, однако к фазе цветения это наполовину компенсируется за счет более быстрого развития растений. При оптимальном сроке сева, проводимом через 2 недели после раннего, довсходовый период короче на 8 сут, от всходов до цветения початков – на 4 суток, в результате чего эта фаза наступает только на 2 дня позже, что обусловлено одинаковой суммой эффективных температур, получаемой растениями кукурузы разных сроков сева. На высоту растений кукурузы существенное влияние оказывает водный режим в период их интенсивного роста, при котором различия по годам могут составлять 30 %, в то время как сроки сева с разницей в 2 недели, масса 1000 семян в пределах 222–357 г и глубина заделки семян от 2 до 7 см изменяли этот показатель до 5 %. Оптимальный срок сева по сравнению с ранним, как и увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см способствуют повышению высоты растений кукурузы по окончании роста.

Ключевые слова: кукуруза, срок сева, глубина заделки, масса семян, температура, высота растений, развитие растений.

The research was carried out at the Scientific and Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming in 2022–2024 on sod-podzolic cohesive sandy soil, underlain by moraine loam from a depth of 0.4–0.9 m. The plowing layer of the trial field contained 2.24–2.70 % humus, 180–200 mg P₂O₅, 257–286 mg/kg K₂O, pH – 6.05–6.14. A distinctive feature of the weather conditions in 2022 was the lack of moisture in the soil, which corn plants began to feel acutely 3 weeks after flowering, which occurred in early August, and the absence of precipitation in the future for three ten-day periods with early autumn frosts in the first ten days of September. In terms of the sum of effective temperatures (above 10 °C) and the amount of precipitation from May to September, 2022 is close to the long-term average (915 °C and 896 °C, 352 and 370 mm, respectively). If in 2022 an acute deficit of precipitation was observed only in August, then in 2023 – from May to August, but especially in June. And their total amount for 5 months of corn vegetation was 180 mm with a sum of effective temperatures of 1148 °C. The vegetation period of 2024 was characterized by low air temperatures after early sowing of corn, which led to a long pre-emergence period, a deficit of precipitation in May, August and September and a large amount of heat, which exceeded the norm by 44 %. The amount of precipitation from May to September was 281 mm.

The experiment studied 2 sowing dates: 1) early – with a sum of positive temperatures of about 200 °C, which coincides with the appearance of gooseberry buds (April 28, 2022, April 19, 2023 and April 10, 2024) and 2) optimal – 2 weeks after the first date. Seeds of the Daryan hybrid of small fraction (7 mm) treated with Maxim XL, 1 l/t + Tabu, 5 l/t in 2022 had a weight of 1000 pcs of 202 g and laboratory germination of 96 %, large fraction (9 mm) – 273 g and 99 %, hybrid Poleskiy 202 small fraction (7 mm) – 257 g and 93 %, large (8 mm) – 323 g and 99 %. In 2023, the seeds of the hybrid Daryan small fraction had a weight of 1000 pcs. 196 g and laboratory germination of 97 %, large – 290 g and 100 %, hybrid Poleskiy 202 small fraction – 193 g and 96 %, large – 305 g and 94 %. In 2024, seeds of the Daryan hybrid with a seed weight of 271 and 356 g (fractions 7 and 9) were used, Poleskiy 202–215 and 357 g, respectively.

Studies have shown that with early sowing of corn in the central part of Belarus, when the temperature in the pre-emergence period does not reach 10 °C, its average duration for the hybrids Daryan and Poleskiy 202 fluctuates within 22–30 days, with the optimal period it is reduced to 14–20 days. Increasing the seeding depth from 2–3 cm to 6–7 cm delays the emergence of corn seedlings

by up to 3 days, but by the flowering phase this is half compensated for by the faster development of plants. With the optimal sowing time, carried out 2 weeks after early sowing, the pre-emergence period is shorter by 8 days, from seedlings to cob flowering – by 4 days, as a result of which this phase occurs only 2 days later, which is due to the same sum of effective temperatures received by corn plants of different sowing dates. The height of maize plants is significantly affected by the water regime during their period of intensive growth, where differences between years can be 30 %, while sowing dates with a difference of 2 weeks, 1000 seed weight within 222–357 g and seed placement depth from 2 to 7 cm changed this indicator by up to 5 %. The optimal sowing date compared to early sowing, as well as an increase in seed placement depth from 2–3 cm to 6–7 cm, contribute to an increase in the height of maize plants after growth is complete.

Key words: maize, sowing time, seeding depth, seed weight, temperature, plant height, development of plant.

Введение

Срок сева является важным агротехническим приемом, влияющим на формирование урожая кукурузы. В опытах, проведенных на Хмельницкой государственной сельскохозяйственной опытной станции, лучшие условия для роста и развития растений кукурузы получены при ранних сроках сева [1]. Исследованиями в Институте орошаемого земледелия НААН Украины установлено, что максимальные показатели высоты растений кукурузы отмечены при севе в третьей декаде апреля – 244 см против 242 см при севе во второй декаде апреля и 237 см – в первой декаде мая [2]. Ученые Университета штата Иллинойс считают, что рано посеянная кукуруза обычно менее высокая, имеет более низкую высоту прикрепления початка, а поэтому наряду с тем, что она менее склонна к полеганию, позволяет дополнительно посеять 5,8–8,7 тыс. семян на 1 га и за счет этого получить более высокую урожайность [3].

Ранние сроки сева в условиях ограниченных тепловых ресурсов при благоприятном температурном фоне показывают положительные результаты на прохождение заключительных этапов органогенеза, на что указывают российские авторы [4–7]. Ранний сев более важен при выращивании кукурузы на зерно [8–10]. Французский исследователь Жан-Поль Рену считает, что ранний посев благодаря раннему цветению кукурузы способствует лучшему озернению початков до полного истощения полезных запасов почвы [11].

При раннем севе меньше риска, что семенное ложе будет сухим, температура почвы на глубине заделки 2,5–5 см выше, чем на глубине 7,5 см и более, а поэтому мелкая заделка семян для быстрого прорастания в прохладной почве менее опасна [3]. В то время как глубокая заделка семян кукурузы (более 4 см) задерживает появление всходов [12] и наступление цветения початков на 1–2 дня [13].

Основная часть

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг Р₂О₅, 257–286 мг/кг К₂О, рН – 6,05–6,14. Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные (К₆₀₋₁₂₀) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения (Р₃₀₋₄₅) в виде аммонизированного суперфосфата вносились с учетом содержания этих элементов в почве перед зяблевой вспашкой. Весной под культивацию использовали карбамид в дозе 130 кг/га д.в. азота. Посев осуществлялся в 2 срока: 1) ранний – при сумме положительных температур около 200 °С, что совпадает с появлением бутонов у крыжовника (28 апреля 2022 г., 19 апреля 2023 г. и 10 апреля 2024 г.) и 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Протравленные 17 марта 2022 г. препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семена гибрида Дарьян мелкой фракции (7 мм) имели массу 1000 шт. 202 г и лабораторную всхожесть 96 %, крупной фракции (9 мм) – 273 г и 99 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции (7 мм) – 257 г и 93 %, крупной (8 мм) – 323 г и 99 %. В 2023 г. протравленные теми же препаратами семена гибрида Дарьян мелкой фракции имели массу 1000 шт. 196 г и лабораторную всхожесть 97 %, крупной – 290 г и 100 %, гибрида Полесский 202 мелкой фракции – 193 г и 96 %, крупной – 305 г и 94 %. В 2024 г. использовались семена гибрида Дарьян с массой семян 271 и 356 г (фракции 7 и 9), Полесский 202 – 215 и 357 г соответственно.

В 2022 г. апрель и май оказались холоднее нормы на 2,1 °С, а июнь настолько же превысил этот показатель. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Дефицит влаги в почве растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, которое наступило в начале августа. Жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному отмиранию листьев.

В 2023 г. среднесуточная температура воздуха в апреле оказалась на 1,3 °С выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм или 62 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха была близкой к норме (13,3 и 13,2 °С соответственно), а осадков выпало лишь 8 % относительно

среднегодовалого значения. В довсходовый период кукурузы погодные условия сочетались с низкими ночными температурами и теплой солнечной погодой в дневное время, что не оказало сильного негативного влияния на снижение полевой всхожести семян при длительном периоде от сева до всходов. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. По этой причине рост растений кукурузы практически прекратился. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений.

Первая декада апреля 2024 г. оказалась необычно теплой, превысив норму на 6,4 °С. Теплее нормы (на 1,2 °С) была и вторая декада месяца. Третья декада характеризуется обильными осадками и холодной погодой. В итоге температура апреля оказалась на 2,2 °С выше среднегодовалого значения, при в 2,3 раза большем количестве осадков. В первой половине мая температурные условия приближались к многолетним значениям, а осадков выпало меньше нормы. Особенно засушливой оказалась вторая декада месяца. И в целом за май выпало 13,4 мм осадков (21 % от нормы) при среднесуточной температуре воздуха на 1,8 °С выше многолетнего значения. Теплее обычного (на 1,5 °С) с обильными осадками (+ 38 %) был первый летний месяц. Такая погода благоприятствовала хорошему росту растений кукурузы. В июле среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2,0 °С, составив 20,8 °С. Жаркая погода с высокими дневными температурами в августе с существенным дефицитом осадков привела к тому, что растения кукурузы, достигнув фазы восковой спелости зерна, начали интенсивно усыхать. Сухая и теплая погода в сентябре ускорили этот процесс. Растения кукурузы, равно как и зерно, имели необычно высокое содержание сухого вещества.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °С, в 2023 г. она равнялась 1148 °С, а в 2024 г. – 1288 °С при норме 896 °С. С мая по сентябрь в 2022 году по данным метеостанции Борисов выпало 352 мм осадков, в 2023 г. их было лишь 180 мм, в 2024 г. – 281 мм при норме 370 мм.

При раннем сроке сева, когда средняя температура не достигла 10 °С, довсходовый период кукурузы увеличивался (рис. 1, 2). В 2022 г. он составил 22–25 суток и возрастал в зависимости от глубины заделки семян с 2–3 до 6–7 см. В 2023 г. при мелкой заделке семян довсходовый период остался прежним, а при глубокой – сократился на 1–2 суток относительно предыдущего года. В 2024 г. довсходовый период оказался самым длинным и составил от 26 сут при мелкой заделке семян до 30 – при глубокой. В итоге в среднем за 3 года всходы кукурузы у обоих гибридов появились через 23,3 сут после сева при мелкой заделке на 2–3 см, 24,7–25,3 сут при заделке семян на 4–5 см и через 26,0–26,3 сут – на 6–7 см. Сев кукурузы в оптимальные сроки обеспечивал появление всходов через 18–20 суток в 2022 г., 15–17 суток в 2023 г. и 14–18 сут в 2024 г. с такой же зависимостью от глубины заделки семян. В итоге, в среднем за 3 года всходы кукурузы у обоих гибридов появились через 15,7 сут после сева при мелкой заделке на 2–3 см, 17,0 сут при заделке семян на 4–5 см и через 18,3 сут – на 6–7 см. Масса 1000 семян в пределах 193–357 г. не оказывала влияния на скорость появления всходов кукурузы.

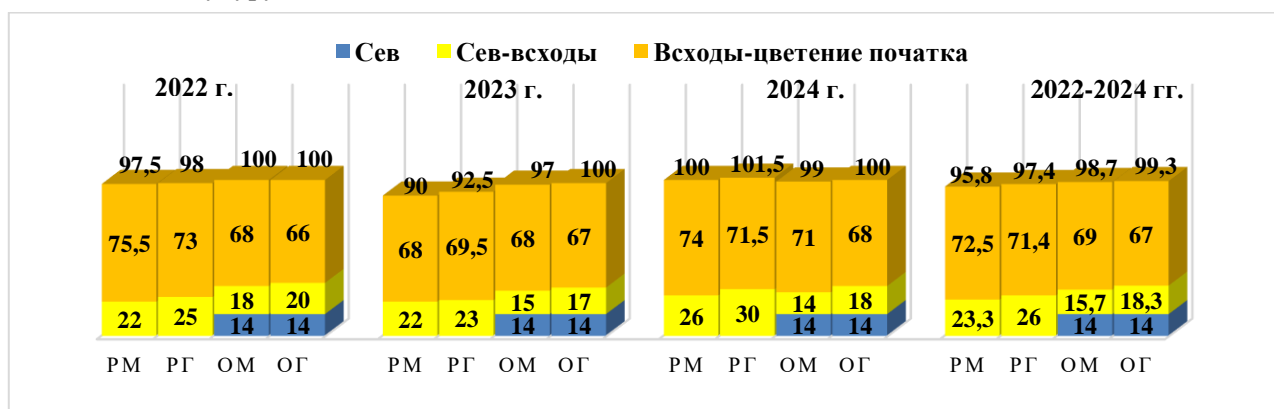


Рис. 1. Продолжительность периода от раннего срока сева до цветения початков у гибрида Дарьян при различных сроках сева и глубине заделки семян, сут (РМ и РГ – ранний сев с мелкой или глубокой заделкой, ОМ и ОГ – оптимальный срок сева с мелкой, или глубокой заделкой семян. То же в рис. 2–4)

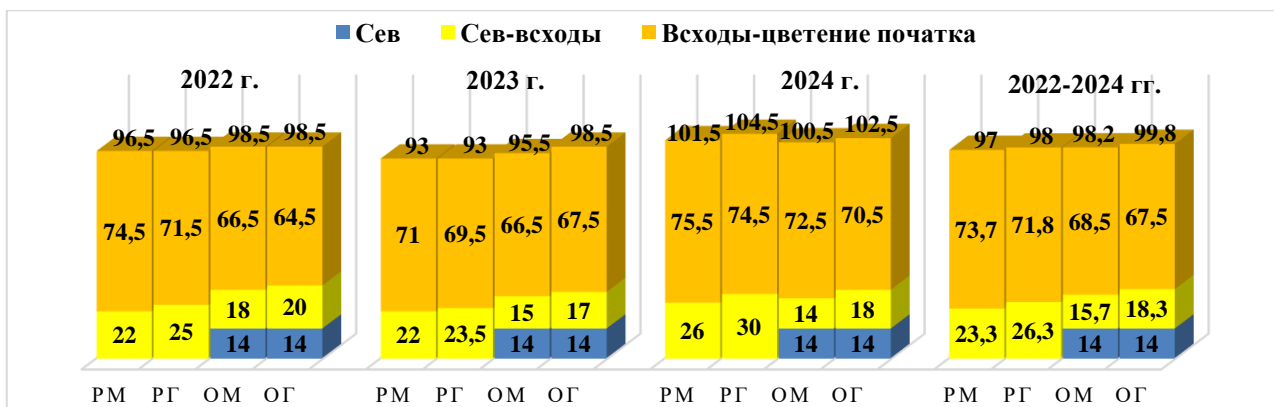


Рис. 2. Продолжительность периода от раннего срока сева до цветения початков у гибрида Полесский 202 при различных сроках сева и глубине заделки семян, сут

Основным фактором, влияющим на продолжительность довсходового периода, следует считать температурный режим. Так, при температуре 9,4 °С довсходовой период при раннем севе в 2024 г. составлял 28 сут, а при температуре 12,2 °С, отмечаемой в 2023 г. при оптимальном сроке сева, он сократился до 16 сут.

Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см у обоих гибридов во все годы приводило к сокращению периода от всходов до цветения початков. Это полная противоположность тому, что отмечалось в довсходовой период. Исключением явился 2023 г. при использовании мелких и крупных семян гибрида Дарьян. При том что второй срок сева проводился на 2 недели позже, в фазу цветения початков растения в зависимости от варианта опыта вступили с разницей до 3 суток в 2022 г., до 8 суток в 2023 г. и до 5 суток в 2024 г. В итоге, самое раннее цветение початков в 2022 г. у обоих гибридов наступило 2–3 августа при раннем севе крупными семенами, а самое позднее – 5–6 августа при оптимальном севе мелкими семенами. Такая же закономерность отмечалась и в 2023 г., но даты цветения более ранние – 18–20 июля и 25–30 июля. В 2024 г. даты цветения початков в большей степени изменялись не от массы семян, а от срока сева и генотипа. Более раннее цветение отмечено при оптимальном сроке сева (18–20 июля у Дарьяна и 19–22 июля у Полесского 202). Последний при раннем севе мелкой фракцией семян вступил в фазу цветения початков 21–25 июля, в то время как Дарьян на всех вариантах глубины заделки семян – 20 июля.

На продолжительность периода «всходы – цветение початков» сильное влияние оказывает срок сева кукурузы и связанные с ним температурные условия года. Диапазон колебаний может составлять от 64 до 76 суток. В то же время Полесский 202, несмотря на большее на 20 единиц число ФАО относительно Дарьяна, зацвел практически одновременно, что не отвечает требованиям «идеального гибрида», для которого предпочтительна длинная первая половина вегетации и короткая вторая.

Сокращение межфазного периода «всходы – цветение початка» при оптимальном сроке сева обусловлено более высокими суточными температурами. Например, в 2022 г. они были на 1,0 °С выше, чем при раннем сроке сева, в 2023 г. – на 0,2 °С и в 2024 г. – на 0,5 °С. Среднесуточная температура воздуха за этот период составляла в среднем от 17,9 °С в 2023 г. до 18,8 °С в 2024 г., а сумма эффективных температур – от 542 до 631 °С соответственно. Сроки сева и генотип гибрида на последний показатель оказывали незначительное влияние.

Измерение высоты растений в 2022 г. показало, что на начальном этапе интенсивного роста растения раннего срока сева превосходили по этому показателю растения оптимального срока сева (рис. 3, 4). Это продолжалось до начала цветения кукурузы, после которого данная закономерность постепенно заняла иное положение. И по окончании роста растения второго срока оказались даже более высокорослыми. Так, у Дарьяна максимальная высота растений при первом сроке сева достигала 293 см, при втором – 301 см, у Полесского 202 – 284 и 292 см соответственно. Рост растений в зависимости от массы семян у гибридов изменялся по-разному. Если у Дарьяна крупная фракция обеспечивала больший рост на протяжении всей вегетации кукурузы, то у Полесского 202 это наблюдалось только до фазы цветения и к концу вегетации растения имели равную высоту, независимо от массы семян. Глубина заделки семян не оказывала существенного влияния на рост растений у обоих гибридов кукурузы на протяжении всей вегетации, начиная с фазы интенсивного роста.

В 2023 г. по срокам сева наблюдались аналогичные предыдущему году закономерности. Отличие заключается лишь в том, что высота растений кукурузы в этот год из-за июньской засухи оказалась значительно меньшей и составила при первом сроке сева 208 см у гибрида Дарьян и 229 см у гибрида Полесский 202, при втором сроке сева – 223 и 239 см соответственно. Как видно, в таких условиях Полесский 202 обеспечил лучший рост растений, чем Дарьян, что может свидетельствовать о его

лучшей засухоустойчивости. Кроме того, равные показатели высоты растений при различных сроках сева в 2023 г. наступили в более позднюю фазу развития растений – после наступления цветения початка. Если на начальном этапе интенсивного роста растений их высота была большей при высеве крупных семян, то к окончанию роста у обоих гибридов отмечена обратная закономерность. И превышение высоты здесь хорошо заметное: по состоянию на 8 августа от 9 см у гибрида Дарьян до 14 см – Полесский 202 или 4,1 и 5,8 % соответственно. Также отмечается большая, хотя и несущественная, разница по высоте растений в пользу глубокой заделки семян. Если в 2022 г. относительно заделки семян на 2–3 см она составляла 1,0–1,4 %, то в 2023 г. – 3,5–4,2 %.

В 2024 г., в отличие от двух предыдущих лет, при втором сроке сева высота растений существенно превосходила данный показатель раннего сева уже на начальном этапе интенсивного роста. И это продолжалось на протяжении всей вегетации. Данное явление можно объяснить только лишь продолжительным дождливым периодом при раннем сроке сева, следствием чего явился ослабленный рост. На это указывает и слишком малая высота растений более требовательного к теплу гибрида Полесский 202 при раннем севе, который только к концу вегетации реализовал генетически заложенный в нем потенциал.

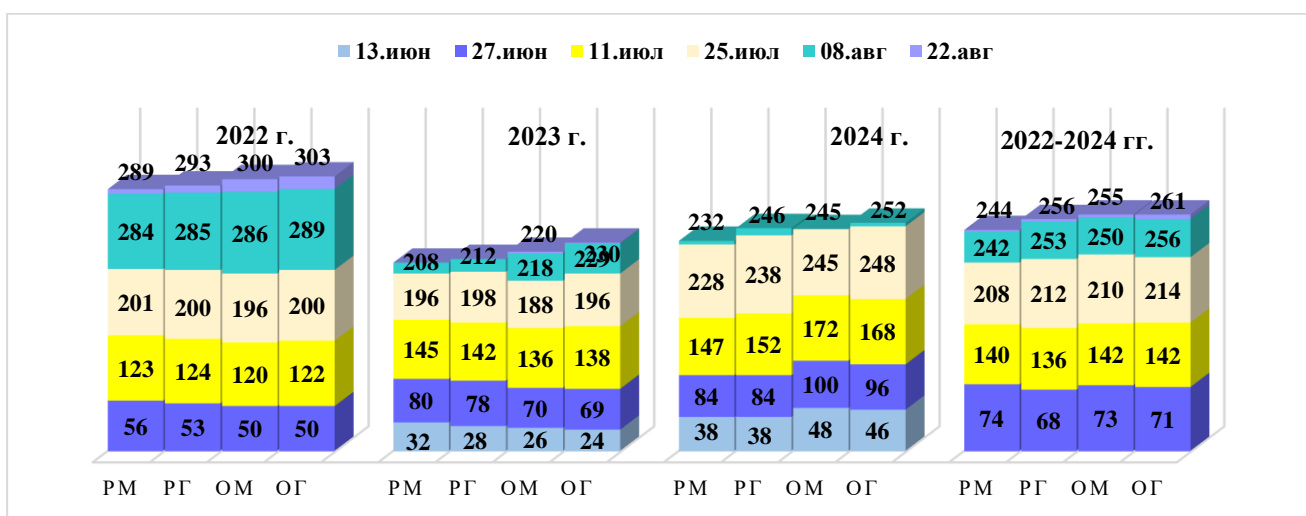


Рис. 3. Динамика роста растений гибрида кукурузы Дарьян в зависимости от срока сева и глубины заделки семян, см

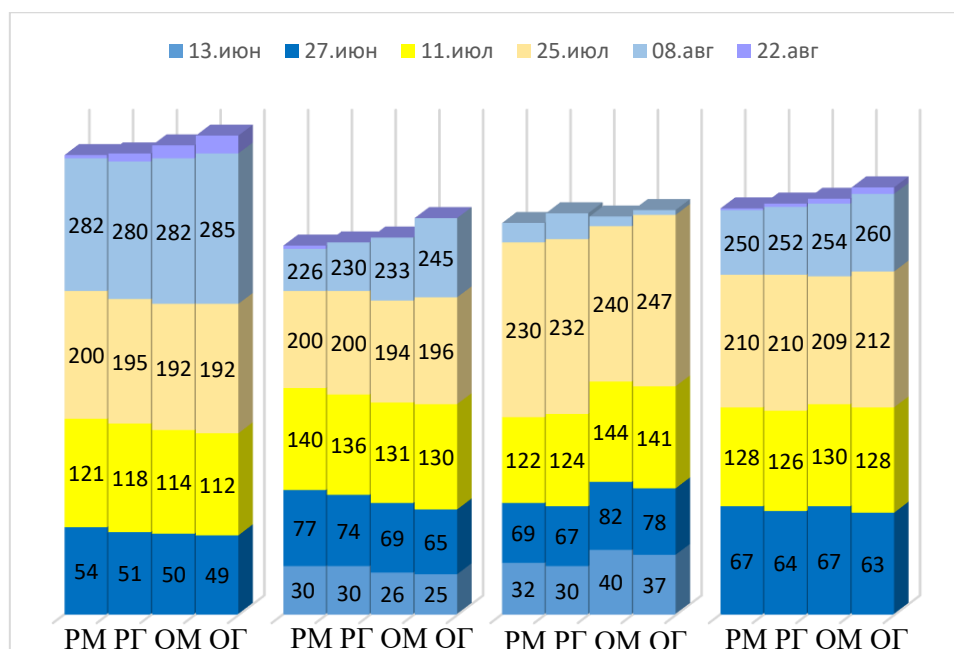


Рис. 4. Динамика роста растений гибрида кукурузы Полесский 202 в зависимости от срока сева и глубины заделки семян, см

По окончании роста высота растений у него составила 246 см при раннем севе и 250 см при оптимальном, у Дарьяна эти показатели равнялись 239 и 251 см соответственно. Что касается массы семян, то и в третий год отмечались те же закономерности, когда крупная фракция до цветения початка-

ков имела превосходство в высоте растений над мелкой. Но к окончанию роста растения у обоих гибридов не имели существенных различий по высоте. По-прежнему глубина заделки семян оказывала несущественное влияние на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

Различная реакция гибридов кукурузы на изучаемые факторы в зависимости от погодных условий привела к тому, что в результате трехлетних исследований существенной разницы в росте растений в зависимости от срока сева на протяжении вегетации не выявлено. И только по окончании роста отмечено существенное превышение высоты растений при оптимальном сроке сева по сравнению с ранним, т.е. двумя неделями раньше (рис. 5).

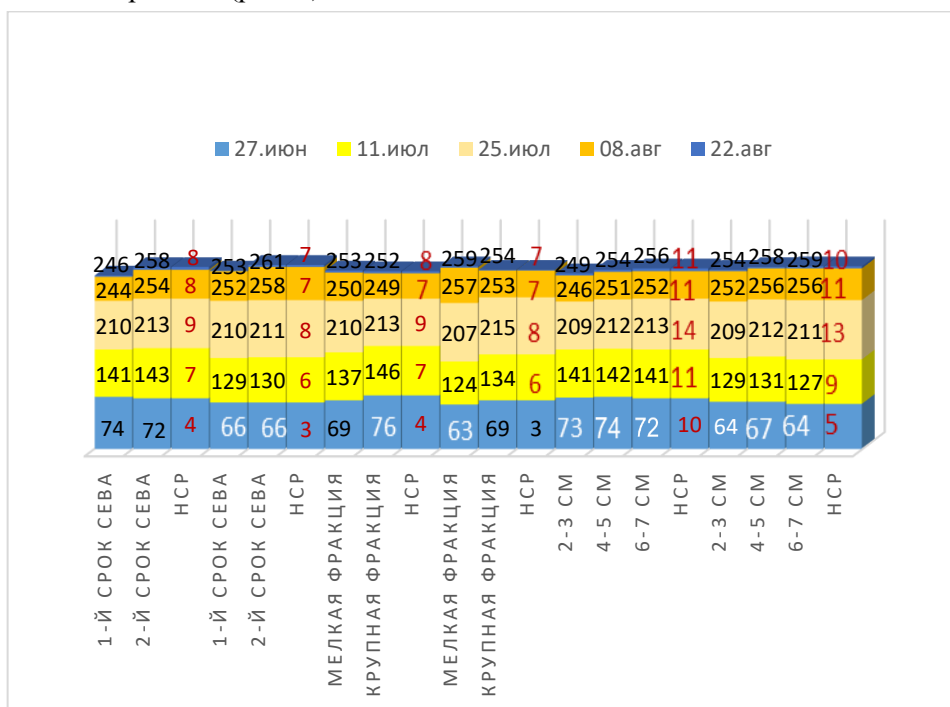


Рис. 5. Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от срока сева, массы и глубины заделки семян в среднем за 2022–2024 г., см (1 – Дарьян, 2 – Полесский 202)

У гибрида Дарьян высота растений в среднем за 3 года исследований составила 246 см при раннем севе и 258 см при оптимальном, у гибрида Полесский 202–253 и 261 см соответственно. Высота растений при использовании крупной фракции семян (в среднем 306–328 г/1000 шт.) по сравнению с более мелкой (222–223 г) была достоверно большей только до цветения кукурузы. Различная глубина заделки семян в пределах от 2 до 7 см не оказывала существенного влияния на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

У гибрида Дарьян высота растений в среднем за 3 года исследований составила 246 см при раннем севе и 258 см при оптимальном, у гибрида Полесский 202–253 и 261 см соответственно. Высота растений при использовании крупной фракции семян (в среднем 306–328 г/1000 шт.) по сравнению с более мелкой (222–223 г) была достоверно большей только до цветения кукурузы. Различная глубина заделки семян в пределах от 2 до 7 см не оказывала существенного влияния на рост растений кукурузы у обоих гибридов.

Заключение

1. При раннем севе кукурузы (10–28 апреля) на дерново-подзолистой связносупесчаной почве в центральной части Беларуси, когда температура в довсходовый период не достигает 10 °С, средняя продолжительность его у гибридов Дарьян и Полесский 202 колеблется в пределах 22–30 сут, при оптимальном (на 2 недели позже) она сокращается до 14–20 сут.

2. Увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см задерживает появление всходов кукурузы до 3 сут, однако к фазе цветения это наполовину компенсируется за счет более быстрого развития растений.

3. При оптимальном сроке сева, проводимом через 2 недели после раннего, довсходовый период короче на 8 сут, от всходов до цветения початков – на 4 суток, в результате чего эта фаза наступает только на 2 дня позже, что обусловлено одинаковой суммой эффективных температур, получаемой растениями кукурузы разных сроков сева.

5. На высоту растений кукурузы существенное влияние оказывает водный режим в период их интенсивного роста, при котором различия по годам могут составлять 30 %, в то время как сроки сева с разницей в 2 недели, масса 1000 семян в пределах 222–357 г и глубина заделки семян от 2 до 7 см изменяли этот показатель до 5 %. Оптимальный срок сева по сравнению с ранним, как и увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см способствуют повышению высоты растений кукурузы по окончании роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молдован, Ж. А. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу західного / Ж. А. Молдован, С. І. Собчук // Бюллетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2016. – № 11. – С. 39–45.

2. Вожегова, Р. А. Влияние сроков сева и густоты стояния на показатели высоты растений гибридов кукурузы в орошаемых условиях юга Украины / Р. А. Вожегова, А. Н. Влащук, А. С. Дробит, А. В. Шепель // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2019. – Вып. 55. – С. 75–81.

3. Олдрич, С. Р. Как сеять, чтобы получить хороший урожай / С. Р. Олдрич, У. О. Скотт, Р. Дж. Хоефт // Зерно. – 2006. – № 1. – С. 21–26.

4. Кукуруза в Сибири / Н. И. Кашеваров [и др.]. – Новосибирск, 2004. – 400 с.

5. Силантьев, И. А. Обоснование и разработка интенсивной технологии возделывания кукурузы в системе почвозащитного земледелия Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / И. А. Силантьев. – Омск, 1996. – 32 с.

6. Панфилов, А. Э. Культура кукурузы в Зауралье / А. Э. Панфилов. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 356 с.

7. Панфилов, А. Э. Норма и стабильность реакции гибридов кукурузы на температуру почвы в период прорастания / А. Э. Панфилов, А. Г. Горбачева, И. А. Ветошкина, Н. А. Колесникова // АПК России. – 2015. – Т. 71. – С. 102–106.

8. Мингалев, С. К. Формирование урожая зеленой массы и зерновой продуктивности гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев, Н. Н. Зезин, Н. А. Намятов // Кормопроизводство. – 2013. – № 9. – С. 29–31.

9. Мингалев, С. К. Влияние сроков посева на формирование урожайности зеленой массы и продуктивности гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев, В. Р. Лаптев, И. В. Сурин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1. – С. 20–22.

10. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты и срока посева в условиях Среднего Урала / С. К. Мингалев [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3. – С. 60–62.

11. Рену, Ж. П. Ранний посев как ответ изменениям климата / Ж. П. Рену // Зерно. – 2010. – № 2. – С. 78–83.

12. Надточаев, Н. Ф. Глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Л. П. Шиманский // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 2. – С. 10–11., Шульц, П. Глубина посева очень важна для кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 28–29.

13. Шлапунов, В. Н. Срок сева и глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / В. Н. Шлапунов, Н. Ф. Надточаев, В. В. Шолтанюк // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 64–74.

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И СОХРАННОСТЬ ПЛОДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

М. Ф. СТЕПУРО

*РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013*

Л. Г. КОГОТЬКО, И. Ю. ГРИЩЕНКО

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213410*

(Поступила в редакцию 29.01.2025)

Главной задачей современного овощеводства является круглогодичное обеспечение населения страны в достаточных количествах высококачественной овощной продукцией, среди которой перец сладкий занимает важное место. Популярность данной культуры связана с высокими потребительскими свойствами плодов. Для реализации потенциала продуктивности современных сортов и гибридов перца сладкого большое значение имеет совершенствование технологии возделывания культуры путем оптимизации минерального питания, что возможно за счет использования новых сложных форм высокоэффективных гуминовосодержащих удобрений, а также регулирование норм полива растений с учетом высокой требовательности данной культуры к влагообеспеченности.

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности использования гуминовосодержащих удобрений, их влияния на урожайность, товарность и биохимический состав плодов и определению оптимальной величины относительной влажности воздуха в течение 45 суток хранения плодов перца сладкого. По данным двухлетних исследований установлено, что наибольшая урожайность плодов 40,5 т/га и более высокие качественные показатели по сравнению с другими вариантами опыта (содержание сухого вещества – 17,6 %, сумма сахаров – 6,7 %, содержание витамина С – 172 мг/%) получены при внесении гуминовосодержащего удобрения Гумилэнд в дозе 2,7 л/га на фоне действия минеральных удобрений N70P120K75, при этом товарность плодов достигла 94 %.

Выявлено, что наименьшая убыль массы плодов перца сладкого вне зависимости от применяемых гуминовосодержащих удобрений после 45 суток хранения определялась при поддержании оптимальной относительной влажности воздуха 90–95 % и колебалась в пределах 9,1–9,4 %.

Ключевые слова: *перец сладкий, гуминовосодержащие удобрения, урожайность, товарность, биохимический состав, относительная влажность воздуха.*

The main task of modern vegetable growing is to provide the population of the country with high-quality vegetable products in sufficient quantities all year round, among which sweet pepper occupies an important place. The popularity of this crop is associated with the high consumer properties of fruits. To realize the productivity potential of modern varieties and hybrids of sweet pepper, it is of great importance to improve the technology of crop cultivation by optimizing mineral nutrition, which is possible through the use of new complex forms of highly effective humic-containing fertilizers, as well as regulating the norms of plant irrigation, taking into account the high demands of this crop on moisture supply.

The article presents the results of studies on the effectiveness of using humic-containing fertilizers, their effect on yield, marketability and biochemical composition of fruits and determining the optimal value of relative air humidity during 45 days of storage of sweet pepper fruits. According to the two-year research data, it was found that the highest fruit yield of 40.5 t/ha and higher quality indicators compared to other experimental variants (dry matter content – 17.6 %, total sugars – 6.7 %, vitamin C content – 172 mg/%) were obtained with the application of humic-containing fertilizer Gumiland at a dose of 2.7 l/ha against the background of the action of mineral fertilizers N70P120K75, while the marketability of fruits reached 94 %.

It was found that the smallest loss in the weight of sweet pepper fruits, regardless of the humic-containing fertilizers used, after 45 days of storage was determined by maintaining an optimal relative air humidity of 90–95 % and fluctuated within 9.1–9.4 %.

Key words: *sweet pepper, humic-containing fertilizers, yield, marketability, biochemical composition, relative air humidity.*

Введение

В настоящее время одной из важнейших задач агропромышленного комплекса страны является обеспечение населения овощами. Овощи имеют огромное значение не только для поддержания жизненных сил человека, но и действительны как источники лечебных элементов. Лечебные свойства овощей обусловлены наличием в них разнообразных по составу и строению химических веществ, обладающих широким фармакологическим спектром действия на организм [1].

На первом месте среди овощей стоит перец сладкий, который по содержанию витамина С в 4 раза превосходит лимон. Особенно ценно то, что в перце сладком в большом количестве одновременно с содержанием этого витамина находится рутин, что значительно усиливает эффективность действия

того и другого витамина. Установлено, что плоды, убранные с одного куста в разные сроки, различаются по наличию аскорбиновой кислоты: при уборке перцев одной и той же степени спелости содержание аскорбиновой кислоты выше в тех плодах, которые были убраны позже.

В плодах перца сладкого преобладающая часть углеводов представлена сахарами – глюкозой, фруктозой и сахарозой, причем глюкоза и фруктоза находятся примерно в одинаковом количестве, сахарозы сравнительно мало. Выявлено, что по мере созревания перца сладкого количество сахаров, титруемых кислот и витаминов в плодах возрастает, вследствие чего они в биологической спелости значительно питательнее, чем в технической (зеленые) [2, 3].

Горьковатый вкус в плодах перца сладкого обусловлен наличием в них алкалоида капсаицина – до 0,01 %. Установлено, что наивысшее содержание капсаицина в плодах перца сладкого приходится в период их физиологической спелости и колеблется от 0,045 до 0,711 %. Плоды в технической степени спелости отличаются более высокой прочностью тканей по сравнению с плодами в биологической степени спелости. На вершине плода ткань менее прочная, чем на других его частях. Специфический аромат придают перцам сладким летучие эфирные масла, которых содержится в плодах 0,1–1,25 % от сухого вещества. Плоды перца сладкого, как поливитаминный продукт широко применяют в лечебном питании при малокровии, гипо- и авитаминозе, для возбуждения аппетита и стимуляции пищеварения.

Перец сладкий – культура теплолюбивая, влажного климата. Заморозков не выносит, растения погибают даже при температуре +0,3...+0,5 °С. Оптимальная температура для роста и развития растений должна находиться на уровне +22...+28 °С в солнечную погоду, в пасмурную соответственно +22...+24 °С, а ночью +18...+20 °С, среднесуточная температура составляет +21 °С. Температура воздуха +30 °С и выше вызывает активный рост и развитие растений, однако цветки при этом не опыляются и опадают, особенно в условиях повышенной влажности воздуха, а из оставшихся развиваются не крупные деформированные плоды. Установлено, что растения плохо переносят большие перепады ночных и дневных температур и повышенную влажность воздуха [7]. Для нормального роста и развития растений оптимальная кислотность почвы должна быть рН_(КС1) 6,0–6,7 [6].

На основании проведенных исследований отмечено, что важным агротехническим приемом при выращивании перца сладкого является обеспеченность растений водой. Это вызвано не только влаголюбивостью растений перца сладкого, но и их отрицательной реакцией на повышенную концентрацию минеральных солей в почве. Для получения гарантированной урожайности плодов данной культуры используют различные виды органических и минеральных удобрений. Выращивание перца сладкого в теплицах позволяет на 10–15 дней раньше, чем в открытом грунте, высаживать рассаду и значительно продолжить период уборки плодов.

Выявлено, что перец сладкий при недостатке влаги в почве приостанавливает рост, плоды опадают или становятся мелкими, уродливыми и горькими. Особенно перец сладкий нуждается в поливах в период плодоношения [8]. Установлено, что на формирование тонны урожая плодов растения перца сладкого расходует 160–198 м³ воды. Норма полива при способе дождевания составляет 300–350 м³/га, а при использовании капельного полива достаточна норма полива 120–150 м³/га для того, чтобы оптимизировать водный баланс почвы [9, 10].

Отмечено, что перец сладкий отзывчив на внесение гуминовосодержащих удобрений. По данным П. И. Патрона, на обыкновенных черноземах Молдавии совместное применение доз минеральных удобрений с перегноем (20 т/га) при загущенной посадке повышало урожайность перца сладкого с 33 до 60,5 т/га без снижения качества продукции.

В настоящее время практика диктует шире использовать новые сложные формы гуминовосодержащих удобрений при выращивании овощных культур, однако исследований по применению гуминовосодержащих удобрений при выращивании перца сладкого в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь не проводилось. Поэтому изучение влияния различных видов гуминовосодержащих удобрений при выращивании теплолюбивых овощных культур является актуальным и имеет практический интерес.

В этой связи целью исследований являлось изучение влияния различных видов гуминовосодержащих удобрений на урожайность, товарность и показатели качества плодов перца сладкого, а также определение оптимального режима влажности при хранении плодов.

Основная часть

Полевые опыты на культуре перца сладкого Парнас проводили в течение 2018–2019 гг. на опытном поле РУП «Институт овощеводства». Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Содержание гумуса – 2,62 %, кислотность рН_(КС1) – 6,1, содержание подвижного фосфора (Р₂О₅) и подвижного калия (К₂О) – 298 мг/кг и 323 мг/кг почвы соответственно. Обработка почвы включала: осенью – зяблевую вспашку, весной – культивацию с боронованием, перепашку зяби, нарезку гряд. Минеральные

удобрения вносили: азотные – карбамид, фосфорные – аммонизированный суперфосфат и калийные – хлористый калий. В качестве объекта исследований использовали сорт перца сладкого Парнас. Площадь опытной делянки 7 м². Повторность опытов четырехкратная.

Из гуминовосодержащих удобрений использовали: ЭлеГум комплекс, содержащий β-гумин – 0,5 г/л, медь – 2 г/л, марганец – 2 г/л, цинк – 2,5 г/л, бор – 2,5 г/л; Гидрогумин, содержащий аммиачный азот – 2,2–2,3 г/л, окиси магния – 2,1–2,2 г/л, окиси кальция – 7,2–7,5 г/л, имеет концентрацию солей – 22,5 %, рН_{KCl} – 9,2; Тезорро, содержащий гуминовые кислоты – 40 г/л, калий – 15 г/л, азот – 180 г/л, бор – 1,2 г/л, молибден – 0,12 г/л, йод – 0,16 г/л; жидкое удобрение Гумилэнд содержит гуминовые кислоты – 17,6 %, фульвокислоты – 35,3 %, рН – 8,8, содержание N – 3,4 %, Fe – 53,6 мг/л, В – 10,6 мг/л, Mn – 5,5 мг/л, Zn – 2,8 мг/л, Cu – 1,2 мг/л. Вносили фоновую дозу удобрений – N₇₀P₁₂₀K₇₅.

Биохимические показатели плодов перца сладкого определяли по общепринятым методам: содержание сухого вещества – методом высушивания до постоянной массы – согласно ГОСТ 28561-90, содержание растворимых сахаров – по Бертрану, ГОСТ 8756.13.87, нитратного азота – количественным ионометрическим методом в соответствии с ГОСТом 29270-95.

Данные двухлетних учетов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показывают, что запасы влаги почвы подвергались значительным колебаниям. Поэтому оптимальный водный режим данной почвы в течении вегетационного периода в большей степени зависел от проводимых поливов.

В 2018 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проведено 12 поливов растений перца сладкого, в 2019 г. – 9 поливов, количество поливов тесно связано с суммой выпавших осадков и суммой активных температур.

Норма полива в 2018 г доходила до 23,7–32,2 м³/га, а в 2019 г. она находилась на уровне 18,4–27,6 м³/га. Оросительная норма в 2018 г. составила 343,9 м³/га, а в 2019 г. соответствовала 220,8 м³/га.

Закладка и проведение опытов осуществлялись в соответствии с требованиями «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [5], «Методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [4]. Полученные в результате проведения исследований данные подвергались статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [5] с использованием табличного редактора.

Наиболее экономичный и экологически обоснованный способ – это применение гуминовосодержащих удобрений при некорневых подкормках в период вегетации растений перца сладкого.

Результаты проведенных исследований свидетельствует о том, что при выращивании перца сладкого некорневая подкормка жидкими гуминовыми удобрениями Гумилэнд в норме расхода 2,7 л/га повышает урожайность плодов сорта Парнас на 7,7 т/га. Прибавка составила 23 %.

При использовании препарата Гидрогумин (4,2 л/га) увеличение урожайности плодов перца сладкого составила 5,6 т/га, прибавка получена на уровне 17 %. Товарность плодов перца сладкого от внесения гуминовосодержащих удобрений в среднем повысилась на 5 % по сравнению с товарностью на контрольном варианте (87 %, без внесения удобрений) (табл. 1).

Таблица 1. Влияние гуминовосодержащих удобрений на урожайность и товарность плодов перца сладкого в открытом грунте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Товарность, %
		т/га	%	
Без удобрений (контроль)	32,8	–	–	87
ЭлеГум, 5 л/га	37,2	4,4	13	91
Гумилэнд, 2,7 л/га	40,5	7,7	23	94
Тезорро, 2,1 л/га	37,8	5,0	15	92
Гидрогумин, 4,2 л/га	38,4	5,6	17	90
НСР ₀₅	1,97			

Виды гуминовосодержащих удобрений не только влияли на величину урожайности, но и на биохимический состав плодов перца сладкого.

Наименьшее содержание сухого вещества в плодах перца сладкого на уровне 16,1 % отмечено на контрольном варианте (без внесения удобрений), а наибольшее содержание сухого вещества – в плодах перца сладкого при внесении препарата Гумилэнд в норме расхода 2,7 л/га (17,6 %).

Содержание суммы сахаров в плодах перца сладкого в зависимости от варианта опыта варьировало в пределах 6,3–6,7 %. Больше количество аскорбиновой кислоты 172 мг% накапливалось в плодах перца сладкого при использовании Гумилэнд с нормой расхода 2,7 л/га.

Накопление нитратов в плодах перца сладкого по всем варианта опыта не превышало предельно допустимую концентрацию (60 мг/кг), но в зависимости от вида гуминовосодержащего удобрения содержание нитратов варьировало в пределах 32–37 мг/кг сырой массы (табл. 2).

Таблица 2. Влияние видов гуминовосодержащих удобрений на биохимический состав плодов перца сладкого

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Без удобрений (контроль)	16,1	6,2	142	33
ЭлеГум, 5 л/га	16,8	6,3	157	36
Гумилэнд, 2,7 л/га	17,6	6,7	172	32
Тезорро, 2,1 л/га	17,2	6,5	161	35
Гидрогумин, 4,2 л/га	16,9	6,4	158	37

Установлено, что большую роль в сохраняемости плодов перца сладкого играет относительная влажность воздуха. При влажности 100 % и выше естественные потери незначительны, но на плодах появляются мелкие темные пятна и на фоне этого физиологического расстройства развивается мокрая гниль. При 70–75 % относительной влажности воздуха естественная убыль массы высокая за счет испарения влаги, плоды увядают и также портятся. Впервые определено, что оптимальные пределы относительной влажности воздуха соответствуют 90–95 %. В этих условиях плоды перца сладкого хорошо сохраняются.

При изучении влияния гуминовосодержащих удобрений на сохраняемость плодов, полученных при использовании данных препаратов, лучше себя зарекомендовал препарат Гумилэнд в норме расхода 2,7 л/га. При оптимальной относительной влажности воздуха убыль массы плодов перца сладкого после 45 дней хранения находилась на уровне 9,7 %, это на 0,2–0,3 % убыль меньше, чем при внесении препаратов Тезорро, Гидрогумин и ЭлеГум (табл. 3).

Таблица 3. Влияние гуминовосодержащих удобрений в зависимости от уровня относительной влажности воздуха на сохранность плодов перца сладкого

Относительная влажность, %	Убыль массы плодов после 45 суток хранения, %				
	без удобрений (контроль)	ЭлеГум, 5 л/га	Гумилэнд, 2,7 л/га	Тезорро, 2,1 л/га	Гидрогумин, 4,2 л/га
70–75	11,7	10,9	10,9	11,1	11,2
80–85	11,2	10,6	10,1	10,4	10,6
90–95	9,4	9,4	9,1	9,3	9,4
100 % и выше	12,9	12,2	11,6	12,1	12,6

Закключение

На основании проведенных исследований определена продуктивная эффективность гуминовосодержащих удобрений на посадках перца сладкого открытого грунта.

Выявлено, что использование гуминовосодержащих удобрений при проведении некорневых подкормок перца сладкого позволило увеличить урожайность плодов на 4,4–7,7 т/га по сравнению с контрольным вариантом. При этом наибольшая прибавка отмечена в варианте опыта с применением удобрения Гумилэнд в норме расхода 2,7 л/га, которая находилась на уровне 7,7 т/га, или 23 % к контролю, с повышением товарности плодов до 94 %.

Установлено, что наибольшее содержание сухого вещества в плодах перца сладкого 17,6 % также получено в варианте опыта с применением Гумилэнд, 2,7 л/га, при этом отмечено повышение содержания аскорбиновой кислоты в плодах на 30 мг% по сравнению с контрольным вариантом без применения удобрений.

Также впервые выявлена оптимальная относительная влажность воздуха (90–95 %) при хранении перца сладкого, которая обеспечивает наименьшую убыль массы плодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. В мире овощей / А. А. Аутко. – Минск: Технопринт, 2004. – 568 с.
2. Технология возделывания овощных культур в Беларуси / Аутко, А. А [и др.] – Минск, 2003. – 96 с.
3. Борисов, В. А. Качество и лежкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – М., 2003. – 625 с.
4. Белик, В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. – В. Ф. Белик. – М., 1992. – 319 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Гусев, М. И. Действие удобрений на урожай и качество овощных и бахчевых культур // Действие удобрений на урожай и его качество. – М.: Колос, 1965. – С. 165–178.
7. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг; пер. с нем. В.И. Леунова. – М.: Колос, 2000. – 576 с.
8. Мацков, Ф. Ф. Внекорневое питание растений / Ф. Ф. Мацков. – Киев: АН УССР, 1957. – 263 с.
9. Степура, М. Ф. Роль внекорневых подкормок в питании овощных культур / М. Ф. Степура, Т. В. Матюк // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Вып. 14. – С. 86–96.
10. Степура, М. Ф. Экономическая эффективность производства продукции томата, огурца и перца сладкого в пленочных теплицах / М. Ф. Степура // Аграрная экономика. – 2012. – № 10 (209). – С. 31–36.

ДЕЙСТВИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОВТОРНО И В СЕВООБОРОТЕ

В. Н. КОСТЕНЕВИЧ, Н. Ф. НАДТОЧАЕВ, А. З. БОГДАНОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: kostenevich80@mail.ru, corn2007@mail.ru

(Поступила в редакцию 29.01.2025)

Исследования проводились в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м. В пахотном слое опытного участка содержалось 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг P₂O₅, 257–286 мг/кг K₂O, pH – 6,05–6,14. Отличительной особенностью погодных условий 2022 г. явился дефицит влаги в почве, который растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, наступившего в начале августа, и отсутствие осадков в дальнейшем в течение трех декад с ранними осенними заморозками в первой декаде сентября. По сумме эффективных температур (выше 10 °C) и количеству выпавших осадков с мая по сентябрь 2022 г. близок к среднемноголетнему (915 и 896 °C, 352 и 370 мм соответственно). Если в 2022 г. острый дефицит осадков наблюдался только в августе, то в 2023 г. – с мая по август, но особенно в июне. И общее их количество за 5 месяцев вегетации кукурузы составило 180 мм при сумме эффективных температур 1148 °C. Вегетационный период 2024 г. характеризовался пониженными температурами воздуха после раннего сева кукурузы, повлекшими продолжительный дождливый период, дефицитом осадков в мае, августе и сентябре и большим количеством тепла, превысившим норму на 44 %. Сумма осадков с мая по сентябрь составила 281 мм.

Исследования показали, что при повторном выращивании кукурузы на силос с использованием последействия органических удобрений стабильно высокий сбор сухого вещества (172,6–173,0 ц/га) обеспечивает дробное внесение 90 кг/га азота, из которых 30 или 60 кг/га д.в. в виде КАС (кас) применяется до сева и оставшаяся часть в виде карбамида (к) – в фазу 7–8 листьев вразброс. Также высокая урожайность (174,0–177,6 ц/га) обеспечивается внесением N₁₂₀КАС до сева в один прием или дробно: N₆₀КАС + N₃₀КАС в 5–6 + N₃₀КАС в 7–8 листьев, N₆₀КАС + N₆₀КАС или N₆₀КАС + N₆₀К в фазу 7–8 листьев. Стабильно высокую урожайность зерна (90,2–91,4 ц/га) в повторных посевах отечественный гибрид Дарьян формирует при следующих схемах применения азота: N₃₀КАС + N₆₀К, N₆₀КАС + N₃₀КАС + N₃₀КАС, N₆₀КАС + N₆₀КАС, N₆₀КАС + N₆₀К.

При размещении кукурузы после ячменя, убранного на зерно с запашкой соломы, органические удобрения в виде подстильного навоза КРС в дозе 50 т/га способствуют существенному приросту зерна и сухого вещества (13,0–14,1 %). На этом фоне внесение 90–150 кг/га д.в. азота в виде карбамида в основную заправку или дробно, в т.ч. 30 кг/га до сева, обеспечивает урожайность зерна 92,9–96,3 ц/га, сухого вещества 185,9–193,5 ц/га. На фоне применения навоза наибольшая урожайность сухого вещества (193,5 ц/га) и зерна (96,3 ц/га) отмечается при внесении карбамида по схеме: N₃₀ до сева + N₆₀ в фазу 7–8 листьев кукурузы вразброс, без органических удобрений – N₁₅₀ до сева, где их сбор составляет 172,2 и 85,4 ц/га соответственно.

В экстремальных погодных условиях первой половины вегетации кукурузы (обильные осадки или засушливые условия) роль органических удобрений в повышении ее продуктивности возрастает. В то время как эффективность азотных удобрений зависит не столько от водного режима первой половины вегетации, сколько от совокупности факторов, включающих плодородие почвы, ее влагоудерживающую способность, предшествую культуру, применение органических удобрений и др.

Ключевые слова: кукуруза, азотные удобрения, урожайность, предшественники.

The research was carried out at the Scientific and Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming in 2022–2024 on sod-podzolic cohesive sandy soil, underlain by moraine loam from a depth of 0.4–0.9 m. The plowing layer of the trial field contained 2.24–2.70% humus, 180–200 mg P₂O₅, 257–286 mg/kg K₂O, pH – 6.05–6.14. A distinctive feature of the weather conditions in 2022 was the moisture deficit in the soil, which maize plants began to feel acutely 3 weeks after flowering, which occurred in early August, and the lack of precipitation in the future for three ten-days period with early autumn frosts in the first ten days of September. In terms of the sum of effective temperatures (above 10 °C) and the depth of precipitation from May to September 2022, it is close to the multiyear annual mean (915 °C and 896 °C, 352 and 370 mm, appropriately). While in 2022, the acute deficit of precipitation was observed only in August, in 2023 – from May to August, but especially in June. And their total amount for 5 months of the growing season of maize was 180 mm with a total of 1148 °C of effective temperatures. The growing season of 2024 was characterized by low air temperatures after early sowing of maize, which resulted in a long pre-emergence period, a shortage of precipitation in May, August and September, and a large amount of heat that exceeded the norm by 44 %. The amount of precipitation from May to September was 281 mm.

The research has shown that at repeated cultivation of maize for silage using aftereffects of organic fertilisers, consistently high dry matter yield (17.26–17.30 t/ha) is ensured by fractional application of 90 kg/ha of nitrogen, of which 30 or 60 kg/ha of nitrogen in the form of UAN is applied before sowing and the remaining part in the form of urea (K) in the phase of 7–8 leaves by spreading. Also high yield (17.40–17.76 t/ha) is provided by application of N₁₂₀ UAN before sowing in one step or fractionally: N₆₀UAN + N₃₀UAN in 5–6 leaves + N₃₀UAN in 7–8 leaves, N₆₀UAN + N₆₀UAN or N₆₀UAN + N₆₀K in the phase of 7–8 leaves. Stably high grain yield (9.02–9.14 t/ha) in repeated crops is formed by domestic hybrid Daryan at the following schemes of nitrogen application: N₃₀UAN + N₆₀K, N₆₀UAN + N₃₀UAN + N₃₀UAN, N₆₀UAN + N₆₀UAN, N₆₀UAN + N₆₀UAN, N₆₀UAN + N₆₀K.

When placing maize after barley harvested for grain with straw, organic fertilisers in the form of bedding cattle manure at a dose of 50 t/ha contribute to a significant increase in grain and dry matter (13.0–14.1 %). Against this background, application of 90–150 kg/ha of nitrogen in the form of urea in the main dressing or fractionally, including 30 kg/ha before sowing, provides a grain yield of 9.29–9.63 t/ha, dry matter – 18.59–19.35 t/ha. Against the background of manure application, the highest yield of dry matter (19.35 t/ha) and grain (9.63 t/ha) is noted at application of urea under the scheme: N₃₀ before sowing + N₆₀ in the phase of 7–8 leaves of maize in a scattered manner, without organic fertilisers – N₁₅₀ before sowing, where the output is 17.22 and 8.54 t/ha respectively.

Under extreme weather conditions in the first half of maize vegetation (heavy precipitation or drought conditions), the role of organic fertilisers in increasing its productivity increases. While the efficiency of nitrogen fertilisers depends not so much on the water regime of the first half of vegetation, but rather on a set of factors including soil fertility, soil water-holding capacity, previous crop, application of organic fertilisers, etc.

Key words: maize, nitrogen fertilisers, yield, predecessors.

Введение

Способность кукурузы поглощать питательные вещества вплоть до созревания зерна, делает ее культурой, предъявляющей высокие требования к условиям минерального питания [1]. Оптимизация применения удобрений, в первую очередь, направлена на контроль продуктивного действия азота [2]. По мнению многих ученых, основным условием высокой эффективности азотных удобрений является достаточное обеспечение влагой [3–6]. В засушливые годы растения кукурузы слабо отзываются на внесение азотных удобрений [7–14]. На легких малоплодородных почвах время внесения азота должно быть согласовано с потребностью в нем растений. Небольшое количество азота может быть внесено перед севом, оставшееся количество – перед тем, как культура будет испытывать наибольшую потребность в азоте [2, 15–17]. При проведении азотных подкормок посевов наибольший эффект достигается от внесения КАС в виде разбавленных растворов в соотношении 1:3 в фазу 4–5 листьев или 1:4 в фазу 8–10 листьев, а также в виде 8–10 %-го водного раствора карбамида [18, 19]. Жидкие формы удобрений имели небольшие преимущества перед твердыми формами в слабозасушливые годы [20].

Основная часть

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2024 гг. на дерново-палево-подзолистой супесчаной на связных пылеватых (лессовидных) супесях почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м с прослойками песка на контакте, с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг P_2O_5 , 257–286 мг/кг K_2O , pH – 6,05–6,14. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные (K_{120}) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения (P_{45}) в виде аммонизированного суперфосфата вносились перед зяблевой вспашкой.

В опыте № 1 изучалась эффективность различных видов (КАС – $N_{КАС}$, карбамид – N_K), доз (60–120 кг/га д.в.), сроков (до сева, в 5–6 и 7–8 листьев) и способов (с заделкой в почву, опрыскиванием растений 8%-ным раствором, вразброс) применения азотных удобрений при повторном возделывании кукурузы с использованием последействия навоза. Посев протравленных препаратами Максим XL, 1 л/т + Табу, 5 л/т семян гибрида Дарьян осуществлялся 4 мая 2022 г., 20 апреля 2023 г. и 12 апреля 2024 г., всходы появились соответственно 22, 12 и 7 мая. Фаза 5–6 листьев, когда проводились подкормки, отмечалась 14 июня 2022 г., 30 мая 2023 г. и 29 мая 2024 г., 7–8 листьев – 22, 19 и 10 июня соответственно. Учет урожая осуществлялся 21.09.2022 г., 15.09.2023 г., 12.09.2024 г.

В опыте № 2 дозы и сроки внесения карбамида при возделывании кукурузы после ячменя изучались на двух фонах: без органических удобрений и с применением подстильного навоза крупного рогатого скота (50 т/га), который вносили перед зяблевой вспашкой. Схема опыта включала 9 вариантов: контроль без удобрений, 4 варианта с разовым внесением 60, 90, 120 и 150 кг/га д.в. азота до сева и 4 варианта с дробным применением азота: по 30 кг/га до сева + 30, 60, 90 или 120 кг/га в фазу 7–8 листьев кукурузы вразброс. Посев этого же гибрида осуществлялся 4 мая 2022 г., 21 апреля 2023 г. и 11 апреля 2024 г., всходы появились соответственно 22, 12 и 6 мая. Подкормка проводилась в те же сроки, что и в опыте №1. Учет урожая осуществлялся 20.09.2022 г., 14.09.2023 г., 12.09.2024 г.

Площадь опытных делянок 29,4 м², повторность четырехкратная. Норма высева семян в опытах составляла 100 тыс. шт./га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялся гербицид Люмакс, 3,5 л/га + Дублон, 0,2 л/га.

В 2022 г. апрель и май оказались холоднее нормы на 2,1 °С, а июнь на столько же превысил этот показатель. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Дефицит влаги в почве растения кукурузы начали остро ощущать через 3 недели после цветения, которое наступило в начале августа (рис. 1). Жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев.

В 2023 г. среднесуточная температура воздуха в апреле оказалась на 1,3 °С выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм или 62 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха была близкой к норме (13,3 и 13,2 °С соответственно), а осадков выпало лишь 8 % относительно среднемноголетнего значения. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако

дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений.

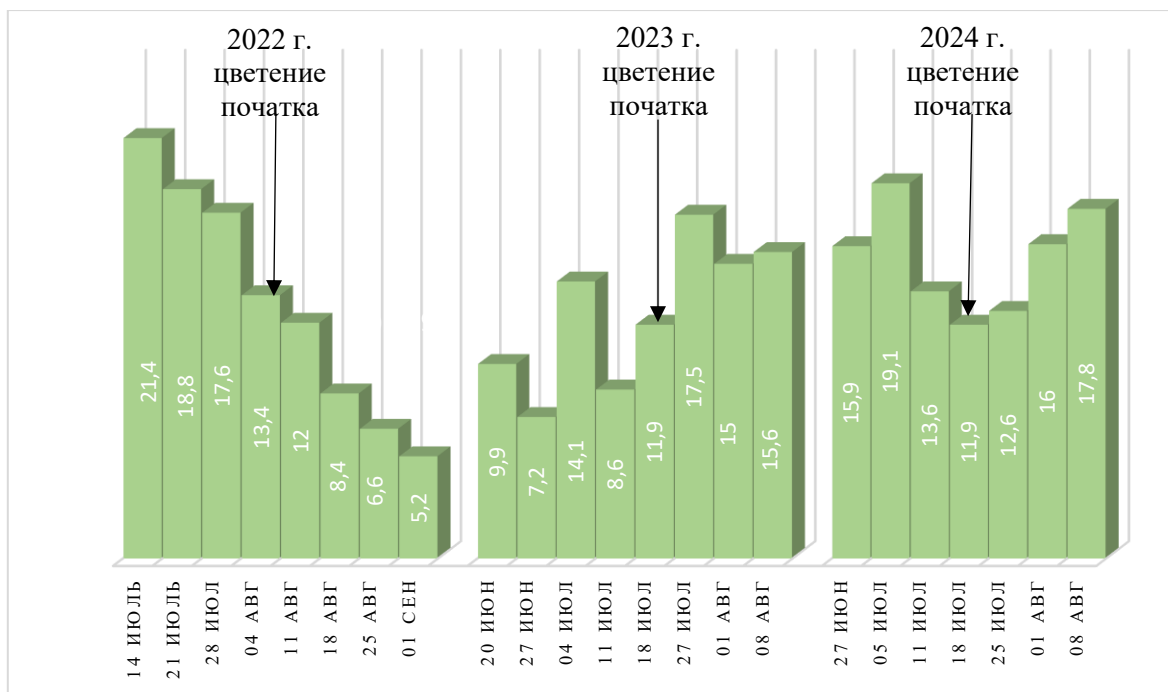


Рис. 1. Динамика влажности почвы в критический период роста кукурузы, %

Первая декада апреля 2024 г. Оказалась необычно теплой, превысив норму на 6,4 °С. Теплее нормы (на 1,2 °С) была и вторая декада месяца. Третья декада характеризовалась обильными осадками и холодной погодой. В итоге температура апреля оказалась на 2,2 °С выше среднееголетнего значения с в 2,3 раза большим количеством осадков. В первой половине мая температурные условия приближались к многолетним значениям, а осадков выпало меньше нормы. Особенно засушливой оказалась вторая декада месяца. И в целом за май выпало 13,4 мм осадков (21 % от нормы) при среднесуточной температуре воздуха на 1,8 °С выше многолетнего значения. Теплее обычного (на 1,5 °С) с обильными осадками (+ 38 %) был первый летний месяц. Такая погода благоприятствовала хорошему росту растений кукурузы. В июле среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2,0 °С, составив 20,8 °С. Жаркая погода с высокими дневными температурами в августе с существенным дефицитом осадков привела к тому, что растения кукурузы, достигнув фазы восковой спелости зерна, начали интенсивно усыхать.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °С, в 2023 г. она равнялась 1148 °С, а в 2024 г. – 1288 °С при норме 896 °С. С мая по сентябрь в 2022 году, по данным метеостанции Борисов, выпало 352 мм осадков, в 2023 г. их было лишь 180 мм, в 2024 г. – 281 мм при норме 370 мм.

В 2022 г. при повторном выращивании кукурузы получена самая высокая урожайность сухого вещества, составившая в среднем 183,3 ц/га. Это на 21 % выше показателя 2023 г. и на 13 % больше, чем в 2024 г. Сбор сухого вещества в лучших вариантах в 2022 г. составил 182,6–196,8 ц/га (табл. 1). К ним относятся варианты с разовым или дробным внесением 90–120 кг/га азота, а также 30 кг/га до сева + 30 кг/га взброс в 7–8 листьев. В 2023 г. из этого перечня в число лучших не вошел вариант с разовым внесением 90 кг/га азота. В засушливых условиях, ограничивших рост вегетативной массы, отмечается более низкая эффективность азота при его внесении в основную заправку. По этой причине применение не только 90 кг/га в один прием, но и 120 кг/га показало, хотя и недостоверное, снижение урожайности сухого вещества кукурузы. В 2024 г. лучшими по сбору сухого вещества оказались только 6 вариантов. В первую очередь это 4 варианта с высокой дозой азота (120 кг/га разово или дробно), где получено 175,0–183,9 ц/га, или на 30 кг/га меньшей с дробным внесением карбамида в фазу 7–8 листьев взброс в дозах 30 или 60 кг/га. В контрольном варианте получено 114,8 ц/га, что меньше всего из трех лет исследований, а в лучшем варианте (120 кг/га до сева) прибавка от азота оказалась самой высокой – 60 %. В 2023 г. в лучшем варианте (60 кг/га до сева + 60 кг/га взброс в 7–8 листьев) превышение составило 30 %. В 2022 г. при такой же дозе азота, но с применением КАС в междурядья, – только 17 %.

В итоге, в среднем за 3 года самый высокий сбор сухого вещества кукурузы был обеспечен за счет применения N_{60КАС} до сева + N_{60К} вразброс в фазу 7–8 листьев. Недостоверная разница получена и в вариантах с разовым или дробным внесением 90–120 кг/га азота. Даже вариант с внесением N_{30КАС} до сева + N_{30К} вразброс в фазу 7–8 листьев в среднем за 3 года не показал достоверное снижение. Но для получения стабильно высоких урожаев необходимо, чтобы это происходило ежегодно. Этому соответствовали 4 варианта с дозой азота 120 кг/га (в один прием до сева или дробно), где получено 174,0–177,6 ц/га, и 2 варианта с урожайностью 172,6–173,0 ц/га и дозой азота 90 кг/га, из которых 30 или 60 кг/га вносилось вразброс в фазу 7–8 листьев.

По урожайности зерна 14%-ной влажности получены иные, чем по сбору сухого вещества кукурузы закономерности. Так, в 2022 г. лучшие результаты (72,1–78,2 ц/га) показали не одиннадцать вариантов, а пять: три с дробным внесением 120 кг/га азота и два – 90, когда в фазу 7–8 листьев применялось 60 кг/га д.в. в виде КАС в междурядья или карбамида вразброс. Прибавка относительно контроля (64,3 ц/га) составила 12–22 %. В 2023 г., наоборот, лучшими оказались те же 11 вариантов с урожайностью 91,6–98,2 ц/га и прибавкой к контролю 21–30 %. Это комбинации с разовым или дробным внесением 90–120 кг/га азота, а также вариант с внесением 30 кг/га д.в. КАС до сева + 30 кг/га д.в. азота в виде карбамида вразброс в фазу 7–8 листьев. В 2024 г. лучших вариантов внесения азота было только пять: с однократным или дробным внесением 120 кг/га азота и дробным в дозе 90 кг/га по схеме 30 кг/га до сева + 60 кг/га вразброс в 7–8 листьев. Урожайность зерна в этих лучших вариантах оказалась самой высокой (100,3–105,4 ц/га), превысив контроль на 58–66 %. В среднем за 3 года набор лучших вариантов остался таким же, каким он был в 2023 г. Однако ежегодно высокую урожайность зерна обеспечили только 4 варианта применения азотных удобрений: три с дробным внесением 120 кг/га и один с внесением 30 кг/га д.в. в виде КАС до сева + 60 кг/га в виде карбамида вразброс в фазу 7–8 листьев кукурузы. В среднем она составила 90,2–91,4 ц/га, превысив контроль без азотных удобрений на 33–35 %.

Различные виды, дозы и сроки внесения азотных удобрений оказали незначительное влияние на влажность зерна, которая по состоянию на 21.09.2022 г. изменялась в пределах 45,2–47,0 %, 15.09.2023 г. – 33,0–35,9 %. При уборке 12 сентября влажность зерна в 2024 г. соответственно полученному растениями количеству тепла оказалась самой низкой, но с существенными различиями между вариантами опыта. Минимум составлял 27,6 %, максимум – 34,3 %. Несмотря на это, в среднем за 3 года влажность зерна по вариантам опыта колебалась в небольших пределах – от 36,1 до 38,6 %. Отмечается тенденция ее снижения при дозе азота 120 кг/га, где в среднем по 4 вариантам она составила 36,4 %, при 60–90 кг/га влажность зерна возросла до 37,1–37,5 %, а в контроле оказалась самой высокой – 38,6 %.

Таблица 1. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на урожайность сухого вещества и зерна кукурузы при повторном выращивании, ц/га

№ варианта	Схема применения удобрений, кг/га*				Сухое вещество				Зерно стандартной влажности				
	А	Б	В	Г	Д	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
1	0					167,6	124,9	114,8	135,8	64,3	75,7	63,5	67,8
2	60					177,6	136,9	149,9	154,8	69,8	86,5	82,6	79,6
3	30		30			172,6	142,1	140,8	151,8	68,3	87,8	81,1	79,1
4	30			30		173,4	143,9	145,7	154,3	69,4	89,1	81,2	79,9
5	30				30	182,7	155,4	157,5	165,2	70,7	96,6	86,7	84,7
6	90					182,6	146,9	166,3	165,2	68,1	91,6	91,8	83,8
7	30	30	30			187,4	155,6	157,4	166,8	71,8	93,6	90,9	85,4
8	30			60		189,6	159,1	155,0	167,9	74,9	97,7	86,4	86,3
9	30				60	184,6	158,9	174,3	172,6	72,1	98,2	100,3	90,2
10	60		30			183,7	153,8	165,9	167,8	71,4	92,3	92,5	85,4
11	60				30	187,1	157,2	174,8	173,0	70,3	97,5	94,8	87,5
12	120					187,9	150,4	183,9	174,0	71,2	93,9	104,1	89,7
13	60	30	30			186,6	158,7	180,6	175,3	72,9	96,0	105,4	91,4
14	60			60		196,8	157,4	175,0	176,4	78,2	94,2	101,1	91,2
15	60				60	188,7	162,6	181,3	177,6	72,7	97,4	103,4	91,2
НСР ₀₅						14,7	14,9	16,1	15,2	6,1	8,4	9,5	8,1

* А – КАС до сева, Б – опрыскивание 8%-ным раствором КАС в 5-6 листьев, В – опрыскивание 8%-ным раствором КАС в 7–8 листьев, Г – внесение КАС в междурядья в 7-8 листьев, Д – карбамид вразброс в 7–8 листьев.

При размещении кукурузы после ячменя, убранного на зерно с запашкой соломы, органические удобрения в виде подстилочного навоза КРС в дозе 50 т/га обеспечили в 2022 г. средний прирост сухого вещества 11,0 % при урожайности 186,0 ц/га (табл. 2). В 2023 г. эти показатели составили соответственно 14,4 % и 195,7 ц/га, в 2024 г. – 17,3 % и 166,2 ц/га. На этом фоне наибольший сбор сухого вещества (189,3–195,2 ц/га) в 2022 г. обеспечило внесение 30 кг/га азота до сева + 60 или 90, или

120 кг/га в фазу 7–8 листьев вразброс, а также вариант с разовым внесением до сева 150 кг/га д.в. азота в виде карбамида. Они обеспечили прибавку к контролю без азота 8,9–12,3 %. На безнавозном фоне в лучшем варианте (N₃₀₊₆₀) урожайность составила 176,6 ц/га, что близко к контрольному варианту на навозном фоне (173,8 ц/га) и на 15,3 % превышает контрольный вариант безнавозного фона.

В 2023 г. с засушливыми условиями первой половины вегетации лучшие варианты (90–150 кг/га азота в один прием или дробно) на фоне 50 т/га навоза сформировали 200,1–209,7 ц/га сухого вещества, обеспечив прибавку к контролю 19,8–25,5 %, а по отношению к безнавозному контролю – 44,1–51,0 %, в то время как в предыдущем году превышение составляло только 23,6–27,4 %. Высокие прибавки урожая от навоза и азотных удобрений получены и в 2024 г. – 44,8–53,0 %. На этом фоне при обильных осадках в первую половину вегетации лучшие результаты показали варианты с допосевным внесением азота, даже в дозе 60 кг/га. Тогда как высокие дозы азота в подкормку (90–120 кг/га) относительно схемы N₃₀₊₆₀, где получена самая высокая урожайность (178,7 ц/га) сбор сухого вещества существенно снизили. В 2024 г. в отличие от прошлых лет эффективность минерального азота на фоне органических удобрений была более высокой, когда обильные осадки в первую половину вегетации кукурузы привели к его вымыванию. А подкормки оказались малоэффективными.

Таблица 2. Урожайность сухого вещества и зерна кукурузы в зависимости от дозы и срока внесения карбамида на различных фонах применения органических удобрений при возделывании после ячменя, ц/га

Доза азота, кг/га	Сухое вещество				Зерно стандартной влажности			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Фон без навоза								
0	153,2	138,9	116,8	136,3	58,0	83,3	64,8	68,7
60	164,7	166,6	136,7	156,0	65,0	93,7	76,1	78,3
30+30	160,1	170,6	141,7	157,4	65,2	96,4	77,7	79,8
90	168,7	164,5	144,2	159,2	67,8	94,4	81,4	81,2
30+60	176,6	170,8	148,5	165,3	69,4	97,7	84,3	83,8
120	169,7	178,5	150,1	166,1	64,8	96,9	85,2	82,3
30+90	169,7	185,0	141,4	165,4	65,0	102,0	81,0	82,7
150	174,4	193,1	149,0	172,2	66,9	104,7	84,5	85,4
30+120	170,6	171,8	147,1	163,2	64,8	95,8	82,0	80,9
<i>Среднее</i>	<i>167,5</i>	<i>171,1</i>	<i>141,7</i>	<i>160,1</i>	<i>65,2</i>	<i>96,1</i>	<i>79,7</i>	<i>80,3</i>
Фон – навоз 50 т/га								
0	173,8	167,1	137,9	159,6	66,1	92,2	77,5	78,6
60	184,4	177,5	169,1	177,0	68,1	98,7	95,1	87,3
30+30	179,3	187,4	163,2	176,6	68,5	104,9	91,7	88,4
90	183,1	200,1	174,4	185,9	71,0	110,0	97,7	92,9
30+60	192,0	209,7	178,7	193,5	74,2	115,3	99,4	96,3
120	184,9	205,3	169,4	186,5	69,6	114,0	95,4	93,0
30+90	189,3	207,8	166,5	187,9	71,0	116,9	94,1	94,0
150	192,4	205,0	170,5	189,3	71,2	112,3	95,8	93,1
30+120	195,2	201,6	165,5	187,5	77,1	112,0	89,8	93,0
<i>Среднее</i>	<i>186,0</i>	<i>195,7</i>	<i>166,2</i>	<i>182,7</i>	<i>70,8</i>	<i>108,5</i>	<i>92,9</i>	<i>90,7</i>
НСП ₀₅ АВ	15,5	21,3	14,7	17,4	6,0	10,1	6,8	7,8
А (вариант)	9,1	15,2	10,4	11,9	3,5	6,7	4,8	5,2
В (фон)	5,0	7,1	4,9	5,8	2,0	3,4	2,2	2,6

Внесение органических удобрений позволило повысить сбор сухого вещества кукурузы в среднем за 3 года на 14,1 %. Азотные удобрения в лучших вариантах (90–150 кг/га в один прием или дробно) при урожайности 185,9–193,5 ц/га повысили ее на 16,5–21,2 %. А относительно контроля безнавозного фона она возросла на 36,4–42,0 %. Если на фоне внесения навоза самая высокая урожайность получена в схеме N₃₀₊₆₀, то на безнавозном – N₁₅₀ в один прием, где она составила 172,2 ц/га.

По урожайности зерна стандартной влажности получены иные закономерности в сравнении со сбором сухого вещества. В 2022 г. лучших вариантов на фоне навоза с урожайностью 74,2–77,1 ц/га было только два: с внесением 30 кг/га азота до сева и 60 или 120 кг/га в фазу 7–8 листьев. В 2023 г. лучшие результаты обеспечивались при высоких дозах азота (120–150 кг/га в один прием или дробно), а также при внесении 30 кг/га до сева и 60 кг/га в подкормку, где урожайность зерна составляла 112,0–116,9 ц/га. В 2024 г. получены аналогичные сухому веществу закономерности, когда лучшие результаты показали варианты с допосевным внесением азота, даже в дозе 60 кг/га. А при дробном внесении азота только один вариант (N₃₀₊₆₀) оказался в числе лучших. Несмотря на это, в среднем за 3 года в число лучших на фоне применения органических удобрений вошли варианты с разовым (до сева) или дробным (до сева и в фазу 7–8 листьев кукурузы) внесением 90–150 кг/га. Урожайность зерна стандартной влажности в этих вариантах составила 92,9–96,3 ц/га, превысив контрольный ва-

риант этого фона на 11,8–12,2 %, а безнавозного – на 35,2–40,2 %. Между тем, ежегодно высокую урожайность зерна формировал только один вариант – 30 кг/га азота до сева + 60 кг/га в фазу 7–8 листьев. Если на фоне навоза эта схема обеспечивала самую высокую урожайность зерна (96,3 ц/га), то без него – N₁₅₀ в один прием до сева (85,4 ц/га). Прибавка от внесения органических удобрений в среднем по всем вариантам опыта составляла 13,0 %.

Влажность зерна кукурузы в первую очередь зависела от тепловых ресурсов. При сумме эффективных температур в 2022 г. 915 °С среднее значение ее на безнавозном фоне составляло 46,6 %, навозном – 45,8 %. В 2023 г. сумма эффективных температур достигла 1148 °С и влажность зерна снизилась до 35,7 и 35,3 %, а в 2024 г. при сумме 1288 °С этот показатель еще уменьшился до 29,2 и 29,6 % соответственно. В среднем по трем годам исследований, подобно предыдущему опыту, можно отметить более высокую влажность зерна в контрольном варианте без применения навоза (38,5 %). Разница по отношению к удобренным азотом вариантам составила 0,8–2,0 % и при внесении навоза она уменьшилась до 0,1–1,5 %.

Заключение

1. При повторном выращивании кукурузы на силос с использованием последствия органических удобрений стабильно высокий сбор сухого вещества (172,6–173,0 ц/га) обеспечивает дробное внесение 90 кг/га азота, из которых 30 или 60 кг/га д.в. в виде КАС применяется до сева и оставшаяся часть в виде карбамида в фазу 7–8 листьев вразброс. Также высокая урожайность (174,0–177,6 ц/га) обеспечивается внесением N_{120КАС} до сева в один прием или дробно: N_{60КАС} до сева + по N_{30КАС} путем опрыскивания 8%-ным раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев, N_{60КАС} до сева + N_{60КАС} с заделкой в междурядья, N_{60КАС} до сева + N_{60К} вразброс в фазу 7–8 листьев.

2. Стабильно высокую урожайность зерна (90,2–91,4 ц/га) в повторных посевах отечественный гибрид Дарьян формирует при следующих схемах применения азота: N_{30КАС} до сева + N_{60К} вразброс в фазу 7–8 листьев, N_{60КАС} до сева + по N_{30КАС} путем опрыскивания 8%-ным раствором КАС в фазу 5–6 и 7–8 листьев, N_{60КАС} до сева + N_{60КАС} с заделкой в междурядья, N_{60КАС} до сева + N_{60К} вразброс в фазу 7–8 листьев.

3. При размещении кукурузы после ячменя, убранный на зерно с запашкой соломы, органические удобрения в виде подстилочного навоза КРС в дозе 50 т/га способствуют существенному приросту зерна и сухого вещества (13,0–14,1 %). На этом фоне внесение 90–150 кг/га д.в. азота в виде карбамида в основную заправку или дробно, в т.ч. 30 кг/га до сева, обеспечивает урожайность зерна 92,9–96,3 ц/га, сухого вещества 185,9–193,5 ц/га.

4. На фоне применения навоза наибольшая урожайность сухого вещества (193,5 ц/га) и зерна (96,3 ц/га) отмечается при внесении карбамида по схеме: N₃₀ до сева + N₆₀ в фазу 7–8 листьев кукурузы вразброс, без органических удобрений – N₁₅₀ до сева, где их сбор составляет 172,2 и 85,4 ц/га соответственно.

5. В экстремальных погодных условиях первой половины вегетации кукурузы (обильные осадки или засушливые условия) роль органических удобрений в повышении ее продуктивности возрастает. Эффективность азотных удобрений зависит не столько от водного режима первой половины вегетации, сколько от совокупности факторов, включающих плодородие почвы, ее влагоудерживающую способность, предшествую культуру, применение органических удобрений и др.

6. Влажность зерна кукурузы в первую очередь зависит от тепловых ресурсов и в малой степени от вносимых азотных удобрений, которые при оптимальных дозах применения способствуют ее снижению до 2,0–2,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин, В. В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество кукурузы / В. В. Никитин, В. В. Навальнев // Кукуруза и сорго. – 2016. – № 1. – С. 32–35.
2. Шульц, П. Рациональное удобрение кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 13–18.
3. Михайлов, Н. Н., Ефремов А. А. Дозы минеральных удобрений под кукурузу на черноземных почвах с разными запасами подвижных форм питательных веществ / Н. Н. Михайлов, А. А. Ефремов // Тр. ЦИНАО, вып. 2. – М., 1974. – С. 169–178.
4. Мосолов, И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. – М., Колос, 1979. – 256 с.
5. Новоселов, Ю. К. Влияние уровня минерального питания и влагообеспеченности на урожай летних посевов кукурузы в лесной зоне / Ю. К. Новоселов, Б. Б. Оконский // Агротехника. – 1974. – № 4. – С. 64–68.
6. Podolak, M. Vplyv davor dusika na urodu silaznej kukurice v kukuricney vyrobnej oblasti / M. Podolak // Polnohospodarstvo. – 1976. – V. 22. – № 5. – Р. 416–427.
7. Крамарёв, С. М. Эффективность применения азотных удобрений в агрофитоценозах кукурузы / С. М. Крамарёв, С. В. Красненков, И. В. Макаренко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2003. – № 2. – С. 36–40.
8. Кошен, Б. Н. Сортовая агротехника кукурузы в борьбе с засухой / Б. Н. Кошен // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 6. – С. 5–6.

9. Таран, Д. А. Влияние приемов ухода за посевами и погодных условий на производство зерна кукурузы / Д. А. Таран, Р. В. Ласкин, А. И. Супрунов // 2-я Международ. научн.-практ. конф. «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». Ч. 1. – Владикавказ, 2011. – С. 498–500.
10. Стулин, А. Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области / А. Ф. Стулин // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 1. – С. 19–24.
11. Чепелева, А. В. Урожайность и качество зерна кукурузы при применении минеральных удобрений в условиях Амурской области / А. В. Чепелева, Г. П. Чепелев // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10(151). – С. 49–56.
12. Ma, B.L. Soil nitrogen amendment effects on nitrogen uptake and grain yields of maize / B.L. Ma, M. Lianne Dwyer, G. Edward Gregorich // Agron. J. – 1999. – V. 91. – P. 650–656.
13. Sharifi, R. S. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer / R. S. Sharifi, R. Taghizadeh // J. Food Agricult. Environ. – 2009. – V. 7. – № 3–4. – P. 518–521.
14. Tremblay, N. Corn response to nitrogen is influenced by soil texture and weather / N. Tremblay, M. Yacine Bouroubi, C. Bélec // Soil Fertil. Crop Nutr. – 2012. – V. 104. – P. 1658–1671.
15. Ворд, Р. С. Азот как биогенный элемент / Р. С. Ворд // Зерно. – 2006. – № 11. – С. 15–22.
16. Тулин, С. А. Действие азота на продуктивность биомассы и семян раннеспелых гибридов кукурузы / С. А. Тулин, Н. П. Козловская // Повышение плодородия и продуктивности песчаных почв / Труды Новозыбковского филиала ВИУА. – Вып. 6. – Брянск, 1996. – С. 102–107.
17. Надточаев, Н. Готовим и удобряем почву под кукурузу / Н. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 52–55.
18. Отраслевой технологический регламент полевого кормопроизводства на торфяных почвах / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – РУП «Институт мелиорации». – Минск. – 2014. – 60 с.
19. Нейковский, С. И. Некорневая подкормка кукурузы жидкими азотными удобрениями КАС в смеси с комплексонамом цинка / С. И. Нейковский // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 2. – С. 9–11.
20. Крамарев, С. М. Прикорневая подкормка кукурузы в условиях северной части Степной зоны Украины / С. М. Крамарев [и др.] // Агрохимия. – 1999. – № 1. – С. 45–53.

АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ТОМАТА

М. М. ДОБРОДЬКИН, И. Г. ПУГАЧЕВА, Т. В. НИКОНОВИЧ, И. Е. БАЕВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220027

(Поступила в редакцию 29.01.2025)

Томат обладает ценными биологическими особенностями и выращивается во всех регионах Беларуси в овощеводческих, фермерских хозяйствах и частном секторе. Повышенный интерес к этой полезной овощной культуре способствует ее производству в зимних остекленных теплицах, а также в необогреваемых теплицах и открытом грунте. Важным фактором повышения эффективности возделывания томата является создание, районирование и внедрение в производство высокоурожайных экологически стабильных сортов и гибридов. Сократить издержки на получение гибридных семян возможно за счет использования в качестве материнского компонента скрещивания стерильных форм, что значительно уменьшает затраты ручного труда при проведении гибридизации.

Проведен анализ результатов испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» хозяйственно ценных признаков и экономической эффективности возделывания сортов и гибридов томата, созданных сотрудниками Белорусской государственной сельскохозяйственной академии и Института генетики и цитологии НАН Беларуси, и районированных в период с 2003 по 2023 гг.

При испытании в открытом грунте установлено превышение по товарной урожайности над контролем новых созданных сортов на 2,00–77,00 ц/га, гибридов первого поколения – на 29,00–80,00 ц/га. В защищенном грунте (пленочные грунтовые необогреваемые теплицы) превышение по товарной урожайности относительно контрольных образцов для сорта составило 120,00 ц/га, для гибридов первого поколения – 30,00–250,00 ц/га.

Выращивание включенных в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендованных для производственного возделывания сортов и гибридов томата позволяет получать высокий дополнительный чистый доход, который составил в открытом грунте от 682,80 руб./га у сорта Чирок до 27296,00 руб./га у гибрида Горетский F₁; в защищенном грунте – от 10092,00 руб./га у гибрида Тайник F₁ до 84100,00 руб./га у гибрида Ритм F₁.

Ключевые слова: томат, гибрид, открытый грунт, защищенный грунт, урожайность, экономическая эффективность, сортоиспытание, чистый доход.

Tomato has valuable biological properties and is grown in all regions of Belarus in vegetable growing, farming and private sector. Increased interest in this useful vegetable crop contributes to its production in winter glass greenhouses, as well as in unheated greenhouses and open ground. An important factor in increasing the efficiency of tomato cultivation is the creation, zoning and introduction into production of high-yielding ecologically stable varieties and hybrids. It is possible to reduce the costs of obtaining hybrid seeds by using sterile forms as a maternal component, which significantly reduces the cost of manual labor during hybridization.

The analysis of the results of testing in the State Inspectorate for Testing and Protection of Plant Varieties of economically valuable traits and the economic efficiency of cultivating tomato varieties and hybrids created by employees of the Belarusian State Agricultural Academy and the Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, and zoned in the period from 2003 to 2023 was carried out.

When tested in open ground, the commercial yield of the newly created varieties exceeded the control by 0.200–7.700 t/ha, and that of the first generation hybrids by 2.900–8.000 t/ha. In protected ground (unheated film ground greenhouses), the commercial yield exceeded the control samples by 12.000 t/ha for the variety, and by 3.000–25.000 t/ha for the first generation hybrids.

Growing tomato varieties and hybrids included in the State Register of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus and recommended for industrial cultivation allows for obtaining high additional net income, which in open ground ranged from 682.80 rubles/ha for the Chirok variety to 27,296.00 rubles/ha for the Goretsky F₁ hybrid; in protected ground – from 10,092.00 rubles/ha for the hybrid Taynik F₁ to 84,100.00 rubles/ha for the hybrid Ritm F₁.

Key words: tomato, hybrid, open ground, protected ground, yield, economic efficiency, variety testing, net income.

Введение

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) – одна из самых распространенных овощных культур в мире. Каждая седьмая тонна собранного на земном шаре урожая овощей – это томаты, а удельный вес их в общем объеме переработки плодоовощного сырья достигает 80 % [1, 2]. Культура в силу своих физиологических и биологических особенностей выращивается во всех регионах Беларуси в овощеводческих, фермерских хозяйствах и частном секторе. Плоды томата отличаются высокими питательными, вкусовыми и диетическими свойствами. Исключительная ценность их заключается в содержании витаминов, органических кислот, минеральных солей, необходимых для лучшего обмена веществ,

повышения аппетита [2]. В плодах находится ликопин, определяющий их фитонцидные и антиоксидантные свойства, которые защищают клетки организма от негативного влияния свободных радикалов. Польза ликопина для здоровья сердечно-сосудистой, пищеварительной, иммунной и мочеполовой систем доказана многими экспериментальными и клиническими исследованиями [3].

Повышенный интерес к выращиванию этой полезной овощной культуры способствует ее производству не только в зимних остекленных теплицах, но и в необогреваемых теплицах и открытом грунте [2].

Важным фактором повышения эффективности возделывания томата является создание, районирование и внедрение в производство высокоурожайных экологически стабильных сортов и гибридов. Сократить издержки на получение гибридных семян возможно за счет использования специальных технологических решений, например применения стерильных форм в качестве материнского компонента скрещивания, что значительно уменьшает затраты ручного труда при проведении гибридизации [4, 5, 6].

Целью настоящих исследований являлось проведение анализа хозяйственно ценных признаков и экономической эффективности возделывания районированных в период с 2003 по 2023 гг. сортов и гибридов томата, созданных сотрудниками Белорусской государственной сельскохозяйственной академии и Института генетики и цитологии НАН Беларуси.

Основная часть

Научно-исследовательская работа по созданию сортов и гибридов томата проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии УО БГСХА. Новые сорта и гибриды были получены методами традиционной и маркер-сопутствующей селекции. В качестве исходного материала использовались как фертильные, так и формы с функциональной мужской стерильностью и образцы с генетической детерминацией аллелей ценных признаков. Прежде чем новый селекционный материал получает статус районированного сорта или гибрида, он направляется на государственное испытание в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» (ГСИ).

Результаты испытаний переданных в ГСИ сортов и гибридов для открытого грунта представлены в табл. 1. В государственном сортоиспытании в 2001–2003 гг. гибриды Горецкий F₁ и Мазурка F₁ показали превышение над контролем по товарной урожайности на 80,0 и 48,0 ц/га соответственно, средняя масса плода составила от 65,0 г у сорта Мазурка до 68,0 г у гибрида Горецкий F₁. По результатам оценки вышеуказанные образцы включены в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений с 2004 года.

Испытания гибрида Адапт F₁ в 2007–2009 гг. выявили превышения товарной урожайности над контрольным сортом Доходный на 29,0 ц/га. Средняя масса плода была 79,0 г, что на 10 % выше контроля, дегустационная оценка составила 4,8 балла. По результатам испытаний Адапт F₁ включен в государственный реестр с 2010 года и в настоящее время используется в ГСИ в качестве контроля при испытании новых гибридов.

Сорта Беркут, Тамара, Чирок испытывались в ГСИ в 2009–2011 гг. и показали товарную урожайность выше сорта-контроля на 20,0; 19,0; 2,0 ц/га соответственно. Средняя масса плода составила 110,0 г у Беркута; 48,0 г у сорта Тамара; 45,0 у сорта Чирок. По результатам испытания вышеуказанные сорта включены в государственный реестр с 2012 года.

Гибрид Рубин F₁ при государственном сортоиспытании в 2011–2013 гг. продемонстрировал преимущество над контролем по товарной урожайности на 36,0 ц/га, среднюю массу плода 81,0 г, дегустационную оценку 4,7 балла. Включен в государственный реестр с 2014 года.

Сорт Ирма был передан в ГСИ для оценки в 2012–2014 гг. и превзошёл средний контроль по товарной урожайности на 12,0 ц/га, масса плода составила 31 г, дегустационная оценка 4,8 балла. Сорт Ирма включен в государственный реестр с 2015 года.

Переданный в ГСИ в 2018 г. сорт Рэдгрант проходил испытание в течение трех лет и показал превышение над контролем по товарной урожайности на 18,00 ц/га, среднюю массу плода 37,0 г, дегустационную оценку 5,0 баллов. Включен в государственный реестр с 2021 года.

Испытание сорта Дивиденд в 2021–2022 гг. выявило превышение над контролем по товарной урожайности на 68,00 ц/га, средняя масса плода составила 80,0 г, дегустационная оценка 4,5 балла. Дивиденд включен в государственный реестр с 2023 года и используется в ГСИ в качестве сорта-контроля.

Сорта Звездапад и Источник по результатам государственного сортоиспытания в 2021–2023 гг. по товарной урожайности были выше контроля на 70,0 и 77,0 ц/га соответственно, средняя масса плода находилась на уровне 37,0 г у сорта Звездапад и 42,0 г у сорта Источник, дегустационная оценка 4,7 и 4,6 балла соответственно. Вышеуказанные сорта включены в государственный реестр с 2024 года.

По продолжительности периода от всходов до первого сбора изучаемые сорта и гибриды существенно не отличались от контролей по годам исследований.

Таблица 1. Результаты государственного испытания сортов и гибридов томата в открытом грунте по пунктам ГСИ в среднем за годы исследований

Сорт/гибрид	Товарная урожайность, ц/га	Отклонение от контрольного сорта, ц/га	Средняя масса товарного плода, г	Дегустационная оценка, балл	Период от всходов до первого сбора, дн.
2001–2003 гг.					
Превосходный 176 (контроль)	289,0	–	70,0	4,3	103
Горецкий F ₁	369,0	80,0	68,0	3,9	102
Мазурка F ₁	337,0	48,0	65,0	3,8	101
2007–2009 гг.					
Доходный (контроль)	416,0	–	72,0	4,4	110
Адапт F ₁	445,0	29,0	79,0	4,8	111
2009–2011 гг.					
Превосходный 176 (контроль)	388,0	–	82,0	4,2	92
Беркут	408,0	20,0	110,0	4,9	91
2009–2011 гг.					
Превосходный 176 (контроль)	414,0	–	51,0	4,4	92
Тамара	433,0	19,0	48,0	4,9	91
2009–2011 гг.					
Превосходный 176 (контроль)	328,0	–	51,0	4,6	103
Чирок	330,0	2,0	45,0	4,4	101
2011–2013 гг.					
Адапт F ₁ (контроль)	414,0	–	72,0	4,3	101
Рубин F ₁	450,0	36,0	81,0	4,7	96
2012–2014 гг.					
Средний контроль	421,0	–	46,0	4,8	114
Ирма	433,0	12,0	31,0	4,7	112
2018–2020 гг.					
Ирма (контроль)	701,0	–	30,0	5,0	106
Рэдгрант	719,0	18,0	37,0	5,0	114
2021–2022 гг.					
Ирма (контроль)	686,0	–	35,0	4,9	114
Дивиденд	754,0	68,0	80,0	4,5	112
2021–2023 гг.					
Ирма (контроль)	758,0	–	30,0	4,7	106
Звездопад	828,0	70,0	37,0	4,7	107
Источник	835,0	77,0	42,0	4,6	108

Результаты государственного сортоиспытания переданных в ГСИ сортов и гибридов для защищенного грунта представлены в табл. 2. На Кобринской сортоиспытательной станции гибрид Александр F₁ превзошел контрольный образец по товарной урожайности на 50,0 ц/га при средней массе плода 109,0 г и допущен к возделыванию в производственных условиях с 2008 года.

Испытание гибрида Тайник F₁ в 2011 году выявило превышение над контролем по товарной урожайности на 30,0 ц/га со средней массой плода 95,0 г, дегустационной оценкой 4,8 балла. Тайник F₁ включен в государственный реестр с 2012 года.

Гибрид Азарт F₁ по товарной урожайности находился на уровне контрольного сорта, имел среднюю массу плода 77,0 г, дегустационную оценку 5,0 балла. Установлено существенное превышение по ранней урожайности, которое составило 130,0 ц/га в пользу гибрида Азарт F₁. Это стало основанием для его включения в государственный реестр с 2016 года. В настоящее время Азарт F₁ используется в качестве контроля при государственном сортоиспытании.

Гибриды Ритм F₁, Ирбис F₁ и Ивис F₁ испытывались в 2019 году и превзошли контроль по товарной урожайности на 250,0 ц/га, 150,0 ц/га и 140,0 ц/га соответственно. Средняя масса плода была 109,0 г у гибрида Ритм F₁; 121,0 г у Ирбис F₁; 77,0 г у Ивис F₁. Дегустационная оценка составила от 4,6 до 5,0 балла. По результатам испытания вышеуказанные гибриды включены в государственный реестр с 2020 года.

Государственное испытание сорта Горизонт в 2020 году установило превышение над средним контролем по товарной урожайности на 120,0 ц/га, среднюю массу плода 128,0 г и дегустационную оценку 5,0 баллов, что стало основанием для его включения в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь в 2021 году.

Таблица 2. Результаты государственного сортоиспытания гибридов и сортов томата в защищенном грунте по данным ГСХУ «Кобринская СС»

Сорт/гибрид	Товарная урожайность, ц/га.	Отклонение от контрольного сорта, ц/га	Средняя масса товарного плода, г	Дегустационная оценка, балл	Период от всходов до первого сбора, дн.
2007 г.					
Евро F ₁ (контроль)	870,0	–	99,0	4,7	104
Александр F ₁	920,0	50,0	109,0	4,9	103
2011 г.					
Евро F ₁ (контроль)	940,0	–	53,0	4,5	59*
Тайник F ₁	970,0	30,0	95,0	4,8	66*
2015 г.					
Старт F ₁ (контроль)	1070,0	–	123,0	5,0	108
Азарт F ₁	1070,0	0,0	77,0	5,0	112
2019 г.					
Евро F ₁ (контроль)	980,0	–	105,0	4,5	102
Ритм F ₁	1230,0	250,0	109,0	4,6	102
Ирбис F ₁	1130,0	150,0	121,0	4,7	102
2019 г.					
Аламина F ₁ (контроль)	1340,0	–	123,0	5,0	102
Ивис F ₁	1480,0	140,0	77,0	5,0	113
2020 г.					
Средний контроль	910,0	–	124,0	5,0	113
Горизонт	1030,0	120,0	128,0	5,0	112

*Период от высадки до первого сбора, дни.

Расчет экономической эффективности возделывания сортов и гибридов томата основан на определении превышения товарной урожайности по отношению к контролю с учетом средней стоимости одного килограмма продукции, а также дополнительных расходов на сбор прибавки урожая. Учитываемая минимальную цену реализации 1 кг продукции в августе 2024 года, которая составила 3,46 руб. [7], и превышение над контрольными образцами товарной урожайности районированных сортов и гибридов, были произведены расчеты экономической эффективности их возделывания в открытом и защищенном грунте [8]. Экономическая эффективность возделывания районированных сортов и гибридов томата в открытом грунте представлена в табл. 3.

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания районированных сортов и гибридов томата в открытом грунте

Сорт/гибрид	Превышение по отношению к контролю, ц/га	Стоимость прибавки, руб./га	Дополнительные затраты на сбор прибавки урожая, руб./га	Дополнительный чистый доход, руб./га
Горецкий F ₁	80,00	27680,00	384,00	27296,00
Мазурка F ₁	48,00	16608,00	230,40	16377,60
Адапт F ₁	29,00	10034,00	139,20	9894,80
Беркут	20,00	6920,00	96,00	6824,00
Тамара	19,00	6574,00	91,20	6482,80
Чирок	2,00	692,00	9,20	682,80
Рубин F ₁	36,00	12456,00	172,80	12283,20
Ирма	12,00	4152,00	57,60	4094,40
Рэдгрант	18,00	6228,00	86,40	6141,60
Дивидент	68,00	23528,00	326,40	23201,60
Звездопад	71,00	24566,00	340,80	24225,20
Источник	78,00	26988,00	374,40	26613,60

Полученный дополнительный чистый доход в открытом грунте при возделывании гибридов составил: Горецкий F₁ – 27296,00 руб/га; Мазурка F₁ – 16377,60 руб/га; Адапт F₁ – 9894,80 руб/га; Рубин F₁ – 12283,20 руб/га. Возделывание районированных сортов дает следующий дополнительный чистый доход: Беркут – 6824,00 руб/га; Тамара – 6482,80 руб/га; Чирок – 682,80 руб/га; Ирма – 4094,40 руб/га; Рэдгрант – 6141,60 руб/га; Дивидент – 23201,60 руб/га; Звездопад – 24225,20 руб/га; Источник – 26613,60 руб/га.

Экономическая эффективность возделывания сортов и гибридов томата в защищенном грунте представлена в табл. 4. Полученный дополнительный чистый доход за счет прибавки по товарной урожайности при возделывании гибридов составил: Александр F₁ – 16820,00 руб/га; Тайник F₁ – 10092,00 руб/га; Ритм F₁ – 84100,00 руб/га; Ирбис F₁ – 50460,00 руб/га; Ивис F₁ – 47096,00 руб/га; сорта Горизонт – 40368,00 руб/га. Принимая во внимание более высокую стоимость ранней продукции

(5,06 руб/кг в июле и 3,46 руб/кг в августе 2024 г.), экономический эффект выращивания гибрида Азарт F₁ рассчитан с учетом большей цены на раннюю продукцию и составил 19552,00 руб/га.

Таблица 4. Экономическая эффективность возделывания районированных сортов и гибридов томата в защищенном грунте

Сорт/гибрид	Превышение по отношению к контролю, ц/га	Стоимость прибавки, руб./га	Дополнительные затраты на сбор прибавки урожая, руб./га	Дополнительный чистый доход, руб./га
Александр F ₁	50,00	17300,00	480,00	16820,00
Тайник F ₁	30,00	10380,00	288,00	10092,00
Азарт F ₁ *	130,00	20800,00	1248,00	19552,00
Ритм F ₁	250,00	86500,00	2400,00	84100,00
Ирбис F ₁	150,00	51900,00	1440,00	50460,00
Ивис F ₁	140,00	48440,00	1344,00	47096,00
Горизонт	120,00	41520,00	1152,00	40368,00

* для гибрида Азарт F₁ в расчетах использована ранняя урожайность.

Кроме того, следует отметить, что гибриды Рубин F₁; Александр F₁; Тайник F₁; Азарт F₁; Ритм F₁; Ирбис F₁ получены на основе функциональной мужской стерильности с помощью уникальной технологии производства гибридных семян, позволяющей сократить затраты ручного труда в сравнении с обычной технологией в 10,9 раза и обеспечивающей экономию 103,1 чел.-ч. при производстве одного килограмма семян [5].

Заключение

Проведен анализ результатов испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» хозяйственно ценных признаков и экономической эффективности возделывания сортов и гибридов томата, созданных сотрудниками Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, а также Института генетики и цитологии НАН Беларуси, и районированных в период с 2003 по 2023 гг.

При испытании в открытом грунте установлено превышение над контролем новых созданных сортов по товарной урожайности на 2,00–77,00 ц/га, гибридов первого поколения – на 29,00–80,00 ц/га. В защищенном грунте (пленочные грунтовые необогреваемые теплицы) превышение относительно контрольных образцов по товарной урожайности для сорта составило 120,00 ц/га, для гибридов первого поколения – 30,00–250,00 ц/га.

Выращивание включенных в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендованных для производственного возделывания сортов томата Беркут, Чирок, Тамара, Ирма, Рэдгрант, Дивиденд, Источник, Звездопад, Горизонт и гибридов Горецкий F₁, Мазурка F₁, Адапт F₁, Рубин F₁, Александр F₁, Тайник F₁, Ритм F₁, Ирбис F₁, Ивис F₁, Азарт F₁ позволяет получать высокий дополнительный чистый доход в открытом грунте, который составил от 682,80 руб/га у сорта Чирок до 27296,00 руб/га у гибрида Горецкий F₁ и в защищенном грунте от 10092,00 руб/га у гибрида Тайник F₁ до 84100,00 руб/га у гибрида Ритм F₁.

ЛИТЕРАТУРА

- Мамедов, М. И. Селекция томата, перца и баклажана на адаптивность / М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров, О. Н. Пышная. – М., 2002 – 441 с.
- Аутко, А. А. Овощи в питании человека / А. А. Аутко, Ан. А. Аутко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. наука, 2008. – 310 с.
- Изучение содержания ликопина в рационе различными методами воспроизведения / Е. В. Кирпиченкова, А. А. Королев, Е. И. Никитенко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – № 99 (2). – С. 182–186. DOI: <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-2-182-186>.
- Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т.2 Частная генетика растений / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: «Беларуская навука», 2020. – С. 483–564.
- Добродькин, М. М. Создание партенокарпических гетерозисных гибридов томата для пленочных теплиц на основе функциональной мужской стерильности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Беларус. с.-х. акад. – Горки, 2004. – 18 с.
- Мишин, Л. А. Новые сорта перца и томата для Беларуси / Л. А. Мишин, Н. А. Юбка // Овощеводство: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства НАН Беларуси». – Минск, 2006. – Вып. 12: Основные направления науч.-технич. прогресса в овощеводстве стран СНГ и Балтии. – С. 97–101.
- Средние цены на потребительские товары и услуги по Республике Беларусь: [сайт]. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/tseny/potrebitelskie-tseny/operativnye-dannye/srednie-tseny-na-potrebitelskie-tovary-i-uslugi-po-respublike-belarus/> (дата обращения: 5.12.2024).
- Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2010. – 24 с.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Н. Э. ХИЗАНЕЙШВИЛИ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nukzar2692@gmail.com

(Поступила в редакцию 31.01.2025)

В статье приводятся результаты применения регуляторов роста Эпин, Гидрогумат и Экогум Комплекс на фоне минеральных удобрений при возделывании моркови. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста приводило к значительному повышению урожайности корнеплодов. Максимальная урожайность моркови была получена при применении удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 66,0 т/га (+7,6 т/га к фону). При определении качественных показателей корнеплодов моркови было установлено, что минеральные удобрения и изучаемые регуляторы роста оказывали положительное влияние на выход товарных корнеплодов и содержание в них сахаров, сухого вещества и каротина. Максимальный выход товарных корнеплодов моркови в урожае обеспечивался в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 91,2 % (+6,3 % к фону). Наибольшее содержание сухого вещества в моркови было отмечено в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 11,6 % (+0,9 % к фону). Максимальное содержание сахаров и каротина в корнеплодах моркови было в варианте с применением регулятора роста Гидрогумат на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 7,2 % и 13,9 мг/% соответственно. В целом за годы исследований было выявлено, что при возделывании моркови на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ обработка посевов регуляторами роста Эпин, Гидрогумат или удобрением Экогум Комплекс позволяет получить продукцию с содержанием нитратов ниже ПДК (250 мг/кг сырой массы).

Ключевые слова: морковь, удобрения, регуляторы роста, урожайность, качество.

The article presents the results of using the growth regulators Epin, Hydrohumate and Ecogum Complex against the background of mineral fertilizers in the cultivation of carrots. The use of mineral fertilizers and growth regulators led to a significant increase in the yield of root crops. The maximum carrot yield was obtained when using the Ecogum Complex fertilizer against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 66.0 t / ha (+ 7.6 t / ha to the background). When determining the quality indicators of carrot roots, it was found that mineral fertilizers and the studied growth regulators had a positive effect on the yield of marketable roots and the content of sugars, dry matter and carotene in them. The maximum yield of marketable carrot roots in the harvest was ensured in the $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Ecogum Complex variant – 91.2 % (+ 6.3 % to the background). The highest dry matter content in carrots was noted in the $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Ecogum Complex variant – 11.6 % (+ 0.9 % to the background). The maximum content of sugars and carotene in carrot roots was in the variant with the use of the growth regulator Hydrohumate against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 7.2 % and 13.9 mg/%, respectively. In general, over the years of research it has been revealed that when cultivating carrots against the background of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{120}$, treating crops with growth regulators Epin, Hydrohumate or the fertilizer Ecogum Complex allows obtaining products with a nitrate content below the MAC (250 mg/kg of raw weight).

Key words: carrots, fertilizers, growth regulators, yield, quality.

Введение

Корнеплоды моркови являются для человека источником целого набора макро- (калий, кальций, магний, натрий, фосфор, сера), микроэлементов (железо, йод, бор), витаминов, сахаров, клетчатки и других полезных соединений, и они употребляются в пищу как свежем виде, так и после переработки [1, 2].

В современных условиях интенсивного земледелия применение регуляторов роста приобретает все более важное значение, потому что эти соединения оказывают положительное влияние на процессы фотосинтеза и развития растений, их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. Известно также и о влиянии регуляторов роста на качественные показатели получаемой продукции.

Во многих исследованиях показано весьма значимое влияние применения различных регуляторов роста при возделывании моркови на урожайность и качество корнеплодов. Так, в исследованиях с применением регуляторов роста с микроэлементами в посевах моркови, у растений наблюдалось усиленное развитие листовой поверхности, и, как следствие, прирост массы корнеплодов [3].

В опытах В. Н. Петриченко и О. С. Туркиной обработка растений моркови регуляторами роста Эпин и Энергия-М как в чистом виде, так и в сочетании с микроудобрениями, увеличивала урожайность корнеплодов на 0,6–6,1 т/га, содержание сухого вещества – на 10,3–18,0 % [4].

Регуляторы роста Росток, Циркон, Эпин экстра и Биодукс повышали урожайность моркови на 5,7–12,5 т/га, массу корнеплода – на 10–40 г, долю товарных корнеплодов в урожае – на 6,7–11,7 % [5].

В исследованиях С. А. Перегудова регуляторы роста Эпин экстра и Циркон способствовали возрастанию урожайности моркови на 6,2 и 7,9 т/га соответственно, при этом в корнеплодах происходило повышение содержания сухого вещества и сахаров на 1,7–2,0 и 0,4–0,6 %, каротина – на 0,94–1,08 мг/100 г соответственно [6].

Опытами, которые проводились в УО БГСХА, было показано, что обработки посевов моркови регулятором роста Экосил обеспечивали прибавку урожайности корнеплодов моркови в размере 2,50 т/га, содержание каротина возрастало на 0,5 мг/100 г, сухого вещества – на 1,6 %, сахаров – на 0,3 % [7].

Регуляторы роста Росток, Эмистим, Гибберсиб и Ивин, которые использовались для предпосевного замачивания семян моркови, ускоряли появление всходов, рост и развитие растений, а урожайность увеличивалась на 4,7–9,0 т/га [8].

Гумат Плодородие с микроэлементами повышал урожайность корнеплодов моркови на 9,4 т/га, а содержание сахаров – на 0,98 % [9].

Обработка посевов моркови гуматом натрия обеспечивало прибавку урожайности корнеплодов в размере 7,9–12,6 т/га, выход товарных корнеплодов повышался на 5,7–7,6 %, содержание сухого вещества – на 0,99–1,52 %, каротина – на 0,13–0,73 мг/100 г [10].

Цель данной работы – установить влияние применения регуляторов роста, в том числе с микроэлементами, белорусского производства (Эпин, Экогум Комплекс, Гидрогумат) на показатели качества и урожайность корнеплодов моркови.

Основная часть

Полевой опыт по изучению влияния регуляторов роста на урожайность и качество корнеплодов моркови проводился в условиях УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» в 2018 и 2020 гг. В качестве объекта исследований выступал сорт моркови Самсон (оригинатор сорта – фирма Вејо, Нидерланды). Данный сорт является среднеспелым, имеет вегетационный период протяженностью в среднем 119–124 дней, высокоурожайный, относится к нантскому сорто типу (имеет цилиндрическую форму с тупым кончиком), универсального назначения, поэтому пригоден для хранения, переработки и свежего потребления.

Погодные условия в период проведения полевых опытов различались по годам, что позволило дать объективную оценку изучаемым регуляторам роста. Вегетационные периоды 2018 и 2020 годов отличались избыточным выпадением осадков и достаточным количеством тепла. Вегетационный период 2019 года был более жарким и характеризовался неравномерным выпадением осадков.

В опытах с морковью почва имела среднее содержание гумуса (1,8 %), повышенное содержание подвижного фосфора (202–209 мг/кг) и калия (275–295 мг/кг), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (рН=5,9–6,1), среднее содержание подвижных форм меди (1,55–1,57 мг/кг), низкое содержание подвижных форм цинка (1,53–1,63 мг/кг), средний индекс агрохимической окультуренности в 2018 году и высокий – в 2020 году.

Общая площадь делянки – 19,6 м², учетная – 12,6 м². Повторность опытов четырехкратная. Предшественник для моркови – картофель. Морковь высевалась по двухстрочной схеме (10+60 см) на гребне с шириной междурядий 70 см. Технология возделывания моркови – общепринятая для условий Республики Беларусь. Уборка урожая проводилась вручную поделочно с определением доли товарных корнеплодов. В послеуборочный период в корнеплодах моркови определялось содержание сухого вещества, сахаров, нитратов и каротина. Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа.

До посева применялись минеральные удобрения – карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (10 % N, 30 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O).

На фоне минеральных удобрений проводилось опрыскивание посевов моркови регуляторами роста: Эпин, Ж (эпибрасинолид, 0,25 г/л; производитель – ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»), который применялся дважды в дозе по 60 мл/га в фазу 5-6 листьев и повторно через две недели; Гидрогумат, Ж (гуминовые кислоты не менее 3,5 %; производитель – ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»), который вносили в дозе по 2 л/га в фазу полных всходов, в фазу пучковой спелости и за месяц до уборки; Экогум Комплекс, ВР (N – не более 120 г/л, Мп – не более 50 г/л, Си – не более 75 г/л, Zn – не более 75 г/л, Со – не более 8 г/л, Мо – не более 1 г/л, В – не более 110 г/л, гуминовые вещества – не более 40 г/л; производители – УП «Белуниверсалпродукт, ЧП «ЧервеньАГРО», ООО «ВПК-актив»), которое вносили трехкратно в дозе по 1 л/га, начиная с фазы 5–6 настоящих листьев с интервалом между обработками 14 дней.

Схема опыта включала пять вариантов: 1. Без удобрений (контроль); 2. N₉₀P₆₀K₁₂₀ – фон; 3. Фон + Эпин, Р; 4. Фон + Гидрогумат, Ж; 5. Фон + Экогум Комплекс, ВР.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста приводило к значительному повышению урожайности корнеплодов моркови (табл. 1). Внесение полного минерального удобрения в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ увеличивало урожайность моркови на 28,0 т/га по сравнению с контролем. Применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ не увеличивало урожайность моркови. В варианте с применением регулятора роста Гидрогумат на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ была получена прибавка урожая корнепло-

дов в 4,5 т/га. Максимальная урожайность моркови была получена при применении удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 66,0 т/га (+7,6 т/га к фону).

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на урожайность корнеплодов моркови, среднее за 2018 и 2020 гг.

Варианты опыта	Урожайность корнеплодов, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к фону, т/га
1. Контроль (без удобрений)	30,4	-	-
2. $N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон	58,4	28,0	-
3. Фон + Эпин	60,1	29,8	1,8
4. Фон + Гидрогумат	62,9	32,5	4,5
5. Фон + Экогум Комплекс	66,0	35,6	7,6
НСР ₀₅	2,0	-	-

При определении качественных показателей корнеплодов моркови было установлено, что минеральные удобрения и изучаемые регуляторы роста оказывали положительное влияние на выход товарных корнеплодов и содержание в них сахаров, сухого вещества и каротина (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на некоторые качественные показатели корнеплодов моркови, среднее за 2018 и 2020 гг.

Варианты опыта	Товарность корнеплодов, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание сахаров, %	Каротин, мг/%	Нитраты, мг/кг	
					2018	2020
1. Контроль (без удобрений)	65,9	10,1	6,3	12,1	131	44
2. $N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон	84,9	10,7	6,6	13,6	287	130
3. Фон + Эпин	85,5	11,1	6,9	13,6	172	105
4. Фон + Гидрогумат	88,8	11,2	7,3	13,9	194	124
5. Фон + Экогум Комплекс	91,2	11,6	7,2	13,5	188	159
НСР ₀₅	1,82	0,30	0,18	0,19	11,9	5,6

Возделывание моркови без применения минеральных удобрений обеспечивало наименьший выход товарных корнеплодов – 65,9 %. Внесение $N_{90}P_{60}K_{120}$ повышало долю товарных корнеплодов в урожае на 19 % с 65,9 до 84,9 %. Регулятор роста Эпин на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ не увеличивал выход товарных корнеплодов. Обработка посевов моркови регулятором роста Гидрогумат на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ способствовала повышению товарности корнеплодов на 3,9 %. Максимальный выход товарных корнеплодов моркови в урожае обеспечивался в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 91,2 % (+6,3 % к фону).

Содержание сухого вещества в корнеплодах – один из важнейших показателей, который влияет на лежкость продукции, а содержание сахаров – на вкусовые качества. Корнеплоды моркови, полученные в варианте без применения удобрений, содержали наименьшее количество сухого вещества (10,1 %) и сахаров (6,3 %). Варианты с применением регуляторов роста Эпин и Гидрогумат на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ не отличались между собой – в этих вариантах опыта содержание сухого вещества в корнеплодах увеличивалось на 0,4 и 0,5 % соответственно по сравнению с фоновым вариантом. Наибольшее содержание сухого вещества в моркови было отмечено в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 11,6 % (+0,9 % к фону).

Обработка посевов моркови регулятором роста Эпин и удобрением Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ повышала содержание сахаров в корнеплодах на 0,3 и 0,6 % соответственно. Содержание каротина в корнеплодах моркови в вариантах с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$ и препаратов Эпин и Экогум Комплекс составляло в среднем 13,5–13,6 мг/% и между этими вариантами опыта не было отмечено существенных отличий.

Максимальное содержание сахаров и каротина в корнеплодах моркови было в варианте с применением регулятора роста Гидрогумат на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 7,2 % и 13,9 мг/% соответственно.

Концентрация нитратов в корнеплодах моркови в 2018 году была выше, чем в 2020 году, и по всем вариантам опыта не превышала ПДК, кроме варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в 2018 году содержание нитратов превышало ПДК (которое составляет для моркови поздних сроков уборки 250 мг/кг сырой массы) на 37 мг/кг сырой массы.

Было установлено, что применение регуляторов роста Эпин и Гидрогумат способствует достоверному снижению концентрации нитратов в корнеплодах моркови по сравнению с фоновым вариантом. В 2018 году содержание нитратов снижалось в этих вариантах опыта на 93–115 мг/кг сырой массы, а в 2020 – на 6–25 мг/кг сырой массы. Результаты, полученные в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс были неоднозначными, так как в 2018 году в этом варианте отмечалось снижение концентрации нитратов по сравнению с фоном на 99 мг/кг сырой массы, а в 2020 наоборот, повышение на 29 мг/кг сырой массы.

Заключение

1. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста приводило к значительному повышению урожайности корнеплодов моркови. Максимальная урожайность моркови была получена при применении удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 66,0 т/га (+7,6 т/га к фону).

2. При определении качественных показателей корнеплодов моркови было установлено, что минеральные удобрения и изучаемые регуляторы роста оказывали положительное влияние на выход товарных корнеплодов и содержание в них сахаров, сухого вещества и каротина.

3. Максимальный выход товарных корнеплодов моркови в урожае обеспечивался в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 91,2 % (+6,3 % к фону).

4. Наибольшее содержание сухого вещества в моркови было отмечено в варианте $N_{90}P_{60}K_{120}$ + Экогум Комплекс – 11,6 % (+ 0,9 % к фону).

5. Максимальное содержание сахара и каротина в корнеплодах моркови было в варианте с применением регулятора роста Гидрогумат на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 7,2 % и 13,9 мг/% соответственно.

6. В целом за годы исследований было выявлено, что при возделывании моркови на фоне минеральных удобрений обработка посевов регуляторами роста Эпин, Гидрогумат или удобрением Экогум Комплекс позволяет получить продукцию с содержанием нитратов ниже ПДК (250 мг/кг сырой массы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов, В. А. Качество и лежкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – Москва: ГНУ ВНИИО, 2003. – 628 с.
2. Настольная книга овощевода / Справочник; сост. Е. С. Каратаев. – Москва: «Агропромиздат», 1990. – 288 с.
3. Туркина, О. С. Применение микроудобрений и регуляторов роста растений на столовых корнеплодах: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / О. С. Туркина; ГНУ ВНИИ Овощеводства. – Москва, 2011. – 26 с.
4. Петриченко, В. Н. Эффективность регуляторов роста в сочетании с микроудобрениями на столовых корнеплодах / В. Н. Петриченко, О. С. Туркина // Агрехимический вестник. – 2011. – № 1. – С. 26–29.
5. Бикметов, Р. Роль регуляторов роста при возделывании моркови / Р. Бикметов [и др.] // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 10–14.
6. Оценка действия препаратов Эпин-экстра и Циркон на рост и продуктивность моркови / С. Перегудов [и др.] // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 25–27.
7. Хизанейшвили, Н. Э. Эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании столовой свеклы и моркови на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Н. Э. Хизанейшвили; РНДУП Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2022. – 27 с.
8. Лящева, Л. В. Эффективные приемы подготовки семян моркови к посеву / Л. В. Лящева // Картофель и овощи. – 2007. – № 3. – С. 18.
9. Испытание гумата «Плодородие» на овощных культурах / Н. А. Лучник [и др.] // Агрехимический вестник. – 2008. – № 3. – С. 37–38.
10. Сергоманов, С. В. Гумат натрия на овощных культурах / С. В. Сергоманов // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 107–118.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СВЕКЛЫ
СТОЛОВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ****Н. Э. ХИЗАНЕЙШВИЛИ**

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nukzar2692@gmail.com

(Поступила в редакцию 31.01.2025)

Работа посвящена изучению влияния регуляторов роста на урожайность корнеплодов свеклы столовой и их качество. Исследованиями было установлено, что при возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним и высоким индексом агрохимической окультуренности применение регуляторов роста способствовало повышению урожайности корнеплодов на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ в среднем за три года на 2,3–5,9 т/га. Наибольшая урожайность корнеплодов свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте. Изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов. Наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95,2 % (+5,6 % к фону). Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно. В период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы. В целом применение регуляторов роста при возделывании столовой свеклы способствовало снижению содержания нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

Ключевые слова: свекла столовая, удобрения, регуляторы роста, урожайность, качество.

The work is devoted to studying the effect of growth regulators on the yield of table beet roots and their quality. The studies have shown that when cultivating table beet on sod-podzolic light loamy soil with an average and high index of agrochemical cultivation, the use of growth regulators contributed to an increase in the yield of root crops against the background of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{120}$ by an average of 2.3–5.9 t/ha over three years. The highest yield of table beet roots was obtained in the variant with three-fold treatment of crops with the Ecogum Complex fertilizer – 48.0 t/ha, which was 5.9 t/ha higher than in the background variant. The studied growth regulators had a positive effect on the marketability of root crops, the content of sugars, dry matter and nitrates in them. The highest yield of marketable root crops was noted in the variant with the use of Ecogum Complex fertilizer against the background of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95.2 % (+ 5.6 % to the background). The best variant in terms of quality indicators was the variant with three-fold use of Ecogum Complex fertilizer against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$ – the dry matter content in root crops increased by 1.0 % from 14.2 to 15.2 %, sugars – by 1.3 % from 12.0 to 13.3 %, respectively. During the research period, in all experimental variants, the concentration of nitrates in beet roots did not exceed the MAC, with the exception of the variant with the use of mineral fertilizers at a dose of $N_{90}P_{60}K_{120}$, where in 2018 this figure was 1455 mg / kg of wet weight. In general, the use of growth regulators in the cultivation of table beet contributed to a decrease in the nitrate content in beet roots compared to the background variant.

Key words: table beet, fertilizers, growth regulators, yield, quality.

Введение

Столовая свекла является уникальной овощной культурой ввиду богатого химического состава – в корнеплоде содержатся углеводы, клетчатка, витамины, органические кислоты, минеральные соли. Свекла хорошо хранится, поэтому является доступной овощной культурой в течение практически всего календарного года, возможности ее применения в кулинарии также впечатляют: ее можно запекать, мариновать, квасить, употреблять в свежем виде [1].

Столовая свекла в течение вегетации потребляет значительное количество элементов питания, особенно калия. Из микроэлементов растениям свеклы столовой в большей степени необходимы бор и марганец [2].

Регуляторы роста играют важную роль в оптимизации технологии возделывания столовой свеклы, способствуя повышению её урожайности и улучшению качества корнеплодов. Эти препараты действуют на физиологические процессы, протекающие в растениях, регулируя рост, развитие и созревание. Применение регуляторов роста на различных стадиях вегетации свеклы столовой позволяет добиться более интенсивного роста, при этом их применение достаточно безопасно и экономически выгодно, так как регуляторы роста имеют невысокую стоимость и применяются в небольших дозах, которые составляют от нескольких десятков миллилитров до нескольких литров на гектар.

Гуматы – это естественные органические вещества, которые образуются в результате разложения растительных остатков, и являются мощными стимуляторами роста. Кроме этого, они улучшают структуру почвы, увеличивают ее способность удерживать влагу и питательные элементы. Регулято-

ры роста на основе гуматов способствуют развитию растений и повышению их устойчивости к неблагоприятным условиям.

Эпибрассинолид, – один из важнейших фитогормонов, который играет ключевую роль в регуляции роста и развития растений. Его изучение приобрело огромную значимость, поскольку данный гормон участвует в ответах растений на стрессовые условия, такие как засуха и засоление. Исследования показывают, что эпибрассинолид способствует не только увеличению толщины стебля и высоты растения, но и улучшает фотосинтетическую активность, что, в свою очередь, способствует повышению урожайности.

Встречается достаточно большое количество исследований, к которых изучалось действие регуляторов роста на урожайность столовой свеклы. В исследованиях О. С. Туркиной было выявлено, что применение регуляторов роста совместно с микроудобрениями при возделывании столовой свеклы происходит повышение продуктивности растений и площади листовой поверхности [3].

В других исследованиях О. С. Туркиной было установлено, что регуляторы роста Эпин и Энергия-М при их применении в посевах свеклы столовой способствовали повышению урожайности корнеплодов на 0,8–6,3 т/га, сухого вещества и сахаров – на 7,9–13,3 и 8,6–18,2 % соответственно [4].

В опытах с регулятором роста Экосил, которые проводились в УО БГСХА, урожайность корнеплодов свеклы столовой увеличивалась на 3,31–4,10 т/га [5, 6]. В исследованиях, проводимых в производственных условиях, применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы столовой повышало урожайность корнеплодов на 4,3 т/га [7].

Гумат «Плодородие» с микроэлементами при возделывании свеклы столовой способствовал повышению урожайности корнеплодов на 7,4 т/га, а содержание сахаров увеличивалось на 1,5 % [8].

Целью исследований, приведенных в данной статье, было изучение эффективности применения отечественных регуляторов роста на основе эпибрассинолида (Эпин), гуминовых кислот (Гидрогумат) и комплексного микроудобрения с гуматами (Экогум Комплекс) при возделывании свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Эффективность применения регуляторов роста при возделывании столовой свеклы изучалась путем постановки полевого опыта в период с 2018 по 2020 гг. в условиях УНЦ «Опытные поля УО БГСХА». При выборе сорта было отдано предпочтение белорусскому сорту свеклы столовой Гаспадыня, который характеризуется одностростковостью, высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь и хорошей урожайностью. Почва опытного участка, на котором закладывался полевой опыт, дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком с глубины около 1 метра. Содержание гумуса находилось в пределах 1,2–1,8 % (низкое и среднее содержание), подвижных форм фосфора – 209–266 мг/кг почвы (повышенное содержание), подвижных форм калия – 294–295 мг/кг (повышенное содержание). Реакция почвенной среды (рН_{KCl}) изменялась от 5,5 до 6,1 (кислая и близкая к нейтральной). Содержание подвижных форм меди было низким и средним (1,54–1,71 мг/кг почвы), цинка – также низким и средним (1,53–3,75 мг/кг почвы). Индекс агрохимической окультуренности в 2018 году был средним, в 2019 и 2020 гг. – высоким.

Погодные условия в период проведения полевых опытов различались по годам, что позволило дать объективную оценку изучаемым регуляторам роста. Вегетационные периоды 2018 и 2020 годов отличались избыточным выпадением осадков и достаточным количеством тепла. Вегетационный период 2019 года был более жарким и характеризовался неравномерным выпадением осадков.

Полевой опыт закладывался в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки – 10,8 м², общая – 14 м². Предшественник – картофель. Технология возделывания столовой свеклы – общепринятая для условий Республики Беларусь, с шириной междурядий 45 см. Уборка урожая проводилась вручную сплошным поделяночным методом с определением доли товарных корнеплодов. В образцах убранных корнеплодов проводилось определение содержания сухого вещества, сахаров, а также нитратов в лабораторных условиях. Полученные опытные данные подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа для определения достоверности результатов исследований.

В качестве минеральных удобрений для основного внесения использовались карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (10 % N, 30 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O).

На фоне минеральных удобрений проводилось опрыскивание посевов столовой свеклы регуляторами роста: Эпин, Ж (эпибрассинолид, 0,25 г/л; производитель – ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»), который применялся дважды в дозе по 80 мл/га в фазу пучковой спелости и в фазу начала смыкания ботвы в рядках; Гидрогумат, Ж (гуминовые кислоты не менее 3,5 %; произ-

водитель – ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»), который вносили в дозе по 2 л/га в фазу 3 пар настоящих листьев, в фазу пучковой спелости и за месяц до уборки; Экогум Комплекс, ВР (N – не более 120 г/л, Mn – не более 50 г/л, Cu – не более 75 г/л, Zn – не более 75 г/л, Co – не более 8 г/л, Mo – не более 1 г/л, B – не более 110 г/л, гуминовые вещества – не более 40 г/л; производители – УП «Белуниверсалпродукт, ЧП «ЧервеньАГРО», ООО «ВПК-актив»), которое вносили трехкратно в дозе по 1 л/га, начиная с фазы 3 пар настоящих листьев с интервалом между обработками 14 дней.

Схема опыта включала пять вариантов: 1. Без удобрений (контроль); 2. N₉₀P₆₀K₁₂₀ – фон; 3. Фон + Эпин, P; 4. Фон + Гидрогумат, Ж; 5. Фон + Экогум Комплекс, ВР.

Наименьшая урожайность столовой свеклы была получена в варианте без применения удобрений – 23,8 т/га (табл. 1). Внесение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ значительно повышало урожайность корнеплодов – с 23,8 до 42,1 т/га, прибавка составила 18,3 т/га.

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на урожайность корнеплодов свеклы столовой, среднее за 2018–2020 гг.

Варианты опыта	Урожайность корнеплодов, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к фону, т/га
1. Контроль (без удобрений)	23,8	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	42,1	18,3	–
3. Фон + Эпин	44,5	20,7	2,3
4. Фон + Гидрогумат	45,6	21,8	3,5
5. Фон + Экогум Комплекс	48,0	24,2	5,9
НСР ₀₅	1,25	–	–

Обработка посевов свеклы столовой изучаемыми регуляторами роста позволила получить достоверную прибавку в урожайности. Так, двукратное применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ повышало урожайность корнеплодов на 2,3 т/га. На фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ двукратная обработка посевов свеклы регулятором роста Гидрогумат увеличивало урожайность корнеплодов на 3,5 т/га.

Наибольшая урожайность свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте. Такой эффект, скорее всего, можно объяснить тем, что в данном удобрении содержатся не только гуминовые вещества, которые обладают росторегулирующим действием, но и комплекс микроэлементов (бор, медь, цинк, марганец, кобальт).

Важным также было определение некоторых показателей качества корнеплодов. Установлено, что изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов. В варианте без применения удобрений товарность корнеплодов была наименьшей и составила 68,6 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на некоторые качественные показатели корнеплодов свеклы столовой, среднее за 2018–2020 гг.

Варианты опыта	Товарность корнеплодов, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание сахаров, %	Нитраты, мг/кг		
				2018	2019	2020
1. Контроль (без удобрений)	68,6	14,0	10,4	882	645	101
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	89,6	14,2	12,0	1455	1054	388
3. Фон + Эпин	91,6	14,5	12,5	909	678	271
4. Фон + Гидрогумат	94,8	14,6	12,9	975	621	299
5. Фон + Экогум Комплекс	95,2	15,2	13,3	913	633	307
НСР ₀₅	3,93	0,38	0,45	53,8	43,2	33,7

Применение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ повышало товарность корнеплодов на 21 %. Применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ не повышало товарности корнеплодов свеклы. Обработка посевов свеклы регулятором роста Гидрогумат на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ увеличивала выход товарных корнеплодов на 5,2 %, а наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на этом же фоне минеральных удобрений – 95,2 % (+5,6 % к фону).

Корнеплоды, полученные в контрольном варианте без применения удобрений и регуляторов роста, имели наименьшее содержание сухого вещества (14,0 %) и сахаров (10,4 %). Минеральные удобрения, которые вносили в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀, не обеспечивали повышение содержания сухого вещества в корнеплодах, но способствовали увеличению накопления сахаров по сравнению с контролем на 1,6 %.

Применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ также не увеличивало содержание сухого вещества в корнеплодах, однако приводило к возрастанию содержания сахаров на 0,5 % с 12,0 до 12,5 %. В варианте N₉₀P₆₀K₁₂₀ + Гидрогумат по сравнению с фоновым вариантом в корнеплодах свеклы столовой содержание сухого вещества и сахаров увеличивалось на 0,4 и 0,9 % соответственно. Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения

Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно.

Одним из важнейших показателей является содержание нитратов в корнеплодах. Для столовой свеклы ПДК составляет 1400 мг/кг сырой массы. Из табл. 2 видно, что за годы исследований концентрация нитратов в корнеплодах свеклы отличалась в значительных пределах. Во все годы исследований наименьшее содержание нитратов было в варианте без применения удобрений и изменялось от 101 до 882 мг/кг сырой массы. Следует отметить, что в период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где только лишь в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы.

Также было отмечено, что применение исследуемых регуляторов роста позволяло снизить содержание нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности применения регуляторов роста при возделывании столовой свеклы, за счет повышения урожайности и качества корнеплодов.

Заключение

1. При возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним и высоким индексом агрохимической окультуренности применение регуляторов роста способствовало повышению урожайности корнеплодов на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ в среднем за три года на 2,3–5,9 т/га.

2. Наибольшая урожайность корнеплодов свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте.

3. Изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов.

4. Наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95,2 % (+5,6 % к фону).

5. Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно.

6. В период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы. В целом применение регуляторов роста при возделывании столовой свеклы способствовало снижению содержания нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девятков, А. С. Календарь-справочник садовода, овощевода и пчеловода / А. С. Девятков, А. И. Макаревич. – Минск: «Ураджай», 1983. – 271 с.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Туркина, О. С. Применение микроудобрений и регуляторов роста растений на столовых корнеплодах: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / О. С. Туркина; ГНУ ВНИИ Овощеводства. – Москва, 2011. – 26 с.
4. Петриченко, В. Н. Эффективность регуляторов роста в сочетании с микроудобрениями на столовых корнеплодах / В. Н. Петриченко, О. С. Туркина // Агрохимический вестник. – 2011. – № 1. – С. 26–29.
5. Применение биостимуляторов роста новосил, 10 % в. э. и экосил, 5 % в. э. в посевах сельскохозяйственных культур Беларуси: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 28 с.
6. Хизанейшвили, Н. Э. Эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании столовой свеклы и моркови на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Н. Э. Хизанейшвили; РНДУП Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2022. – 27 с.
7. Испытание биостимулятора роста растений Экосил в посевах овощных культур в КСУП «Брилево» Гомельского района Гомельской области: отчет о НИР / Бел. гос. с.-х. акад.; рук. темы В. Р. Кажарский. – Горки, 2008. – 33 с.
8. Испытание гумата «Плодородие» на овощных культурах / Н. А. Лучник [и др.] // Агрохимический вестник. – 2008. – № 3. – С. 37–38.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КЛЕВЕРА ГИБРИДНОГО И ТРАВΟΣМЕСЕЙ С ЕГО УЧАСТИЕМ

М. М. САВИНА, Б. В. ШЕЛЮТО, А. С. ЖУРАВСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: maryiazaitsava20@gmail.com

(Поступила в редакцию 20.02.2025)

В статье изложены результаты трехлетних исследований по изучению влияния состава травосмеси на продуктивность, качество корма и экономическую эффективность исследуемых травостоев.

Установлено, что состав травосмеси оказывает значительное влияние на питательность, продуктивность и, как результат, экономическую эффективность одновидового посева клевера гибридного и травостоев с его участием.

Травосмеси клевера гибридного с овсяницей тростниковой, клевера гибридного с фестулолиумом и клевера гибридного с двукисточником тростниковым обеспечили получение высокоэнергетического корма, который по своим качественным показателям незначительно отстает от одновидового посева клевера гибридного. При этом содержание обменной энергии составило 9,34, 9,26 и 9,06 МДж/кг, а содержание кормовых единиц 0,70, 0,69 и 0,66 к.ед/кг сухого вещества соответственно. По выходу кормовых единиц с гектара посева преимущество имеют двухвидовые травосмеси клевера гибридного с овсяницей тростниковой и клевера гибридного с двукисточником тростниковым. Так, прибавка травосмеси клевера гибридного с овсяницей тростниковой, по отношению к одновидовому посеву клевера гибридного составила, составила 4,3 тыс. к.ед/га. Также высокую продуктивность показала травосмесь клевера гибридного с двукисточником тростниковым, прибавка кормовых единиц которого составила 3,8 тыс. к.ед/га.

Возделывание травостоя клевера гибридного с двукисточником тростниковым и клевера гибридного с овсяницей тростниковой оказались наиболее экономически выгодными. На возделывание данных травостоев было потрачено 1215,8 и 1131,3 руб/га. Однако, благодаря высокой урожайности, себестоимость данных травостоев была ниже других изучаемых вариантов – 150,3 и 149,1 руб/га. При этом рентабельность производства этих травостоев составила 95,2 и 93,6 %, а величина чистого дохода на 1 га – 1077,4 и 1138,4 руб. соответственно.

Ключевые слова: экономическая эффективность, рентабельность производства, клевер гибридный, тимофеевка луговая, двукисточник тростниковый, овсяница тростниковая, фестулолиум, люцерна посевная, клевер луговой.

The article presents the results of three-year studies on the influence of the composition of the grass mixture on the productivity, quality of feed and economic efficiency of the studied grass stands.

It has been established that the composition of the grass mixture has a significant impact on the nutritional value, productivity and, as a result, the economic efficiency of single-species sowing of hybrid clover and grass stands with its participation.

Grass mixtures of hybrid clover with reed fescue, hybrid clover with festulolium and hybrid clover with reed canary grass provided high-energy feed, which in terms of its quality indicators is not significantly inferior to single-species hybrid clover sowing. At the same time, the content of exchange energy was 9.34, 9.26 and 9.06 MJ/kg, and the content of feed units was 0.70, 0.69 and 0.66 feed units/kg of dry matter, respectively. In terms of the yield of feed units per hectare of sowing, two-species grass mixtures of hybrid clover with reed fescue and hybrid clover with reed canary grass have an advantage. Thus, the increase in the grass mixture of hybrid clover with reed fescue, in relation to the single-species sowing of hybrid clover was 4.3 thousand feed units / ha. Also, high productivity was shown by the grass mixture of hybrid clover with reed canary grass, the increase in feed units of which was 3.8 thousand feed units / ha.

Cultivation of hybrid clover grass stand with reed canary grass and hybrid clover with reed fescue turned out to be the most economically profitable. 1215.8 and 1131.3 rubles / ha were spent on cultivating these grass stands. However, due to the high yield, the cost of these grass stands was lower than other studied options – 150.3 and 149.1 rubles / ha. At the same time, the profitability of production of these grass stands was 95.2 and 93.6 %, and the net income per 1 ha was 1077.4 and 1138.4 rubles, respectively.

Key words: economic efficiency, production profitability, hybrid clover, timothy grass, reed canary grass, reed fescue, festulolium, alfalfa, red clover.

Введение

На современном этапе развития агропромышленного комплекса в целом и отрасли кормопроизводства Беларуси в частности, значительное внимание уделяется дефициту кормового белка. Отмечается, что, с точки зрения низкой себестоимости и высокого уровня выхода кормовых единиц и переваримого протеина, целесообразно возделывание многолетних трав на зеленую массу [1].

Согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы, требуется производить высокоэнергетических сбалансированных кормов не менее 45 ц к.ед/условную голову, из них травяных кормов – не менее 38 ц к.ед/условную голову. При этом необходимо увеличить площадь посевов многолетних трав до 1 млн. га, из которых 90 % должны составлять бобовые и бобово-злаковые травы. [2]. При этом подбор травосмесей можно считать одним из важнейших приемов технологии возделывания травостоев [3].

Результаты многочисленных исследований доказали эффективность использования травосмесей из специально подобранных компонентов по сравнению с одновидовыми посевами. Такие травостои являются более продуктивными и долговечными. В Республике Беларусь наиболее распространенной является

ся травосмесь из клевера лугового и тимофеевки. Для снижения себестоимости животноводческой продукции принципиальное значение имеет максимальное содержание питательных веществ в получаемом корме, в частности белкового компонента, который является основным показателем качества кормовой массы. Поэтому необходимо внедрять малораспространенные высокобелковые культуры, такие как козлятник восточный, эспарцет песчаный, лядвенец рогатый, донник белый, люцерна серповидная, клевер гибридный и сильфия пронзеннолистная [4].

В наших исследованиях изучался травостой клевера гибридного и травосмеси с ним. Доказано, что клевер гибридный лучше использовать в составе травосмесей из-за горьковатого вкуса, который нейтрализуется при подборе злакового компонента [5, 6]. Также эти травостои превосходят по продуктивности и качеству корма [7].

Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась в УНЦ «Опытные поля БГСХА» «Тушково-1», расположенном в северо-восточной части Республики Беларусь» в 2011–2014 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоподзоленная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 1,1 м. Она является типичной для северо-восточного региона Республики Беларусь и пригодной для возделывания многолетних трав. Почва имеет среднюю степень окультуренности. Агротехнические показатели подпахотного 20–40 и пахотного 0–20 см слоя почвы следующие: рН в KCl 6,0–6,6, гидролитическая кислотность 1,17–0,86 мг.-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 91–96 %, содержание гумуса (по Тюрину) 0,73–1,65 %, подвижных соединений P_2O_5 – 97–181 мг и K_2O – 164–192 мг на 1 кг почвы. Опыт заложен в четырехкратной повторности, с систематическим (последовательным) размещением вариантов со смещением по повторностям. Учетная площадь делянок – 25 м².

Для решения поставленных задач был заложен полевой опыт по изучению продуктивности клевера гибридного в одновидовом посеве и в составе бобово-злаковых травосмесей. Нормы высева трав рассчитаны в процентном отношении от нормы высева в чистом виде. Опыты заложены по следующей схеме: 1) клевер гибридный в одновидовом посеве (контроль); 2) клевер гибридный + тимофеевка луговая; 3) клевер гибридный + овсяница тростниковая; 4) клевер гибридный + двукосточник тростниковый; 5) клевер гибридный + фестулолиум; 6) клевер гибридный + люцерна посевная + тимофеевка луговая; 7) клевер гибридный + клевер луговой среднеспелый + тимофеевка луговая. Травосмеси выращивались на фоне минеральных удобрений $P_{70}K_{110}$ (P – в запас на 2 года; K – дробно: 60 кг/га – осенью и 50 кг/га д. в. – после первого укоса).

Учет урожайности проводили методом сплошного скашивания травостоя поделочно и взвешивания. Одновременно в металлические бьюксы отбирали растительные пробы для определения влажности и последующего расчета содержания сухого вещества [8].

По содержанию питательных веществ растительные образцы анализировались в химико-экологической лаборатории УО БГСХА, согласно методикам [9].

Расчет экономической эффективности изучаемых агроприемов проводился по методике кафедры организации производства в сельхозпредприятиях Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Для определения степени эффективности возделывания культуры использовались такие показатели, как себестоимость, выручка, прибыль и рентабельность. В себестоимость включались все затраты на возделывание культуры. Выручка была получена исходя из стоимости кормовой единицы, умноженной на урожайность. Для расчета прибыли от выручки отнималась себестоимость.

Содержание питательных веществ широко варьирует в зависимости от состава травосмеси (табл. 1).

Таблица 1. Питательность и энергетическая ценность травостоев в зависимости от состава травосмеси и условий увлажнения, 2012–2014 гг.

Варианты опыта	Содержание в 1 кг сухого вещества			
	Сырого протеина, г	Сырой клетчатки, г	Обменной энергии, МДж	Кормовых единиц
Клевер гибридный (контроль)	140,9	280,0	9,44	0,71
Клевер гибридный + тимофеевка луговая	123,5	316,8	8,89	0,63
Клевер гибридный + овсяница тростниковая	127,6	285,8	9,34	0,70
Клевер гибридный + двукосточник тростниковый	125,5	306,9	9,06	0,66
Клевер гибридный + фестулолиум	109,9	282,0	9,26	0,69
Клевер гибридный + люцерна посевная + тимофеевка луговая	135,2	311,8	9,02	0,65
Клевер гибридный + клевер луговой + тимофеевка луговая	132,9	315,7	8,95	0,64

Следует отметить, что наибольшее содержание сырого протеина наблюдается в сухом веществе трехвидовых травостоев. Травосмесь клевера гибридного с люцерной посевной и тимофеевкой луговой содержала 135,2 г/кг сухого вещества, клевер гибридный с клевером луговым и тимофеевкой луговой – 132,9 г/кг сухого вещества.

Анализ данных по содержанию в изучаемых травосмесях обменной энергии и кормовых единиц показывает, что отдельные травосмеси обеспечивают получение высокоэнергетического корма, который по своим качественным показателям незначительно отстает от одновидового посева клевера гибридного. К таким травостоям можно отнести травосмесь клевера гибридного и овсяницы тростниковой – 9,34 Мдж обменной энергии и 0,70 к.ед/кг сухого вещества, а также травосмесь клевера гибридного и фестулолиума – 9,26 Мдж обменной энергии и 0,69 к.ед/кг сухого вещества.

Экономическую эффективность рассчитывали на основании выхода кормовых единиц. Преимущество имеют двухвидовые травосмеси клевера гибридного с овсяницей тростниковой и двукисточником тростниковым. Так, прибавка травосмеси клевера гибридного с овсяницей тростниковой, по отношению к одновидовому посеву клевера гибридного составила 4,3 тыс. к.ед/га. Также высокую продуктивность показала травосмесь клевера гибридного с двукисточником тростниковым, прибавка кормовых единиц которого составила 3,8 тыс. к.ед/га.

В ходе исследований установлено, что увеличение производственных затрат в наших исследованиях связано в первую очередь с различием между стоимостью семян клевера гибридного и других трав, входящих в состав травосмесей (табл. 2). Величина полученных затрат зависела от уровня полученной урожайности и варьировала в диапазоне 911,51–1215,76 руб/га.

Таблица 2. Состав затрат при возделывании клевера гибридного и травосмесей с его участием

Вид затрат	Варианты опыта						
	Клевер гибридный	Клевер гибридный + тимофеевка луговая	Клевер гибридный + овсяница тростниковая	Клевер гибридный + двукисточник тростниковый	Клевер гибридный + фестулолиум	Клевер гибридный + люцерна посевная + тимофеевка луговая	Клевер гибридный + клевер луговой + тимофеевка луговая
Затраты на оплату труда	7,74	8,69	10,98	11,37	9,18	9,29	9,31
Начисления по соц. страхованию	2,25	2,52	3,19	3,30	2,66	2,69	2,70
Семена	234,00	249,52	373,80	291,00	275,00	576,10	296,50
Удобрения	339,92	339,92	339,92	339,92	339,92	339,92	339,92
Стоимость ГСМ и электроэнергии	128,56	148,71	193,18	200,22	158,65	160,79	161,19
Всего производственных затрат	712,46	749,37	921,07	845,81	785,42	1088,79	809,62
Работы и услуги	56,55	73,37	110,48	116,36	81,67	83,45	83,79
Затраты на содержание основных средств	71,25	74,94	92,11	84,58	78,54	108,88	80,96
Прочие прямые затраты	35,62	37,47	46,05	42,29	39,27	54,44	40,48
Затраты по организации производства и управлению	35,62	37,47	46,05	42,29	39,27	54,44	40,48
Всего	911,51	972,61	1215,76	1131,34	1024,17	1390,01	1055,34

При этом меньше всего затрат было при возделывании одновидового посева клевера гибридного и в смеси с тимофеевкой луговой – 911,51 и 972,61 руб/га соответственно. Более высокие затраты были отмечены при возделывании травостоя клевера гибридного, люцерны посевной и тимофеевки луговой – 1390,01 руб/га. Это связано с высокими затратами на семена трав, входящих в состав травосмеси. Также высокие производственные затраты отмечались в вариантах возделывания клевера гибридного с овсяницей тростниковой и клевера гибридного с двукисточником тростниковым – 1215,76 и 1131,34 руб/га соответственно.

За годы исследований наибольшая урожайность была в варианте клевера гибридного с двукисточником тростниковым (55,4 т/га зеленой массы, или 11,55 т/га сухого вещества) и клевером гибридным с овсяницей тростниковой (52,6 т/га, или 11,58 т/га сухого вещества).

Стоимость продукции (табл. 3) при возделывании изучаемых травостоев изменялась в пределах 1108,7–2354,2 руб/га. Наименьшая величина данного показателя отмечена у одновидового посева клевера гибридного (1108,7 руб/га). Среди изучаемых травосмесей наименьший результат был у варианта клевера гибридного и тимофеевки луговой (1411,4 руб/га), что объясняется относительно невысокой урожайностью данной смеси.

Соизмерение производственных затрат и стоимости продукции с единицы площади по всем вариантам исследований позволило установить, что получение продукции с наименьшей себестоимостью

возможно при выращивании травосмеси клевера гибридного с двукисточником тростниковым, а также клевера гибридного с овсяницей тростниковой – 149,1 и 150,3 руб. соответственно.

Согласно приведенным данным, рентабельность производства колебалась от 14,5 до 93,6 % в зависимости от варианта опыта.

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания клевера гибридного и травосмесей с его участием

Вид затрат	Варианты опыта						
	Клевер гибридный (контроль)	Клевер гибридный + тимофеевка луговая	Клевер гибридный + овсяница тростниковая	Клевер гибридный + двукисточник тростниковый	Клевер гибридный + фестулолиум	Клевер гибридный + люцерна посевная + тимофеевка луговая	Клевер гибридный + клевер луговой + тимофеевка луговая
Урожайность с 1 га, т	26,9	34,9	52,6	55,4	38,9	39,7	39,9
Урожайность с 1 га, т к. ед.	3,8	4,9	8,1	7,6	5,7	5,5	5,5
Стоимость продукции с 1 га, руб.	1108,7	1411,4	2354,2	2208,7	1667,4	1591,8	1612,1
Производственные затраты на 1 га, руб.	911,5	972,6	1215,8	1131,3	1024,2	1390,0	1055,3
Себестоимость 1 т к. ед., руб.	239,2	200,5	150,3	149,1	178,7	254,1	190,5
Чистый доход на 1 га, руб.	197,2	438,7	1138,4	1077,4	643,3	201,8	556,8
Рентабельность производства, %	21,6	45,1	93,6	95,2	62,8	14,5	52,8

Установлено, что наиболее экономически выгодным является возделывание травостоев клевера гибридного с двукисточником тростниковым и клевера гибридного с овсяницей тростниковой. Рентабельность производства этих травостоев составила 95,2 и 93,6 %. При этом чистого дохода на 1 га получили 1077,4 и 1138,4 руб. соответственно.

Заключение

1. При возделывании травостоя клевера гибридного и травосмесей с его участием в условиях северо-восточного региона Республики Беларусь состав травосмеси оказал значительное влияние на экономическую эффективность возделываемых травостоев. Установлено, что за годы исследований возделывание травостоев клевера гибридного с овсяницей тростниковой и клевера гибридного с двукисточником тростниковым было самым прибыльным. Чистый доход данных вариантов составил 1138,4 и 1077,4 руб/га соответственно. При этом рентабельность составила 93,6 и 95,2 %.

2. Варианты клевера гибридного с овсяницей тростниковой и клевера гибридного с двукисточником тростниковым дали наибольшую урожайность (52,6 и 55,4 т/га, или 8,1 и 7,6 т к.ед/га соответственно), что повлияло на величину производственных затрат. Так, на возделывание данных травостоев было потрачено 1215,8 и 1131,3 руб/га соответственно. Однако, благодаря высокой урожайности, себестоимость данных травостоев была ниже других изучаемых вариантов – 150,3 и 149,1 руб/га соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

- Бречко, Я. Н. Экономические аспекты возделывания многолетних трав в Республике Беларусь. / Я. Н. Бречко, А. А. Головач, Е. В. Седнев, Н. М. Чеплянская // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси, 2016. – № 44. – С. 28–35.
- Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 01 февраля 2021 г., №59 // Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь / – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059> – Дата доступа: 26.03.2023.
- Веренич, А. Ф. Изменение ботанического состава и продуктивности бобово-злаковых травосмесей при различных условиях поемности и способах их возделывания / А. Ф. Веренич, С. В. Тыновец, Я. С. Камельчук // Вестник Полесского государственного университета. Серия прикладных наук. – 2013. – №2. – С. 12–20.
- Малораспространенные кормовые культуры в полевом кормопроизводстве / Шелюто Б. В., Нестеренко Т. К., Зайцева М. М. [и др.] // Вестник БГСХА, 2016. – №2. – С. 55–59.
- Янсонс, Ф. И. Многолетние травы в северо-западной зоне / Ф. И. Янсонс. – Л.: Колос, 1978. – 216 с.
- Чекель, Е. И. Возделывание клевера лугового и гибридного / Е. И. Чекель, В. В. Суходольская, Л. В. Дервояд // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. мат. – Минск, 2007. – С. 210–218.
- Зайцева, М. М. Продуктивность и качество травостоев в зависимости от состава травосмеси и условий увлажнений / М. М. Зайцева // Вестник БГСХА, 2022. – №4. – С. 123–128.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
- Шелюто, А. А. Оценка энергетической эффективности технологий в кормопроизводстве: метод. пособие / А. А. Шелюто. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Горки: БГСХА, 2011. – 45 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.867:634.739.3

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВСАСЫВАЮЩЕГО УЗЛА ГИДРОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАБОРА ЯГОД КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ С ПОВЕРХНОСТИ ЗАТОПЛЕННОГО ЧЕКА

П. Ю. КРУПЕНИН, А. Г. ЛЯГУСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: pavel@krupenin.com

(Поступила в редакцию 03.01.2025)

Механизованная уборка клюквы крупноплодной осуществляется преимущественно мокрым способом. Для плантаций клюквы крупноплодной в Республике Беларусь рациональным техническим средством для отделения ягод от побегов является битерный хедер, обеспечивающий отделение более 80 % ягод за один проход агрегата. Недостатком его работы является отрыв некоторых частей растений: листьев и стеблей как самого кустарничка клюквы, так и сорных растений, в результате чего у поверхности затопленного чека образуется плавающий ягодный ворох, состоящий из ягод и растительных примесей длиной от 1...2 до 40...50 см.

Перспективным типом технических средств для забора ягодного вороха с поверхности затопленного чека являются гидротранспортные установки. С целью адаптации данного технического средства для работы в условиях высокой засоренности ягодного предлагается оснастить установку всасывающим узлом с активным гребневым конвейером, обеспечивающим механизированное отделение длинных примесей от плавающего у поверхности затопленного чека ягодного вороха.

Для обоснования технологических параметров всасывающего узла в статье изложены результаты теоретических исследований его рабочего процесса. Приведены аналитические зависимости, позволяющие определять рациональные кинетические параметры понтонной системы и всасывающего узла гидротранспортной установки, обеспечивающие эффективную очистку ягодного вороха от длинных примесей с помощью гребневого конвейера. Обоснованы рациональные границы варьирования технологических параметров гидротранспортной установки: подача насоса 0,061...0,121 м³/с; удельное количество ягод при прохождении ворохом секции очистки всасывающего узла (3...6) · 10³ шт/м². Получена аналитическая зависимость, позволяющая определять рациональные значения скорости вытягивания свободного конца понтона в зависимости от геометрических параметров понтонной системы и технологических характеристик ягодного вороха.

Ключевые слова: клюква крупноплодная, теоретические исследования, гребневой конвейер, техническое обеспечение, гидротранспорт.

Mechanized harvesting of large-fruited cranberries is carried out mainly by the wet method. For large-fruited cranberry plantations in the Republic of Belarus, a rational technical means for separating berries from shoots is a beater header, which ensures the separation of more than 80 % of berries in one pass of the unit. The disadvantage of its operation is the tearing off of some parts of the plants: leaves and stems of both the cranberry bush itself and weeds, as a result of which a floating berry heap consisting of berries and plant impurities from 1 ... 2 to 40 ... 50 cm in length is formed at the surface of the flooded check.

A promising type of technical means for collecting berry heaps from the surface of the flooded check are hydrotransport units. In order to adapt this technical means for operation in conditions of high contamination of berry crops, it is proposed to equip the unit with a suction unit with an active ridge conveyor, providing mechanized separation of long impurities from the berry heap floating at the surface of the flooded check.

In order to substantiate the technological parameters of the suction unit, the article presents the results of theoretical studies of its working process. Analytical dependencies are given that allow determining the rational kinetic parameters of the pontoon system and the suction unit of the hydrotransport unit, providing effective cleaning of the berry heap from long impurities using a ridge conveyor. Rational limits for varying the technological parameters of the hydrotransport unit are substantiated: pump feed 0.061 ... 0.121 m³ / s; specific number of berries when the heap passes the cleaning section of the suction unit (3 ... 6) · 10³ pcs / m². An analytical dependence has been obtained that allows determining rational values of the speed of pulling out the free end of the pontoon depending on the geometric parameters of the pontoon system and the technological characteristics of the berry heap.

Key words: large-fruited cranberry, theoretical research, ridge conveyor, technical support, hydraulic transport.

Введение

В плодах клюквы крупноплодной содержится богатый комплекс биологически активных соединений: органических кислот, полифенолов, витаминов, углеводов, пектиновых веществ, макро- и мик-

розлементов. Уникальный химический состав ягод обуславливает их высокую пищевую и лечебно-профилактическую ценность, а также делает их ценным сырьем для пищевой и фармацевтической промышленности [1, с. 12].

Крупнейшим производителем ягод клюквы крупноплодной в Республике Беларусь является основанное в 1985 году ОАО «Полесские Журавины». На предприятии построено 72 чека совокупной площадью 66 га. Максимальная биологическая урожайность клюквы крупноплодной в агроклиматических условиях Беларуси составляет 12...15 т/га, средняя – 5...6 т/га [2, 3].

Механизированная уборка клюквы крупноплодной осуществляется преимущественно мокрым способом, заключающимся в выполнении следующих технологических операций: 1) заполнение чека водой на глубину 40...50 см; 2) механическое отделение ягод от побегов; 3) сбор и перемещение к зоне выгрузки плавающего у поверхности воды ягодного вороха с помощью понтона; 4) забор ягодного вороха с поверхности воды, отделение ягод от примесей с последующей погрузкой в транспортные средства; 5) выпуск воды из чека [4, 5].

В сложившихся агротехнологических условиях на плантациях клюквы крупноплодной в Республике Беларусь наиболее рациональным типом технических средств для отделения ягод от побегов является передненавесной битерный хедер, рабочий орган которого представляет собой вращающийся прутковый или планчатый барабан. Битерный хедер за один проход отделяет более 80 % ягод, однако вместе с этим происходит отрыв листьев и отдельных стеблей как самого кустарничка клюквы, так и сорных растений, в результате чего на поверхности затопленного чека образуется плавающий ягодный ворох, представляющий собой смесь ягод с растительными примесями (листья, фрагменты стеблей и др.) длиной от 1...2 до 40...50 см.

Перспективным типом технических средств для забора ягодного вороха с поверхности затопленного чека являются гидротранспортные установки, состоящие из всасывающей воронки, центробежного насоса с геликоидальным ротором и наклонного грохота для отделения ягод от воды и коротких примесей. Гидротранспортные установки обладают высокой производительностью при минимальном повреждении ягод, однако при высокой засоренности ягодного вороха длинными примесями, что характерно для агротехнологических условий на плантациях клюквы крупноплодной в Республике Беларусь, эффективность их работы снижается, а также существенно (на 10...12 чел.-ч в расчете на 1 т ягод) увеличиваются затраты труда ввиду необходимости ручного отделения длинных примесей от вороха. С целью устранения указанного недостатка разработана усовершенствованная конструктивно-технологическая схема гидротранспортной установки, оснащенная всасывающим узлом с активным гребневым конвейером, обеспечивающим механизированное отделение длинных примесей от плавающего у поверхности затопленного чека ягодного вороха [6, 7].

Цель исследования: аналитическое описание процесса работы понтонной системы всасывающего узла гидротранспортной установки с обоснованием рациональных границ варьирования основных технологических параметров, в пределах которых обеспечивается эффективная очистка ягодного вороха от длинных примесей гребневым конвейером.

Основная часть

Для обоснования рациональных конструкционных и технологических параметров как активного гребневого конвейера, так и понтонной системы рассмотрим рабочий процесс всасывающего узла гидротранспортной установки для забора ягод клюквы крупноплодной с поверхности затопленного чека.

Всасывающий узел (рис. 1) гидротранспортной установки для забора ягод клюквы крупноплодной с поверхности затопленного чека представляет собой корпус 4, разделенный перегородкой 5 на две секции: очистки и всасывания. В секции очистки расположен гребневой конвейер, состоящий из закрепленных на приводной цепи планок 3 с прутками 2. Привод конвейера осуществляется от электрического или гидравлического двигателя. К открытому торцу секции очистки присоединен гибкий понтон, один конец которого шарнирно закреплен в точке В, а второй – заведен на блок 7 и оставлен свободным. Секция всасывания соединена с трубопроводом 6, по которому вода с ягодами клюквы всасывается насосом гидротранспортной установки, который, в свою очередь, подает эту смесь на грохот, отделяющий ягоды клюквы от транспортирующего потока воды и мелких примесей.

Принцип работы всасывающего узла гидротранспортной установки заключается в следующем. Рассредоточенные по водной поверхности чека ягоды «сгребают» с помощью гибкого понтона, после чего этим же понтоном перемещают образовавшийся ягодный ворох к всасывающему узлу. Один конец понтона прикрепляют в точке В к корпусу 4 всасывающего узла, а второй – пропускают через

блок 7 и оставляют свободно плавать на поверхности воды. Работающий насос гидротранспортной установки создает поток воды с расходом Q_V , который увлекает ягодный ворох из периметра понтонной системы во внутрь корпуса 4, в результате чего в секции очистки всасывающего узла создается движущийся у поверхности воды слой ягод клюквы с сопутствующими примесями. По мере продвижения вороха по всасывающему узлу он «прочесывается» гребневым конвейером 8, прутки 2 которого захватывают длинные примеси, перемещают их в нижнюю часть секции очистки и выводят за пределы корпуса всасывающего узла. Далее, очищенный от длинных примесей ягодный ворох, поступает в секцию всасывания, из которой вместе с потоком воды всасывается в трубопровод 6 и подается на разделительный грохот.

В результате исследований процесса формирования ягодного вороха клюквы крупноплодной установлено, что толщина его подводной части в 2,2...2,8 раза превышает толщину его надводной части. Это объясняется тем, что при формировании ягодного вороха мелкие, более плотные ягоды оказываются в его нижних слоях и создают меньшую, по сравнению с крупными ягодами, выталкивающую (Архимедову) силу [8].

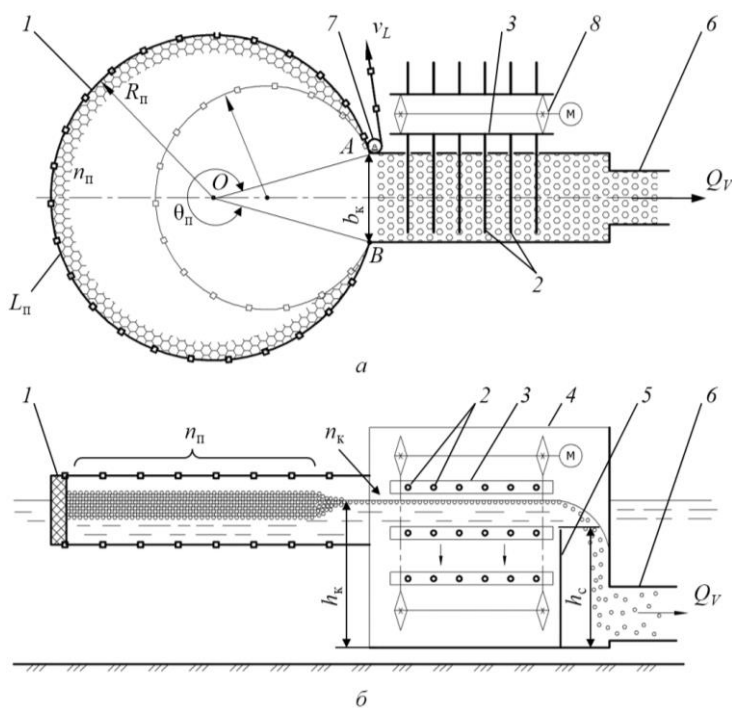


Рис. 1. Схема обоснованию параметров всасывающего узла и понтонной системы:

a – вид сверху; *б* – продольный разрез;

1 – понтон; 2 – прутки; 3 – планка; 4 – корпус; 5 – перегородка; 6 – трубопровод; 7 – блок; 8 – гребневой конвейер

Принимая во внимание тот факт, что формирование плавающего ягодного вороха осуществляется преимущественно ниже уровня поверхности воды, можно заключить, что толстый, собранный с помощью понтона, ягодный ворох с большой долей вероятности будет содержать значительное количество длинных примесей, сосредоточенных преимущественно в его подводной части. Механическая очистка такого толстого вороха гребневым конвейером может сопровождаться потерей части ягод, которые «застревают» в переплетениях длинных примесей и удаляются вместе с ними из всасывающего узла прутками конвейера.

С целью предотвращения потерь ягод необходимо учитывать особенности формирования ягодного вороха и предпринимать меры по снижению его толщины в момент прохождения через секцию очистки всасывающего узла гидротранспортной установки. Управление количеством ягод, поступающих во всасывающий узел за единицу времени, и, как следствие, толщиной ягодного вороха в секции очистки, осуществляется изменением площади ягодного вороха внутри периметра понтона 1 путем вытягивания его свободного конца через блок 7 со скоростью v_L .

Допустим, что горизонтальная проекция фигуры, образованной понтоном 1 и входным торцом всасывающего узла, представляет собой круговой сегмент с радиусом $R_{\text{п}}$, хордой $b_{\text{к}}$ и длиной дуги $L_{\text{п}}$. С учетом данного допущения площадь ягодного вороха внутри периметра понтона может быть определена по формуле [9, с. 169]:

$$S_{\Pi}(t) = \frac{1}{2} R_{\Pi}(t)^2 (\theta_{\Pi}(t) - \sin \theta_{\Pi}(t)), \quad (1)$$

где $\theta_{\Pi}(t)$ – угол дуги кругового сегмента, рад.

Зная, что длина L_{Π} и угол θ_{Π} кругового сегмента связаны соотношением

$$L_{\Pi}(t) = \theta_{\Pi}(t) R_{\Pi}(t), \quad (2)$$

представим формулу (1) в следующем виде:

$$S_{\Pi}(t) = \frac{1}{2} R_{\Pi}(t)^2 \left(\frac{L_{\Pi}(t)}{R_{\Pi}(t)} - \sin \frac{L_{\Pi}(t)}{R_{\Pi}(t)} \right). \quad (3)$$

Значение угла θ_{Π} представим в виде разности углов 2π и угла O треугольника AOB :

$$\theta_{\Pi}(t) = 2\pi - 2 \arcsin \frac{b_{\kappa}}{2R_{\Pi}(t)}, \quad (4)$$

где b_{κ} – ширина проточной части всасывающего узла, м.

Выполним подстановку функции угла $\theta_{\Pi}(t)$ из выражения (4) в формулу (2):

$$L_{\Pi}(t) = 2R_{\Pi}(t) \left(\pi - \arcsin \frac{b_{\kappa}}{2R_{\Pi}(t)} \right). \quad (5)$$

После подстановки функции длины понтона $L_{\Pi}(t)$ из формулы (5) в выражение (3) и последующих математических преобразований, получим:

$$S_{\Pi}(t) = \pi R_{\Pi}(t)^2 - R_{\Pi}(t)^2 \arcsin \frac{b_{\kappa}}{2R_{\Pi}(t)} + \frac{1}{2} b_{\kappa} R_{\Pi}(t) \sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}}. \quad (6)$$

Выражение (6) представляет собой функциональную зависимость площади ягодного вороха внутри понтонной системы S_{Π} от значений радиуса понтона R_{Π} .

Скорость изменения площади ягодного вороха внутри периметра понтона v_S (м²/с) получим дифференцированием функции $S_{\Pi}(t)$ по времени t :

$$v_S(t) = \frac{dS_{\Pi}(t)}{dt} = \frac{\frac{dR_{\Pi}(t)}{dt} \left(b_{\kappa} - 2R_{\Pi}(t) \sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}} \arcsin \frac{b_{\kappa}}{2R_{\Pi}(t)} + 2\pi R_{\Pi}(t) \sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}} \right)}{\sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}}}. \quad (7)$$

Обозначим производную $\frac{dR_{\Pi}(t)}{dt}$, в физическом смысле представляющую собой скорость изменения радиуса понтона R_{Π} , как $v_R(t)$:

$$v_S(t) = \frac{v_R(t) \left(b_{\kappa} - 2R_{\Pi}(t) \sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}} \arcsin \frac{b_{\kappa}}{2R_{\Pi}(t)} + 2\pi R_{\Pi}(t) \sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}} \right)}{\sqrt{1 - \frac{b_{\kappa}^2}{4R_{\Pi}(t)^2}}}. \quad (8)$$

По мере сжатия понтона и, как следствие, сокращения площади ягодного вороха, ягоды клюквы внутри его периметра увлекаются течением воды и поступают во всасывающий узел гидротранспортной установки. Подача ягод клюквы (шт/с) при изменении площади понтона составит:

$$Q_{N_{\Pi}}(t) = n_{\Pi} v_S(t), \quad (9)$$

где n_{Π} – удельное количество ягод клюквы во внутреннем периметре понтона, шт/м².

Предельную пропускную способность всасывающего узла (шт/с) можно определить произведением площади водяного зеркала $S_{в.з.}$, перемещающегося через поперечное сечение секции очистки за единицу времени, на значение удельного количества ягод n_{κ} , при котором обеспечивается качественная работа гребневого конвейера:

$$Q_{N_{\kappa}} = n_{\kappa} S_{в.з.} = n_{\kappa} \frac{Q_V}{h_{\kappa}}, \quad (10)$$

где Q_V – подача насоса гидротранспортной установки, м³/с;

h_k – уровень воды в корпусе всасывающего узла, м.

Очевидно, что для сохранения работоспособности гидротранспортной установки и обеспечения качественной очистки ягод клюквы от длинных примесей гребневым конвейером, подача ягод при сжатии понтона $Q_{Nп}$ не должна превышать предельной пропускной способности всасывающего устройства $Q_{Nк}$, т. е. $Q_{Nп} \leq Q_{Nк}$.

Исходя из вышеприведенного условия, приравняем правые части формул (9–10) и решим образовавшееся уравнение относительно $v_R(t)$:

$$v_R(t) = \frac{n_k Q_V \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}(t)^2}}}{n_{п} h_k \left(b_k - 2R_{п}(t) \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}(t)^2}} \arcsin \frac{b_k}{2R_{п}(t)} + 2\pi R_{п}(t) \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}(t)^2}} \right)}. \quad (11)$$

Выражение (11) представляет собой функцию скорости v_R изменения радиуса понтона $R_{п}$ от времени t , при которой обеспечивается условие $Q_{Nп} = Q_{Nк}$.

С целью определения скорости вытягивания понтона v_L продифференцируем функцию $L_{п}(t)$ из формулы (5) по времени t :

$$v_L(t) = \frac{dL_{п}(t)}{dt} = \frac{2 \frac{dR_{п}(t)}{dt}}{R_{п}(t)} \left(\frac{b_k}{\sqrt{4 - \frac{b_k^2}{R_{п}(t)^2}}} + \pi R_{п}(t) \right) - 2 \frac{dR_{п}(t)}{dt} \arcsin \frac{b_k}{2R_{п}(t)}. \quad (12)$$

По аналогии с выражением (7) заменим производную $\frac{dR_{п}(t)}{dt}$ на функцию скорости изменения радиуса понтона $v_R(t)$:

$$v_L(t) = 2v_R(t) \left(\pi + \frac{b_k}{\sqrt{4R_{п}(t)^2 - b_k^2}} - \arcsin \frac{b_k}{2R_{п}(t)} \right). \quad (13)$$

В результате анализа зависимостей, приведенных в формулах (8), (11) и (13), можно заключить, что единственная переменная функций $v_S(t)$, $v_R(t)$ и $v_L(t)$ представлена неизвестной зависимостью $R_{п}(t)$. С другой стороны, из описания принципа работы всасывающего узла и понтонной системы известно, что при заборе ягодного вороха с поверхности затопленного водой чека, радиус понтона $R_{п}$ уменьшается от некоторого максимального значения R_{max} до $R_{min} = b_k/2$ (центр окружности понтона O лежит на линии AB), после чего радиус $R_{п}$ резко увеличивается и, в конечном счете, $R_{п} \rightarrow \infty$ при длине понтона $L_{п} = b_k$. Если исключить из математического описания второй этап работы понтонной системы при $R_{п} \in \left[\frac{b_k}{2}; \infty \right)$ ввиду того, что количество ягодного вороха, поступающего во всасывающий узел в ходе данного этапа несоразмерно меньше объема работы, выполняемой на первом этапе при $R_{п} \in \left[R_{max}; \frac{b_k}{2} \right)$, в зависимостях $v_S(t)$, $v_R(t)$ и $v_L(t)$ можно осуществить замену аргумента с функции $R_{п}(t)$ на переменную $R_{п}$. Предлагаемая замена аргумента позволит не только исключить из расчета неизвестную функцию $R_{п}(t)$, но и повысит практическую ценность полученных зависимостей с точки зрения оптимизации конструктивно-технологических параметров понтонной системы и всасывающего узла.

Запишем зависимости (8), (11) и (13) после замены аргумента с $R_{п}(t)$ на $R_{п}$:

$$v_R(R_{п}) = \frac{n_k Q_V \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}^2}}}{n_{п} h_k \left(b_k - 2R_{п} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}^2}} \arcsin \frac{b_k}{2R_{п}} + 2\pi R_{п} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{п}^2}} \right)}; \quad (14)$$

$$v_S(R_{\Pi}) = \frac{v_R(R_{\Pi}) \left(b_k - 2R_{\Pi} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}} \arcsin \frac{b_k}{2R_{\Pi}} + 2\pi R_{\Pi} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}} \right)}{\sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}}} = \frac{n_k Q_V}{n_{\Pi} h_k}; \quad (15)$$

$$v_L(R_{\Pi}) = 2v_R(R_{\Pi}) \left(\pi + \frac{b_k}{\sqrt{4R_{\Pi}^2 - b_k^2}} - \arcsin \frac{b_k}{2R_{\Pi}} \right). \quad (16)$$

Формулы (14–16) позволяют определять кинетические параметры понтонной системы в зависимости от ее геометрических размеров и пропускной способности всасывающего узла гидротранспортной установки. Наибольший практический интерес представляет зависимость $v_L(R_{\Pi})$, позволяющая определять рациональную скорость вытягивания понтона v_L с учетом значений его радиуса в диапазоне $R_{\Pi} \in \left[R_{\max}; \frac{b_k}{2} \right)$, при которой обеспечивается эффективная очистка ягодного вороха от длинных примесей гребневым конвейером.

Выполним подстановку функции $v_R(R_{\Pi})$ из формулы (14) в выражение (16) и осуществим математические преобразования:

$$v_L(R_{\Pi}) = \frac{2n_k Q_V \left(\pi + \frac{b_k}{\sqrt{4R_{\Pi}^2 - b_k^2}} - \arcsin \frac{b_k}{2R_{\Pi}} \right) \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}}}{n_{\Pi} h_k \left(b_k - 2R_{\Pi} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}} \arcsin \frac{b_k}{2R_{\Pi}} + 2\pi R_{\Pi} \sqrt{1 - \frac{b_k^2}{4R_{\Pi}^2}} \right)} = \frac{n_k Q_V}{n_{\Pi} h_k R_{\Pi}}. \quad (17)$$

Из выражения (17) следует, что скорость вытягивания свободного конца понтона v_L прямо пропорциональна пропускной способности всасывающего узла $Q_{Nk} = n_k \frac{Q_V}{h_k}$ и обратно пропорциональна удельному количеству ягод клюквы во внутреннем периметре понтона n_{Π} и текущему значению радиуса понтона R_{Π} . Выражение (17) определяет взаимосвязь между скоростью вытягивания понтона v_L и конструктивно-технологическими параметрами гидротранспортной установки.

Производительность гидротранспортной установки, выраженная в количестве ягод клюквы, забираемых из чека за единицу времени (шт/с), равна пропускной способности всасывающего узла:

$$Q_N = Q_{Nk} = n_k \frac{Q_V}{h_k}. \quad (18)$$

Производительность гидротранспортной установки, выраженная в массе забираемых из чека ягод клюквы (кг/с), составит:

$$Q_M = \overline{m}_y Q_N = \overline{m}_y n_k \frac{Q_V}{h_k}, \quad (19)$$

где \overline{m}_y – средневзвешенная масса ягод клюквы крупноплодной, кг.

Выполним анализ параметров, входящих в состав выражения (19). Согласно литературным данным [10, с. 55] средневзвешенная масса ягод клюквы крупноплодной $\overline{m}_y = 1,21 \cdot 10^{-3}$ кг.

Используя математическую модель процесса формирования ягодного вороха [8] опорное значение удельного количества ягод n_k , при котором обеспечивается качественная работа гребневого конвейера, можно определить из условия, при котором ягодный ворох будет представлен одним слоем соприкасающихся, т. е. не имеющих промежутков между друг другом, ягод. Согласно расчетам, данному условию удовлетворяет значение $n_k = 4,5 \cdot 10^3$ шт/м².

Технология уборки клюквы крупноплодной мокрым способом предусматривает заполнение чека водой на глубину 40...50 см [5], что позволяет исходя из конструктивных соображений принять среднее значение уровня воды в корпусе всасывающего узла $h_k = 0,4$ м.

Графическая зависимость производительности Q_M от подачи насоса гидротранспортной установки Q_V при различных значениях удельного количества ягод в секции очистки n_k представлена на рис. 2.

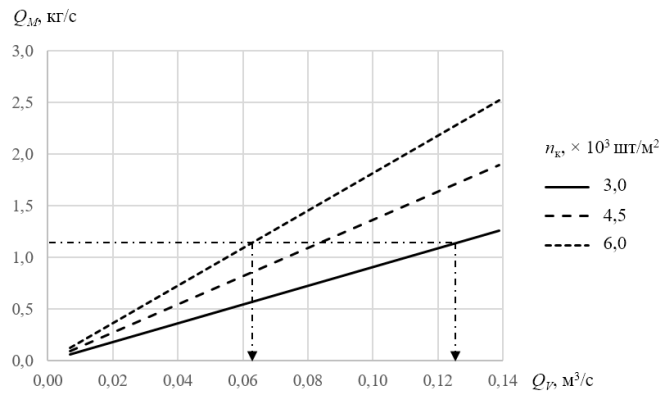


Рис. 2. Зависимость производительности Q_M от подачи насоса Q_V

Принимая во внимание биологическую урожайность клюквы крупноплодной в Республике Беларусь потенциальный сбор ягод с одного чека площадью 1 га может достигать 12...15 т [3], а следовательно для уборки урожая со скоростью не менее 2-х чеков за рабочую смену, производительность гидротранспортной установки Q_M должна составлять не менее 4 т/ч или 1,1 кг/с.

Используя базовое значение производительности $Q_M = 1,1$ кг/с можно графически (см. рис. 2) определить рациональные границы варьирования подачи насоса гидротранспортной установки: $Q_V = 0,061 \dots 0,121$ м³/с (220...436 м³/ч).

Рассмотрим функции скоростей $v_S(R_n)$ и $v_L(R_n)$. В состав формул (15) и (17) входит параметр n_n – удельное количество ягод клюквы во внутреннем периметре понтона, для обоснования базового значения которого обратимся к математической модели процесса формирования ягодного вороха [8]. С использованием указанной модели установлено, что за максимальное значение удельного количества ягод внутри периметра понтона рационально принять $n_n = 3,5 \cdot 10^4$ шт/м², при котором толщина ягодного вороха составит 0,102 м (толщина подводной части 0,075 м, надводной – 0,027 м). Дальнейшее увеличение n_n нецелесообразно, т. к. формирование ягодного вороха толщиной более 0,1 м увеличивает вероятность «выскакивания» ягод из-под нижней кромки понтона.

При максимальной биологической урожайности клюквы крупноплодной 15 т/га [3] и средней массе одной ягоды $1,21 \cdot 10^{-3}$ кг [10] количество ягод, собираемых с чека площадью 1 га, составит порядка 12,4 млн. шт. После их «понтонного сгребания» площадь образовавшегося вороха с удельным количеством ягод $n_n = 3,5 \cdot 10^4$ шт/м² будет равна 354 м², а начальный радиус понтонной системы $R_{max} = 10,6$ м.

На рис. 3 приведен график зависимости скоростей $v_S(R_n)$ и $v_L(R_n)$ от радиуса понтонной системы R_n при удельном количестве ягод в секции очистки $n_k = 4,5 \cdot 10^3$ шт/м² и различных значениях подачи насоса гидротранспортной установки Q_V .

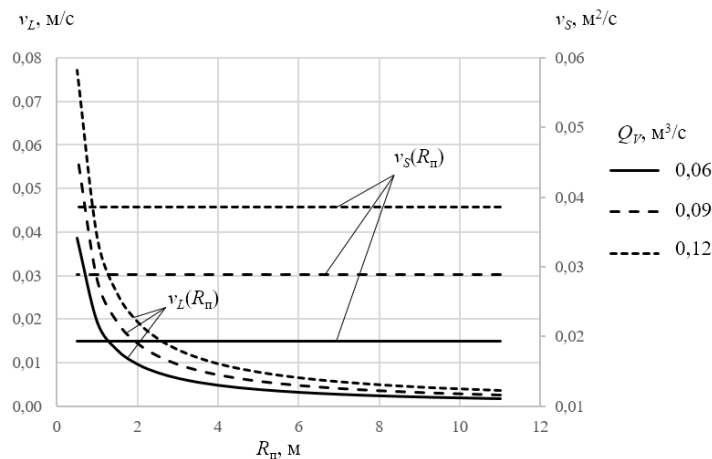


Рис. 3. Зависимости скоростей $v_S(R_n)$ и $v_L(R_n)$ от радиуса понтонной системы R_n

Из графика на рис. 3 видно, что скорость изменения площади понтонной системы v_S определяется пропускной системой и должна оставаться неизменной при изменении радиуса понтона R_n . Скорость вытягивания свободного конца понтона v_L имеет обратно пропорциональную зависимость от радиуса R_n , причем скорость v_L должна изменяться таким образом, чтобы обеспечить постоянную подачу

ягодного вороха из понтонной системы во всасывающий узел во всем диапазоне варьирования значений радиуса $R_{п}$.

Графический анализ аналитических зависимостей (15) и (17) позволил установить рациональные интервалы варьирования значений скорости вытягивания свободного конца понтона v_L , которые увеличиваются с 0,002...0,003 м/с при начальном значении радиуса $R_{п} = R_{max}$ и достигают 0,04...0,08 м/с при $R_{п} \rightarrow \frac{b_k}{2}$.

Заключение

1. Получены аналитические зависимости, позволяющие определять рациональные кинетические параметры понтонной системы гидротранспортной установки для забора ягод клюквы крупноплодной с поверхности затопленного чека, обеспечивающие эффективную очистку ягодного вороха от длинных примесей с помощью гребневого конвейера.

2. Обоснованы рациональные границы варьирования технологических параметров гидротранспортной установки: подача насоса 0,061...0,121 м³/с; удельное количество ягод при прохождении ворохом секции очистки всасывающего узла $(3...6) \cdot 10^3$ шт/м²; скорость вытягивания свободного конца понтона, увеличивающаяся с 0,002...0,003 м/с при начальном значении радиуса понтона $R_{п} = R_{max}$ до 0,04...0,08 м/с при радиусе понтона $R_{п} \rightarrow \frac{b_k}{2}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клюква крупноплодная в Белоруссии / АН БССР, Центр. ботан. сад. – Минск: Наука и техника, 1987. – 238 с.
2. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр за период с 2005 года по 2007 год / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2007. – 439 с.
3. Ленковец, Т. И. Урожайность и масса плода сортов клюквы крупноплодной, интродуцированных в Беларусь / Т. И. Ленковец // Плодоводство. – Т. 4. – 2022. – С. 134–139.
4. Крупенин, П. Ю. Перспективное оборудование для уборки клюквы крупноплодной мокрым способом / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов // Главный агроном. – 2024. – № 9. – С. 52–55.
5. Крупенин, П. Ю. Анализ способов уборки клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов, А. Г. Лягуский // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. II междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 7–8 декабря 2023 г.) – Брянск: Брянский гос. аграрн. ун-т, 2023. – С. 231–237.
6. Крупенин, П. Ю. Направление совершенствования технического обеспечения процесса уборки клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов, А. Г. Лягуский // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 9–10 февраля 2023 г.). – Т. 1. – Барнаул: Алтайский гос. аграрн. ун-т, 2023. – С. 131–132.
7. Крупенин, П. Ю. Техническое обеспечение процесса уборки клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов, А. Г. Лягуский // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра: сб. науч. ст. 7-й междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 17 ноября 2023 г.). – Ч. 1. – Гомель: Науч.-техн. центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2023. – С. 207–212.
8. Крупенин, П. Ю. Теоретические исследования процесса формирования у поверхности затопленного чека ягодного вороха при механизированной уборке клюквы крупноплодной / П. Ю. Крупенин, А. Г. Лягуский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2024. – № 2. – С. 117–125.
9. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: учебное пособие для вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 608 с.
10. Мисун, Л. В. Технологические процессы и средства механизации промышленного выращивания брусничных культур: монография / Л. В. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2008. – 204 с.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ КРУПНОМУ РОГАТОМУ СКОТУ

А. В. КИТУН

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: ktmg@batu.edu.by

Ю. А. КРУПЕНИН, П. Ю. КРУПЕНИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: pavel@krupenin.com

(Поступила в редакцию 03.01.2025)

Механизация раздачи кормов на фермах и промышленных комплексах осуществляется кормораздатчиками, отличающимися по принципу действия и конструкции. Кормораздающие устройства, конструктивно выполненные с учётом зоотехнических требований, должны обеспечивать равномерность и точность раздачи корма, его дозировку, отдельно каждому животному или группе животных, исключать загрязнение корма, расслаивание по фракциям, не допускать травмирования животных.

Несовершенство обслуживающей системы процесса раздачи кормов приводит к потерям (убыткам), которые включают потери от несовершенства применяемой системы машин, формирования технологических линий и функционирования машин.

Число мобильных кормораздатчиков, необходимых для обслуживания фермы, определяют исходя из времени раздачи корма в одном помещении режима работы кормоцеха и наличия или отсутствия накопительной емкости готовой кормосмеси, технических возможностей машины.

Преимуществом мобильных раздатчиков кормов машин является более низкая удельная стоимость этих машин в сравнении со стационарными – мобильные кормораздатчики работают более продолжительное время и могут раздавать корма в нескольких помещениях. При выходе из строя кормораздатчика на любой стадии работы, раздача кормов увеличится только по времени и производится другими машинами, участвующими в данном процессе.

Технические возможности выпускаемых мобильных кормораздатчиков позволяют реализовать как индивидуальное, так и групповое кормление, в зависимости от способа содержания животных. В случае приготовления кормосмеси непосредственно в бункере кормораздатчика применяют технические средства с расширенными функциональными возможностями. Такие кормораздатчики имеют электронную весоизмерительную систему и смешивающие рабочие органы внутри бункера.

Ключевые слова: кормораздатчик, автоматизация, смешивание, кормовая смесь, энергозатраты.

Mechanization of feed distribution on farms and industrial complexes is carried out by feed distributors, differing in the principle of operation and design. Feed distribution devices, structurally made taking into account zootechnical requirements, must ensure uniformity and accuracy of feed distribution, its dosage, separately for each animal or group of animals, exclude contamination of feed, stratification by fractions, and prevent injury to animals.

Imperfection of the feed distribution process servicing system leads to losses (damages), which include losses from the imperfection of the applied machine system, the formation of technological lines and the operation of machines.

The number of mobile feed distributors required to service the farm is determined based on the feed distribution time in one room, the feed shop operating mode and the presence or absence of a storage tank for the finished feed mixture, and the technical capabilities of the machine.

The advantage of mobile feed distributors is the lower specific cost of these machines in comparison with stationary ones – mobile feed distributors work for a longer time and can distribute feed in several rooms. If the feed distributor fails at any stage of operation, the distribution of feed will increase only in time and is carried out by other machines involved in this process.

The technical capabilities of the produced mobile feed distributors allow for both individual and group feeding, depending on the method of keeping animals. In the case of preparing the feed mixture directly in the feed distributor hopper, technical means with extended functionality are used. Such feed distributors have an electronic weighing system and mixing working elements inside the hopper.

Key words: feed distributor, automation, mixing, feed mixture, energy costs.

Введение

Механизация раздачи кормов на фермах и промышленных комплексах осуществляется кормораздатчиками, отличающимися по принципу действия и конструкции. Кормораздающие устройства, конструктивно выполненные с учётом зоотехнических требований, должны обеспечивать равномерность и точность раздачи корма, его дозировку, отдельно каждому животному или группе животных, исключать загрязнение корма, расслаивание по фракциям, не допускать травмирования животных [1–4].

Несовершенство обслуживающей системы процесса раздачи кормов приводит к потерям (убыткам), которые включают потери от несовершенства применяемой системы машин, формирования технологических линий и функционирования машин [5].

Цель исследования: разработка методики технико-экономического анализа автоматизированных систем приготовления и раздачи кормов крупному рогатому скоту.

Основная часть

Существенным недостатком стационарных кормораздатчиков является недостаточное резервирование необходимой безотказности оборудования. Процесс раздачи кормов по всему фронту кормления прекращается при выходе из строя любого из технических элементов данного кормораздатчика.

На фермах крупного рогатого скота эксплуатируются мобильные бункерные кормораздатчики с приводом рабочих органов от ВОМ трактора.

Преимуществом мобильных раздатчиков кормов машин является более низкая удельная стоимость этих машин в сравнении со стационарными – мобильные кормораздатчики работают более продолжительное время и могут раздавать корма в нескольких помещениях. При выходе из строя кормораздатчика на любой стадии работы, раздача кормов увеличится только по времени и будет производиться другими машинами, участвующими в данном процессе [6].

Промышленностью выпускается ряд мобильных машин для раздачи кормов на животноводческой ферме. Для выбора необходимой потребителю машины необходимо владеть знаниями об их конструктивных и технологических особенностях.

Раздатчики моноорма (КР-Ф-10, КТУ-10А, КРБ-4,7 и др.) предназначены для перевозки и раздачи на ходу в кормушки, на одну сторону, измельченных листостебельных масс или смеси их с другими сыпучими кормами. Машины состоят из рамы, на которой установлен кузов, на дне которого размещен цепочно-планчатый транспортер, предназначенный для передвижения слоя корма к выгрузному окну, расположенному в передней части кузова. Норма выдачи корма (обычно в пределах от 6 до 72 кг на 1 м длины кормушки) регулируется комбинированием скорости движения агрегата вдоль фронта кормления животных в пределах 1,89...3,22 км/ч и скоростью подачи корма цепочно-планчатым транспортером.

Раздаваемый животным рассмотренными машинами корм не обеспечивает индивидуальное кормление высокоэнергетическими кормами при движении кормораздатчика вдоль кормушек животных.

Уменьшить энергозатраты и металлоемкость процесса раздачи и формирования кормосмеси можно мобильным модульным смесителем-раздатчиком СРК-10. Машина состоит из колесной базы, на которой установлены два бункера – для объемных стебельчатых кормов и многокомпонентной высокоэнергетической добавки. Смешивание кормов производится при пересечении встречных потоков кормов – стебельчатых кормов и высокоэнергетической добавки, поступающих на поперечный выгрузной цепочно-планчатый транспортер [7].

Модуль для многокомпонентной высокоэнергетической добавки представляет собой бункер, внутри которого, в одной горизонтальной плоскости, расположены два шнека, которые выполняют две технологические операции – смешивание высокоэнергетических кормовых компонентов и подачу кормосмеси через выгрузной канал на встречу находящихся во взвешенном состоянии стебельчатых кормов. Схема рабочего процесса мобильного смесителя-раздатчика представлена на рис. 1.

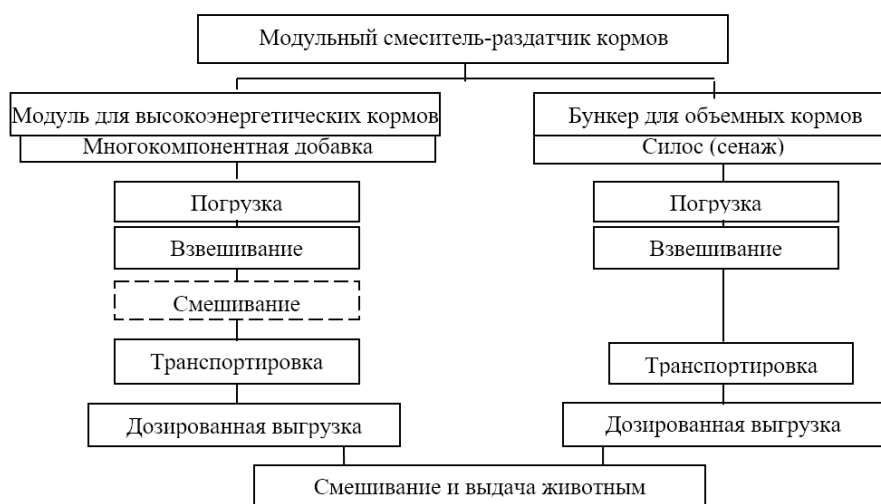


Рис. 1. Пооперационная схема рабочего процесса мобильного модульного смесителя-раздатчика кормов

Для частиц высокоэнергетических кормов с модулем помола 2,6 мм глубина их проникновения в слой стебельчатых кормов высотой 150 и 250 мм соответственно равна 26 и 120 мм.

Линейка измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов ИСРК-12 «Хозяин» представлена универсальными транспортно-технологическими средствами для приготовления (доизмельчения и смешивания) кормовых компонентов. Используется на молочно-товарных фермах и имеет возможность раздачи кормосмесей как на одну, так и на обе стороны одновременно.

Базовая модель ИСРК-12 может быть оборудована грейферным погрузчиком или загрузочной фрезой.

Самоходные смесители-кормораздатчики Siloking (рис. 2) содержат бункер вместимостью 10...30 м³ на 60...300 коров, один или два шнека. Высокая манёвренность и производительность обеспечивают применение самоходных смесителей-кормораздатчиков как на современных животноводческих комплексах, так и в узких и низких зданиях.



Рис. 9. Самоходный смеситель-кормораздатчик Siloking

Особенностью самоходного смесителя-кормораздатчика Siloking является трехточечное шасси. При этом поворотное устройство в задней части машины представляет собой поворачивающееся на 150° сдвоенное колесо. В результате обеспечивается высокая манёвренность при крайне малом радиусе разворота. Кроме того, это позволяет избежать потерь корма при загрузке и обеспечить их выдачу в кормушки.

В последнее время получают развитие автоматизированные системы кормления животных, оснащаемые кормораздатчиками на колесном ходу. При создании конструкции таких машин за основу были взяты не подвесные роботы-кормораздатчики, а мобильные смесители-раздатчики кормов [8].

В конструкции автоматизированного кормораздатчика Innovado (рис. 3, а) фирмы Schuitemaker Machines B. V. (Нидерланды) использованы как уже известные технические решения, так и инновационные разработки. Так, выемка силоса из траншейных хранилищ и его загрузка в бункер установки осуществляются хорошо зарекомендовавшим себя резчиком силосных блоков, размещенным на стреле с регулируемой длиной вылета. Смешивание ингредиентов производится в бункере кормораздатчика с помощью вертикального шнека. Раздача корма ведется ленточным поперечным транспортером на левую или правую сторону.



Рис. 3. Автоматизированные координатные смесители-раздатчики кормов:
а – Innovado (Schuitemaker Machines B. V.); б – Vector (Lely)

Система управления кормораздатчика обеспечивает выполнение в автоматическом режиме всех технологических операций загрузки, приготовления и раздачи кормосмеси, а также перемещение ро-

бота по заданному маршруту. Маршрут для Innovado задается путем размещения под поверхностью дорожного полотна специальных индукционных датчиков. На самом роботе установлены гироскоп и взаимодействующие с датчиками сенсоры, обеспечивающие перемещение машины по установленному маршруту. Безопасная эксплуатация Innovado обеспечивается за счет установленного на нем лазера, который сканирует близлежащее пространство на предмет присутствия людей, животных и других объектов. При обнаружении препятствия на маршруте движения робот немедленно останавливается.

Программное обеспечение системы управления позволяет Innovado осуществлять загрузку корма из нескольких хранилищ, обслуживая при этом различные группы животных в разных помещениях и приготавливая им кормовые смеси соответствующих рационов.

Автоматизированная система кормления Vector фирмы Lely состоит из нескольких агрегатов, управляемых компьютером по специальной программе, позволяющей автоматически приготавливать многокомпонентные кормовые смеси и осуществлять их раздачу. Система включает в себя рейферный погрузчик объемистых кормов, дозатор концентрированных кормов и добавок, координатный смеситель-кормораздатчик с функцией подталкивателя кормов.

В процессе приготовления кормовых смесей робот-кормораздатчик останавливается в определенном месте и подключается к специальному устройству для зарядки аккумуляторных батарей. Здесь же располагается дозатор концентрированных кормов и добавок, который загружает в бункер кормораздатчика необходимые компоненты. В помещении также смонтирована кран-балка с роботизированным рейферным погрузчиком объемистых кормов.

Кормораздатчик автоматизированной системы кормления Vector (рис. 3, б) оснащен бункером, представляющим собой смеситель с вертикально расположенным шнеком. Управление работой кормораздатчика осуществляется через сенсорную панель E-link по беспроводной связи. Кормораздатчик оснащен датчиком, который сканирует кормовой стол в процессе подравнивания корма и определяет количество остатков на конкретном участке (замеряется толщина слоя корма на кормовом столе). В случае если кормовой стол пуст, робот дозированно выгружает кормовую смесь из бункера на этом отрезке фронта кормления. Таким образом достигается постоянное наличие свежего корма на кормовом столе.

Автоматизированная система кормления Vector обеспечивает многократное кормление животных в течение суток (до 10 раз) небольшими, точно дозируемыми порциями. Эта система разработана в дополнение к доильному роботу Astronaut и минимизирует ручной труд на молочных фермах. Так, по данным хозяйств в Канаде, где установлена эта система, удается достичь экономии до 600 часов ручного труда и около 6000 литров дизельного топлива в течение одного года.

Число мобильных кормораздатчиков, необходимых для обслуживания фермы, определяют исходя из времени раздачи корма в одном помещении режима работы кормоцеха и наличия или отсутствия накопительной емкости готовой кормосмеси.

При определении числа машин для транспортировки кормов от мест хранения или подготовки их к скармливанию до кормушки животных используют нормы технологического проектирования животноводческих предприятий и зоотехнические требования.

Производительность кормораздатчика за 1 ч сменного времени, кг/ч:

$$Q_c = Qk_p, \quad (1)$$

где Q – производительность кормораздатчика за 1 ч чистого времени, кг/ч; k_p – коэффициент использования рабочего времени.

Производительность Q и коэффициент k_p можно равны

$$Q = qv_a K_v; \quad (2)$$

$$k_p = \frac{t}{t + t_0}, \quad (3)$$

где t – время, затрачиваемое на непосредственную раздачу корма, ч; t_0 – время, затрачиваемое на непроизводительные (вспомогательные) операции, ч.

Тогда:

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7, \quad (4)$$

где t_1 – время доставки пустого кормораздатчика от места содержания животных к месту загрузки и обратно, ч; t_2 – время загрузки, ч; t_3 – время на раздачу кормов, ч; t_4 – время, затрачиваемое на простой по технологическим причинам, ч; t_5 – время, затрачиваемое на техническое обслуживание, ч; t_6 –

время, затрачиваемое на ремонт машины, ч; t_7 – время переезда от одной линии раздачи к другой, если вместимость кузова (бункера) обеспечивает раздачу корма в нескольких линиях, ч.

Время пробега транспортного средства можно определить по формуле:

$$t_1 = \frac{2L}{v_{\text{ср}}}, \quad (5)$$

где L – длина пути, км; $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

Время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ определим по формуле:

$$t_2 = \frac{W_T k_T}{Q_{3-в}}, \quad (6)$$

где k_T – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства; W_T – грузоподъемность транспортного средства, т; $Q_{3-в}$ – средняя гармоническая производительность погрузочно-разгрузочного процесса, т/ч.

$$Q_{3-в} = \frac{2Q_{\text{загр}} Q_{\text{выгр}}}{Q_{\text{загр}} + Q_{\text{выгр}}}, \quad (7)$$

Полезная грузоподъемность транспортного средства:

$$W_T = \frac{V_{\text{раз}} - V_{\text{р.о}}}{\rho}, \quad (8)$$

где $V_{\text{раз}}$ – объем кузова раздатчика, м³; $V_{\text{р.о}}$ – объем рабочих органов, установленных в кузове раздатчика, м³; ρ – плотность кормосмеси, кг/м³.

Правильный выбор машин для погрузки кормов в значительной мере определяет эффективность работы животноводческой фермы. Производительность погрузчика можно определить по формуле:

$$Q_{\text{загр}} = m_{\text{п}} k_{\text{ц}}, \quad (9)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса груза при подъеме, т; $k_{\text{ц}}$ – число циклов машины за 1 ч непрерывной работы:

$$k_{\text{ц}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}}, \quad (10)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время цикла работы, ч, $T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^{k_{\text{н}}} t_{\text{оп}}$; $t_{\text{оп}}$ – время, затрачиваемое на выполнение отдельных операций при погрузке, ч; $k_{\text{н}}$ – число элементов работы погрузчика.

Время, затрачиваемое на раздачу кормов животным, можно определить по формуле:

$$t_3 = \frac{m_{\text{ж}} L_{\text{разд}}}{v_{\text{разд}}}, \quad (11)$$

где $m_{\text{ж}}$ – количество животных, обслуживаемых за один цикл, гол.; $L_{\text{разд}}$ – длина фронта раздачи кормов на одно животное, $L_{\text{разд}} = 1$ м; $v_{\text{разд}}$ – скорость движения агрегата при раздаче кормов $v_{\text{разд}} = 5,2$ км/ч = 5200 м/ч.

Число кормораздатчиков, необходимых для обслуживания поголовья животных:

$$n_{\text{р}} = \frac{m_{\text{ж}} q t_{\text{раз}}}{W_T (t_{\text{движ}} + t_{\text{погр}})}, \quad (12)$$

где q – норма кормосмеси на одно животное, кг; $t_{\text{погр}}$ – время на погрузку раздатчика, $t_{\text{погр}} = 0,5...2$ ч.

С использованием вышеприведенной методики произведен технико-экономический расчет мобильных смесителей-раздатчиков для различных размеров ферм (таблица).

Технико-экономические характеристики мобильных смесителей-раздатчиков кормов при годовом удое коров 6000 литров

Показатель	Вместимость бункера смесителя-раздатчика, м ³				
	6	10	12	14	20
Ферма 200 коров					
Удельные капитальные вложения, долл/т	1,46	2,23	3,86	4,36	8,62
Прямые затраты, долл/т	3,38	4,36	7,33	8,42	15,51
Приведенные затраты, долл/т	3,67	4,92	7,8	9,07	17,23
Ферма 400 коров					
Удельные капитальные вложения, долл/т	0,73	1,11	1,92	2,16	4,28
Прямые затраты, долл/т	2,33	2,74	4,14	4,43	7,22
Приведенные затраты, долл/т	2,47	2,96	4,52	4,86	8,08
Ферма 600 коров					
Удельные капитальные вложения, долл/т	0,97*	0,74	1,28	1,44	2,85
Прямые затраты, долл/т	4,52*	2,26	3,21	3,54	5,92
Приведенные затраты, долл/т	4,71*	2,41	3,47	3,83	6,49
Ферма 800 коров					
Удельные капитальные вложения, долл/т	-	1,11*	1,98*	2,30*	2,14
Прямые затраты, долл/т	-	2,94*	4,00*	4,74*	4,84
Приведенные затраты, долл/т	-	3,16*	4,40*	5,10*	5,27

* Показатели рассчитаны при использовании двух смесителей-раздатчиков.

На основании данных таблицы можно сделать выводы: 1) для молочно-товарных ферм до 200 голов и до 1000 голов откормочного поголовья вместимость бункера смесителя-раздатчика должна быть не более 6 м³; 2) для ферм с большим поголовьем целесообразно выпускать смесители-раздатчики с вместимостью бункера около 11 м³; 3) сочетание двух смесителей-раздатчиков с бункерами 6 и 11 м³ позволит обслужить любые молочно-товарные фермы, имеющиеся в республике, с наименьшими эксплуатационными затратами.

Заключение

1. Процессом раздачи кормов автоматизированные системы управляют в зависимости от выбранной программы кормления и введенных исходных данных. Исполнение программы контролирует бортовой компьютер, который может иметь набор базовых функций: выдача суточного рациона, режимы наращивания или снижения нормы выдачи кормов и режим расчетного потребления корма на конкретную корову. Помимо управления, компьютер выполняет и ряд расчетных функций: суммирует фактический расход кормов и выдает статистические данные о потреблении коровами различных кормов.

2. Технические возможности выпускаемых кормораздатчиков позволяют реализовать как индивидуальное, так и групповое кормление, в зависимости от способа содержания животных.

3. В случае приготовления кормосмеси непосредственно в бункере кормораздатчика применяют технические средства с расширенными функциональными возможностями. Такие кормораздатчики имеют электронную весоизмерительную систему и смешивающие рабочие органы внутри бункера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быковская, Н. В. Инновации в молочном скотоводстве / Н. В. Быковская // Инновации. – 2015. – №. 4. – С. 215–217.
2. Шаршунов, В. А. Технологическое оборудование для производства молока и молочных продуктов: пособие в 2-х ч. Ч. 1. Доение коров и первичная обработка молока / В. А. Шаршунов. – Минск: Мисанта, 2015. – 665 с.
3. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
4. Крупенин, П. Ю. Применение кавитационных технологий при производстве органической сельскохозяйственной продукции / П. Ю. Крупенин // Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса: материалы респ. научн.-практ. конф. Белорусская агропромышленная неделя БЕЛАГРО-2024. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 142–144.
5. Мишуоров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока: науч. изд. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с.
6. Китун, А. В. Проектирование мобильных транспортных потоков на животноводческом предприятии / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин, А. А. Романович // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 184–190.
7. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
8. Роботизированные системы в животноводстве: учебное пособие / А. А. Науменко [и др.]; Харьковский национальный технический ун-т сельского хозяйства имени Петра Василенко. – Харьков: ХНТУСХ им. Петра Василенко, 2015. – 171 с.

СНОС ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ОПРЫСКИВАНИИ И СПОСОБЫ ЕГО УМЕНЬШЕНИЯ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

О. В. ГОРДЕЕНКО, В. А. МЕЛЬНИКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: olegordeenko70@mail.ru*

И. С. КРУК, Ф. И. НАЗАРОВ, А. А. АНИЩЕНКО

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012*

Г. ГАНТУЛГА

*Монгольская академия аграрных наук,
г. Улан-Батор, Монголия*

Л. ЛХАГВАСУРЭН

*Монгольский государственный аграрный университет,
г. Улан-Батор, Монголия*

(Поступила в редакцию 08.01.2025)

Современные подходы к защите сельскохозяйственных растений сочетают в себе различные методы с минимальными последствиями для окружающей среды. Наиболее распространённым из методов средств защиты растений (СЗР) от болезней, вредителей и сорняков является опрыскивание пестицидами. Химические методы защиты растений стали популярными во второй половине 20-го века по причине своей результативности. Но у широкого распространения подобных методов защиты растений есть обратная сторона – химическое загрязнение грунта, воды, воздуха, появление генераций вредителей, стойких к химическим веществам, их аккумуляция в продовольствии и т.д. Поэтому сейчас химические методы защиты растений строго регулируются, а химические вещества должны отвечать современным экологическим требованиям. В процессе опрыскивания химическими средствами сельскохозяйственных культур, объекта обработки могут достигнуть лишь 30–40 % капель пестицида, остальную часть которых составляют потери от испарения капель (до 50 мкм), сноса ветром (50–100 мкм), скатывания с поверхности листьев (более 300 мкм). На потери рабочего раствора могут влиять такие факторы, как состояние окружающей среды (температурная инверсия, влажность, скорость ветра, топография), техническое состояние средства механизации, человеческий фактор (физическое состояние и квалификация механизатора).

Целью работы, выполняемой в рамках международного проекта T24MN-005 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, является исследование направлений снижения расхода пестицидов и их потерь. Чрезвычайно важно делиться этими знаниями, чтобы снизить воздействие пестицидов на здоровье человека и окружающую среду.

Ключевые слова: *опрыскивание, пестициды, потери, снос, воздушный поток.*

Modern approaches to crop protection combine various methods with minimal impact on the environment. The most common method of plant protection against diseases, pests and weeds is spraying with pesticides. Chemical methods of plant protection became popular in the second half of the 20th century due to their effectiveness. But the widespread use of such methods of plant protection has a downside – chemical pollution of soil, water, air, the emergence of generations of pests resistant to chemicals, their accumulation in food, etc. Therefore, now chemical methods of plant protection are strictly regulated, and chemicals must meet modern environmental requirements. In the process of spraying agricultural crops with chemicals, only 30–40 % of pesticide droplets can reach the object of treatment, the rest of which is lost due to droplet evaporation (up to 50 μm), wind drift (50–100 μm), rolling off the surface of leaves (more than 300 μm). The loss of working solution can be affected by such factors as the state of the environment (temperature inversion, humidity, wind speed, topography), the technical condition of the mechanization tool, the human factor (physical condition and qualification of the machine operator).

The aim of the work carried out within the framework of the international project T24MN-005 with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research is to study the ways of reducing the consumption of pesticides and their losses. It is extremely important to share this knowledge in order to reduce the impact of pesticides on human health and the environment.

Key words: *spraying, pesticides, losses, drift, air flow.*

Введение

Прогресс в борьбе с вредителями, болезнями и сорняками сельскохозяйственных культур достигнут с появлением синтетических пестицидов, что привело к значительному усовершенствованию сельскохозяйственных технологий и повышению эффективности растениеводства. Эксперты отмечают, что высокий уровень вредных организмов в ключевых странах-потребителях пестицидов будет

иметь решающее влияние на развитие мирового рынка СЗР. Что касается объемов применения СЗР, то прогнозируется рост, который будет обусловлен высоким давлением вредителей и болезней из-за неустойчивых погодных условий и отклонений от климатических норм [1]. Исключение не составляет и Беларусь. В 2018–2022 гг. продажи пестицидов в Беларуси выросли на 6,9 %: с 14,7 до 15,7 тыс. тонн. Увеличение валового сбора по основным видам культур в стране обеспечивалось, в том числе ростом пестицидной нагрузки. Стабильный уровень продаж и использования пестицидов сельхозпроизводителями в Беларуси поддерживался также субсидиями для агропредприятий на закупку средств защиты растений [2].

Внесение рабочих растворов пестицидов в полевых условиях неизбежно сопровождается потерями, полностью исключить которые на данном этапе не представляется возможным [3]. Этим обусловлена озабоченность общества во всем мире, в частности загрязнением пестицидами воздуха, воды и других природных ресурсов. Факторы, определяющие потери рабочих растворов пестицидов при опрыскивании, изучаются во всем мире и технические идеи в решении этих проблем переходят от концепции к реализации рекордными темпами. Чрезвычайно важно делиться этими знаниями, чтобы снизить воздействие пестицидов на окружающую среду и здоровье человека.

Основная часть

За последние 100 лет мировая агроиндустрия определила, что около 100–200 л/га – это приблизительный объем, который позволяет добиться разумных показателей работы с наземными опрыскивателями. Рабочий раствор пестицида в баке распыляется в капли, которые должны достичь цели и обеспечить равномерное покрытие целевого объекта.

К основным, регламентирующим техническим и технологическим показателям техники для химической защиты растений относятся: норма расхода препарата; норма расхода рабочей жидкости (концентрация препарата в рабочей жидкости); плотность (численная концентрация) капель рабочей жидкости на поверхности объекта обработки; оптимальный дисперсный состав капель распыла (размеры капель, степень полидисперсности, производительность, возможность регулирования этих параметров).

Для определения этих показателей действует межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 5682-1-2004 «Оборудование для защиты растений. Оборудование распылительное. Часть 1. Методы испытаний распылительных насадок» (введен 01.01.2008 г.). Эти показатели являются основополагающими, ими определяются оптимальные технические и технологические показатели распылительного механизма.

На основе анализа работ отечественных и зарубежных исследователей можно сделать однозначный вывод о том, что оптимальный дисперсный состав капель распыла – главное условие оптимизации процесса опрыскивания в целом.

Исследователи и практики по работе с опрыскивателями рекомендуют, прежде чем начинать вносить СЗР, ознакомиться с прогнозом погоды на перспективу. Ветер – один из существенных факторов, влияющих на снос капель пестицидов из зоны обработки. Визуализация ветровых схем на сайтах прогноза погоды позволяет лучше понять и оценить риски для чувствительных к ветру зон обработки.

Снос остается единственным наиболее ограничивающим фактором безопасного применения пестицидов. Авторы работ [4, 5] определяют две формы сноса распыляемых пестицидов: снос капель «первичный» и «вторичный» (рис. 1) и снос паров.

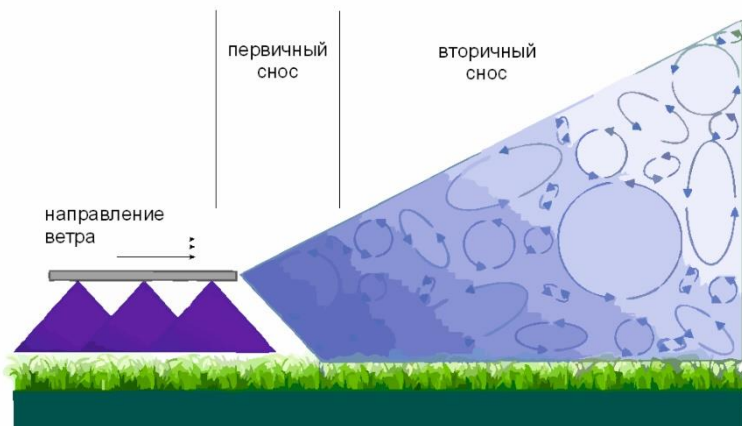


Рис. 1. Первичный и вторичный снос [5]

Первичный и вторичный сносы капель можно измерить, разместив пробоотборники (устройства, способные улавливать капли в воздухе) рядом с подветренной кромкой полосы распыления.

Снос паров – совсем другая проблема. Дрейф пара зависит от условий, которые могут возникнуть в период с момента опрыскивания до трех дней после опрыскивания, и они могут включать высокие температуры, различные направления ветра и даже инверсии, в которых скапливаются пары. В ситуациях, когда пар выделяется в течение нескольких дней после опрыскивания, становится невозможным контролировать его последующее перемещение. В конечном счете, лучший способ избежать нецелевого сноса пара — это избегать использования летучих пестицидов [4, 5] или добавлять в состав рабочих растворов пестицидов адьюванты-антидрейфы, основная функция которых заключается в уменьшении дрейфующей фракции за счет пленкообразования и растекания на объекте обработке (повышенное удерживание капель) и уменьшение испарения [9].

Что касается сноса капель, если мы знаем направление ветра во время распыления, то он предсказуем и имеется множество методик и установок по его определению [6, 7, 8].

«Первичный снос» легко понять и объяснить. Снос капель из факела распылы является функцией баланса двух видов энергии. Первый, энергия капли, представляет собой произведение диаметра капли и скорости. Чем больше энергии в каплях, тем труднее их сместить, и именно поэтому более крупные и тяжелые капли меньше подвергаются сносу и быстрее оседают на целевом объекте. Вторая – энергия смещения, возникает из-за относительного движения воздуха, либо из-за скорости движения вперед опрыскивателя, либо из-за ветра и связанной с ним турбулентности. Больше ветра или турбулентности означает больше мощности для сноса капель. Испытания на снос показывают, что около 20 % первоначального количества сноса оседает на поверхность в интервале 100 м от опрыскивателя [4, 5].

«Вторичный снос», при котором особенно мелкие капли (или испаренные остатки капель) остаются в воздухе в течение более длительных периодов времени, в течение которых они могут перемещаться вбок с ветром или вертикально с термическими потоками и турбулентностью поднимается в атмосферу, где испаряются и перемещаются дальше, составляют 80 % [5].

Авторы работы [10] наглядно показывают, как изменяются характеристики капель в результате испарения (рис. 2).

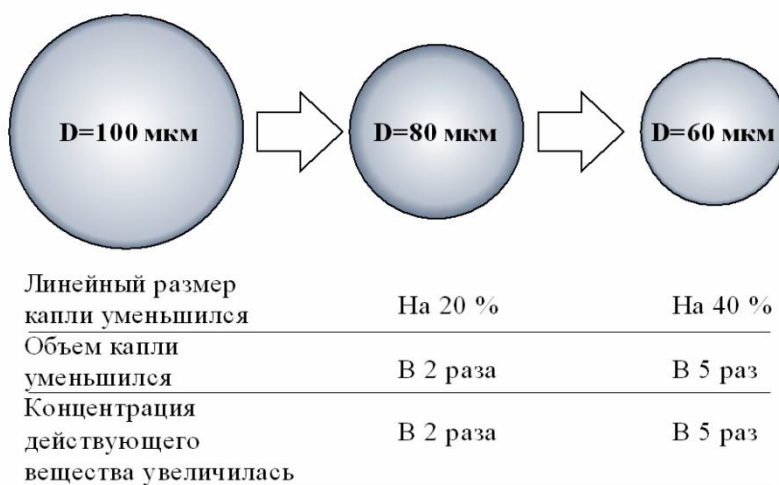


Рис. 2. Изменение физических характеристик капель в результате испарения [10]

Время существования водяной капли и дальность ее полета до полного испарения зависят от размера, температуры и относительной влажности воздуха. В зависимости от температуры и влажности окружающей среды время полного испарения мелких капель (менее 30 мкм) колеблется от долей секунды до нескольких секунд, для сравнительно крупных капель (более 150 мкм) – до десятков секунд [7, 10, 11].

Независимо от применяемых в мире методов, способов и агротехнологий, потери пестицидов из-за сноса ветром и стекания их на почву в реальном сельскохозяйственном производстве могут достигать 70–90 %, а пищевые продукты и корма содержать микроостатки ядов в достаточно опасных концентрациях.

Для решения проблемы сноса мелких капель и повышения эффективности опрыскивания можно выделить следующие технические решения.

Применение ветрозащитных устройств. Ветрозащитные устройства могут быть пассивного, активного и комбинированного действия [3].

В роли **пассивных устройств** могут выступать ветрозащитные козырьки, экраны, кожухи (рис. 3). Кожух, установленный на штангу полевого опрыскивателя, был впервые предложен и построен в 1950-х годах в Великобритании Dr. Walter Ripper. Штанга «No drift» вдохновила целую отрасль, которая захватила мировых производителей в 1980-х и 1990-х годах. Капли факела распыла в абсолютном большинстве случаев полидисперсные. Покидая распылитель они приобретают определённую скорость и энергию. Их движение в трехмерном потоке приводит к большому числу столкновений, в результате которых капли могут дробиться или сливаться (в зависимости от скорости и угла соударения), что приводит к увеличению степени полидисперсности. Будучи огражденными ветрозащитными устройствами от ветра, снос капель уменьшается, и они достигают своей цели.



Рис. 3. Опрыскиватели с ветрозащитными устройствами пассивного действия

Исследования, проведенные при опрыскивании с кожухами, произведенными фирмами Flexi-Coil, Rogers Engineering, AgShield и Brandt, показали уменьшение сноса до 80 % [12].

К конструктивным недостаткам можно отнести снижение аэродинамического сопротивления опрыскивателя; плохая видимость сопла в случае засоров; с увеличением длины штанги при ее складывании возникают определенные трудности плотно складывающихся подвесных секций; загрязнение почвы остатками пестицидов стекающих с кожухов.

Активные ветрозащитные устройства в свою очередь используют энергию воздушного потока, нагнетаемый вентилятором (рис. 4). Штанговые опрыскиватели с воздушным сопровождением появились еще в 1970-х годах в Европе и продемонстрировали свою ценность в снижении сноса и улучшении проникновения рабочего раствора пестицидов в растительный полог.



Рис. 4. Ветрозащитные устройства активного действия

Воздушное сопровождение гидравлического распыления изучается во всем мире, и технические идеи реализуются в новых машинах. Так, немецкая компания DAMMANN GmbH выпускает опрыскиватель, оборудованный штангой с двухсторонним сопровождением воздуха (рис. 5).



Рис. 5. Ветрозащитные устройства активного действия

Исследованиями работы опрыскивателей с воздушным сопровождением занимались и ученые учреждений образования БГСХА и БГАТУ (А. В. Клочков, Л. Я. Степук, Т. П. Кот, П. М. Новицкий). Вывод однозначный, для воздушного сопровождения факела распыла и проникновения капель в растительный полог необходима значительная скорость воздуха. В некоторых случаях, при внесении рабочего раствора на голую землю или с небольшой растительностью, когда покров не может поглотить энергию воздушной струи, а оператор не может ее регулировать, воздух отскакивает и создается снос капель, т.е. снижается эффективность воздушного сопровождения.

Компания Agrifac из Нидерланд разработала собственную систему воздушного сопровождения AirFlowPlus (рис. 6).

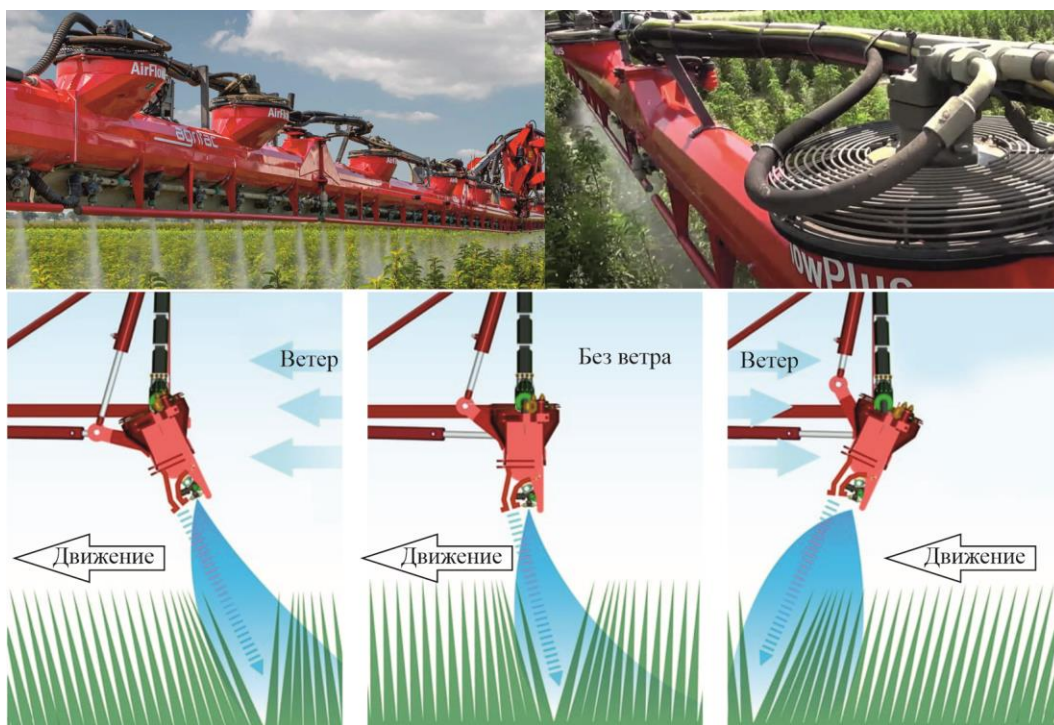


Рис. 6. Штанга с системой воздушного сопровождения AirFlowPlus [13]

Отличительной особенностью этой системы является установка на штанге вентиляторов с шагом в три метра. Частота вращения вентиляторов регулируется гидромоторами, что создает постоянный поток и оптимальную производительность воздуха по всей ширине штанги. Воздух из сопел, смешиваясь с факелом распыла, формирует воздушно-капельную массу, обладающая значительной скоростью и энергией по сравнению с потоком ветра. Направление потока жидкости и воздуха регулируется в зависимости от условий и направления ветра (рис. 6) наклоном штанги опрыскивателя вперед или назад с помощью гидроцилиндров. Это приводит к уменьшению сноса ветром, уменьшает процент неравномерности распределения жидкости (коэффициент вариации). Такая смесь эффективнее проникает в растительную массу растений, чем обеспечивается объемная обработка растений.

Комбинированные защитные устройства представляют собой сочетание предыдущих устройств: как пассивных (ограждение от ветра), так и активных (использование энергии воздушного потока) (рис. 7).

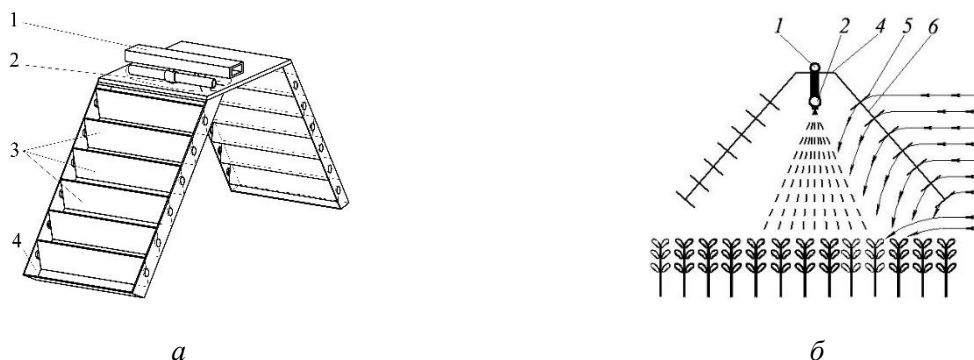


Рис. 7. Комбинированное защитное устройство [14]:
а – комбинированное ветрозащитное устройство (жалюзийная решётка),
б – принцип работы; 1 – несущая конструкция, 2 – распределительная штанга, 3 – распылитель, 4 – кронштейн,
 5 – прямоугольные пластины (жалюзи), 6 – рамка

Принцип действия комбинированных защитных устройств реализован фирмой Wingsprayer на штанге опрыскивателя в виде двойного крыла (рис. 8).

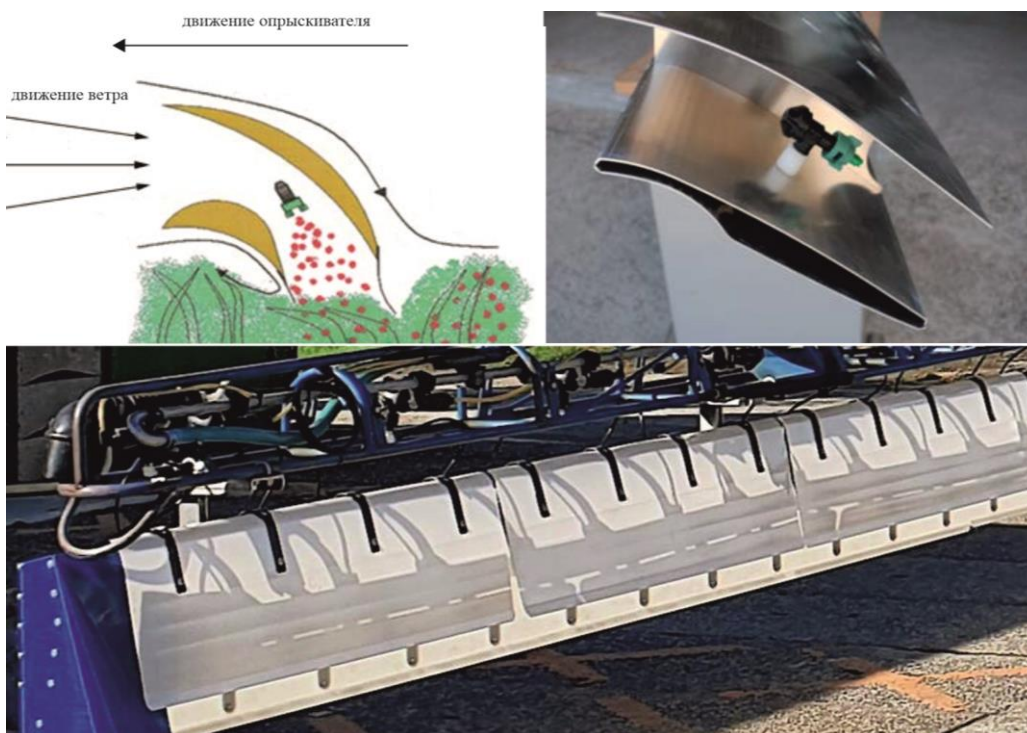


Рис. 6. Штанга фирмы Wingsprayer с системой Double Wing [15]

Одним из резервов повышения эффективности и экологической безопасности опрыскивания является проведение обработок с узким спектром капель оптимального (с учетом максимальной эффективности и минимального сноса) размера. В этой связи интерес представляют вращающиеся распылители, которые при определенных условиях (малые расходы жидкости) позволяют распыливать жидкость на однородные капли регулируемого размера (монодисперсное распыление), а при больших расходах жидкости они обеспечивают более узкий спектр размеров капель, чем гидравлические. Данные распылители нашли широкое применение при авиаобработках. Испанская фирма Micron Sprayers Ltd реализовала идею на полях опрыскивателях Micromax (рис. 7).



Рис. 7. Опрыскиватель Micromax с роторным распылителем [16]

Однако процесс распыления жидкости вращающимся распылителем, работающим в обдуваемом его воздушном потоке, и условия отделения из образующегося факела мелких ($<1 < 50$ мкм) капель изучен еще недостаточно и данных исследований в свободном доступе нет.

Опытами многочисленных исследований было выявлено, что магнитное поле способно изменять структуру межмолекулярных связей воды, улучшая её физические свойства. Так, например омагниченная вода, используемая при приготовлении рабочего раствора пестицидов, способна сужать спектр распыленных капель к оптимальным размерам, уменьшая возникновение крупных (скатывание с листьев) и мелких (испарение, снос ветром) капель. В результате снижается процент потерь пестицидов от испарения и сноса ветром, улучшается степень покрытия каплями поверхности растений, уменьшаются нормы внесения рабочего раствора, снижается расход химических средств и воды. Компоновка расположения магнитного оборудования может быть различна, оно может быть расположена в фильтрующих элементах, заправочных ёмкостях, рядом с распыливающими устройствами.

Одним из примеров эффективного применения магнитных технологий при опрыскивании является технология MagGrow ирландской фирмы MagrowTec. Изготавливаемый модульный комплект оборудования Magrow Tec Boom Kit, подходящий к большинству опрыскивателей, включает в себя магнитные коллекторы (рис. 8 а), устанавливаемые на опрыскиватель, и магнитные стержни, устанавливаемые непосредственно в нагнетательную аппаратуру («мокрую» штангу) распылителей (рис. 8 б).



а



б

Рис. 8. Модульный комплект оборудования Magrow Tec Boom Kit [17]:

а – магнитные коллекторы, б – магнитные стержни

В результате такая технология способна привести к уменьшению сноса капель раствора (примерно на 70 %), увеличить степень покрытия листовой части (на 20–50 %), повысить производительность агрегата за счёт уменьшения нормы внесения и заливок, сохраняя требуемую степень покрытия растений [17].

Заключение

В результате аналитического обзора определены направления снижения потерь рабочих растворов пестицидов при проведении операций химической защиты посевов сельскохозяйственных культур методом опрыскивания в ветреную погоду.

На основании априорной информации можно утверждать об эффективности использования ветрозащитных устройств. На штанговых опрыскивателях наибольшее распространение получили системы активного и комбинированного действия. Пассивные ветрозащитные устройства более приемлемы для ленточного опрыскивания.

Применение роторных распылителей на полевых опрыскивателях в условиях ветра изучено недостаточно.

Применение технологии омагничивания жидкости позволяют добиваться лучшей степени покрытия пестицидами растений и равномерности внесения препарата, однако стоимость таких устройств на порядок выше стоимости ветрозащитных агрегатов пассивного и комбинированного действия, которые также способны улучшать равномерность внесения пестицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор мирового рынка пестицидов, прогноз на 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/obzor-mirovogo-rynka-pestitsidov-prognoz-na-2024-god/> – Дата доступа: 10.09.2024.
2. Анализ рынка пестицидов в Беларуси в 2019-2023 гг, прогноз на 2024-2028 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://businessstat.ru/catalog/id80265/> – Дата доступа: 12.09.2024.
3. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И. С. Крук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2022. – Т. 60, № 3. – С. 320–331.
4. Spray Drift Basics. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sprayers101.com/spray-drift-basics/> Дата доступа: 12.09.2024.
5. Fundamentals of Spray Drift. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sprayers101.com/fundamentals-of-spray-drift/> Дата доступа: 18.09.2024.
6. Обоснование выбора методики исследований закономерностей сноса капель рабочего раствора пестицидов ветром [Текст] / И. С. Крук [и др.] // Агропанорама. - 2024. - N 1. - С. 17-22
7. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей: монография / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015. – 284 с.
8. Крук, И. С. Стенды и установки для исследований гидравлических распылителей полевых опрыскивателей / И. С. Крук, О. В. Гордеенко, А. А. Анищенко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 ноября 2023 г. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 121–124.
9. Spray drift and pest control from aerial applications on soybeans. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n3p493-501/2017> Дата доступа: 15.09.2024.
10. Федоренко В. Ф., Аристов Э. Г., Краховецкий Н. Н., Селиванов В. Г., Береговенко С. А., Веретенников Ю. М. Инновационные методы исследования дисперсных характеристик распылителей машин для химической защиты растений: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 120 с.
11. Маркевич А. Е., Немировец Ю. Н. Основы эффективного применения пестицидов: Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве. – Горки: учред. образов. «Могилевский гос. учеб. центр подготовки, повышения квалификации, переподготовки кадров, консультирования аграрной реформы», 2004. – 60 с.
12. We need better drift control technologies / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sprayers101.com/we-need-better-drift-control-technologies/> Дата доступа: 08.10.2024.
13. Air-assisted spraying with AirFlowPlus / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agrifac.com/ca/optional-spray-technology/airflowplus/> Дата доступа: 01.11.2024.
14. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами: пат. 6648 Респ. Беларусь, МПК А 01М 7/00 / И. С. Крук, О. В. Гордеенко, Е. В. Послед, А. И. Гайдуковский, Г. Ф. Назарова, А. А. Новиков, П. Э. Гринкевич; заявитель Белорус.гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20100267; заявл. 18.03.2010; опубл. 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5 (76). – С. 161.
15. Wingssprayer DW de Dubbele Wing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wingssprayer.com/post/wingssprayer-dw-de-dubbele-wing> Дата доступа: 02.11.2024.
16. Micromax Vehicle Mounted CDA Sprayer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microngroup.com/micromax/> Дата доступа: 12.11.2024.
17. MagrowTec's Progressive Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://magrowtec.com/research/> Дата доступа: 12.11.2024.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-БИЛЬНОГО АППАРАТА В ПРИЦЕПНОМ ЛЬНОКОМБАЙНЕ

М. В. ЦАЙЦ, В. А. ЛЕВЧУК, В. Г. КОВАЛЕВ, И. И. СЕРГЕЕВА, Е. Л. ИОНАС

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: maksimts@tut.by

(Поступила в редакцию 13.01.2025)

Исследования выполнены на базе ОАО «Дворецкий льнозавод». Цель исследований – производственная проверка эффективности применения разработанного в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» обмолачивающего аппарата для отделения семенной части от стеблей льна при реализации однофазной уборки льна-долгунца. Разработанный роторно-бильный аппарат имеет простую конструкцию и материалоемкость в 1,8 раза ниже чем серийный гребневый аппарат, показал высокие результаты качества работы в лабораторных условиях.

Для исследования процессов обмолота был изготовлен опытный образец устройства, который установили в льноуборочный комбайн «Двина-4М» – вместо серийного гребневого очесывающего аппарата. Испытания машинотракторного агрегата в составе «Беларус-820»+«Двина-4М(р)»+2ПТС-4 проходили 03–11 августа. Опыты проводились в стадии спелости желтой и бурой спелости льна.

Методика проведения производственных испытаний льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом, предполагала изменение регулируемых параметров в пределах: радиальный зазор – 0,007...0,012 м, кратность воздействий бичами на фрагмент ленты льна – 1,27, 1,36 и 1,49.

Для оценки влияния влажности льна на качественные параметры уборки, по результатам измерений построена зависимость физиологической спелости льна и влажности семенных коробочек и стеблей льна.

По результатам исследований получены закономерности изменения чистоты обмолота, степени повреждения семян и стеблей от толщины ленты стеблей льна обмолачиваемой роторно-бильным аппаратом, установленным в льноуборочный комбайн «Двина-4М», а также закономерности изменения чистоты обмолота и степени повреждения стеблей льна от радиального зазора в фазе желтой и бурой спелости льна при различных скоростях вращения ротора.

Ключевые слова: лен, роторно-бильный аппарат, обмолот, очес, лента льна, комбайновая технология, совершенствование процесса.

The research was carried out at the premises of the Dvoretzky Flax Mill OJSC. The aim of the research was to test the efficiency of the threshing device developed at the Belarusian State Agricultural Academy for separating the seed portion from flax stems during single-phase harvesting of flax. The developed rotary beater has a simple design and material consumption that is 1.8 times lower than the serial comb device, and has demonstrated high performance in laboratory conditions.

To study the threshing processes, a prototype of the device was manufactured and installed in the Dvina-4M flax harvester instead of the serial comb stripping device. The tests of the machine-tractor unit consisting of Belarus-820 + Dvina-4M (r) + 2PTS-4 were carried out on August 3–11. The experiments were carried out at the yellow and brown ripeness stages of flax.

The methodology for conducting production tests of a flax harvester with a rotary beater assumed changing the adjustable parameters within the range: radial clearance – 0.007 ... 0.012 m, the multiplicity of impacts of the beaters on a fragment of the flax tape – 1.27, 1.36 and 1.49.

To assess the effect of flax moisture on the quality parameters of harvesting, based on the measurement results, a dependence of the physiological maturity of flax and the moisture content of seed pods and flax stems was constructed.

Based on the research results, patterns were obtained in the change in the purity of threshing, the degree of damage to seeds and stems from the thickness of the flax stalk tape threshed by the rotary beater installed in the flax harvester "Dvina-4M", as well as patterns in the change in the purity of threshing and the degree of damage to flax stems from the radial clearance in the phase of yellow and brown ripeness of flax at different rotor speeds.

Key words: flax, rotary beater, threshing, tow, flax strip, combine technology, process improvement.

Введение

Преобладающей технологией уборки семенных посевов льна по-прежнему остается комбайновая. На ее долю приходится более 60 % площадей, убираемых на посевные цели. Реализация комбайновой технологии уборки льна в Республике Беларусь осуществляется льнокомбайнами прицепными ЛК-4А и «Двина 4М», а также самоходным льнокомбайном Палессе LS35 [1, 2, 3]. Процесс отделения семян от стеблей льна в этих сельскохозяйственных машинах осуществляется однобарабанными гребневыми очесывающими аппаратами с присущими данному типу устройства недостатками: повышенное повреждение и отходом стеблей в путанину, защемлением стеблей в межзубовом пространстве, обрыв и выдергивание их из зажимного транспортера, снижение степени очеса семян при повышении растянутости ленты льна. Они также отличаются низкой эффективностью при работе на короткостебельном льне [2, 4]. Решение проблемы повышения качества получаемой льнопродукции и повышения эффективности проведения уборочных работ возможно путем внедрения научно обоснованных способов и технических средств механизации.

Большой вклад в создание технических средств и разработку рациональных технологий уборки льна внесли отечественные ученые и конструкторы П. П. Казакевич, М. М. Боярченкова, Н. Н. Быков, М. М. Ковалев, Б. С. Петухов, А. Л. Потарин, Б. Ф. Слоневский., В. И. Соснов, В. И. Сизов, В. Я. Тихомирова, В. Г. Черников, И. А. Юршиц и др. М. И. Шлыковым [5] установлены основополагающие зависимости для расчета параметров и режимов работы однобарабанного гребневого очесывающего аппарата. Г. А. Хайлис, Б. П. Можаров и В. Н. Бухаркин занимались вопросами определения ширины «активной» зоны очеса [6, 7, 8], обеспечивающей выделение всех семян и коробочек. Работа В. С. Астахова, С. В. Курзенкова, О. В. Гордеенко [9] посвящена определению растянутости ленты льна, Б. П. Можаровым [10] впервые была введена новая характеристика процесса очеса – удельное число прочесов, характеризующее чистоту очеса гребневым аппаратом независимо от его конструкции. Работы П. Ф. Прибыткова [11] и П. К. Шрамко [12] посвящены выбору оптимального соотношения скорости зажимного транспортера и очесывающего барабана.

Цель исследований – изучение качества работы льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом в условиях производства. Сравнение результатов работы роторно-бильного аппарата в лабораторных условиях с результатами в производственных условиях.

Основная часть

Для подтверждения установленных при проведении лабораторных исследований интервалов варьирования параметров роторно-бильного аппарата [13, 14], разработанного с учетом результатов лабораторных исследований, были проведены его производственные испытания. Для этого был переоборудован льноуборочный комбайн «Двина-4М» – вместо серийного гребневого очесывающего аппарата установлен роторно-бильный аппарат, имеющий следующие конструкционные параметры: радиус ротора 0,35 м, радиус защитного кольца, 0,12 м, количество бичей 12 шт., ширина торцевой поверхности бича 0,055 м, продольный угол наклона боковой поверхности бича 0,21 рад (12°), поперечный угол наклона передней поверхности бича, 1,39 рад (80°), поперечный угол наклона боковой поверхности бича 0,47 рад (27°).

Методика проведения производственных испытаний льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом, предполагала изменение регулируемых параметров в пределах: радиальный зазор – 0,007...0,012 м, кратность воздействий бичами на фрагмент ленты льна – 1,27, 1,36 и 1,49.

Испытания проводили на поле урочища Петруки ОАО «Дворецкий льнозавод» Дятловского района 3–11 августа 2021 г. На момент начала опытов лен находился в стадии желтой спелости. В таблице 1 приведены основные характеристики условий испытаний опытного образца льнокомбайна с роторно-бильным аппаратом.

Таблица 1. Условия испытаний

Характеристика	Значение
Культура, сорт (репродукция)	Лен-долгунец, Ласка (1 р)
Рельеф, град	Уклон не более 10
Фаза спелости льна	Желтая
Спелость коробочек по семенам, %:	
– зеленые	14
– желтые	21
– бурые	65
Влажность, %:	
– стеблей	22,2
– коробочек	14,5
– сорняков	55,6
Полегание стеблестоя, балл	4,5
Высота зоны расположения коробочек в стеблестое над поверхностью поля, см	13,2
Высота расположения зоны коробочек, см	68,7
Общая длина стебля, см	73,9
Засоренность культуры сорняками, %	3,04
Густота стеблестоя, шт/м ²	1606
Диаметр стебля, мм	1,25
Скорость ветра, м/с	До 0,5

Состав агрегата – трактор «Беларус-820» + льнокомбайн «Двина-4М» с роторно-бильным аппаратом + прицеп 2ПТС-4,5.

Полевые испытания опытного образца льноуборочного комбайна проводили после настройки параметров и режимов работы рабочих органов в соответствии со значениями, полученными путем теоретических и лабораторных исследований [15].

Испытания проведены на соответствие машины введенным в действие 5 марта 2008 г. требованиям ТУ ВУ 300079094.006–2007 на комбайн льноуборочный «Двина-4М».

Лента льна, уложенная на поле льноуборочным комбайном с роторно-бильным аппаратом, соответствовала предъявляемым требованиям (растянутость не превышала 1,1–1,15).

Влияние влажности и спелости льна на качественные показатели устройств для отделения семян от стеблей льна отмечается многими исследователями [2, 10, 11, 12, 15, 16]. Наступление желтой спелости у сорта Ласка произошло 29 июля, при этом в стеблестое льна содержалось 17 % зеленых, 56 % желтых и 28 % бурых коробочек. 6 августа отмечено начало фазы полной спелости льна-долгунца. Количество бурых коробочек в стеблестое льна достигло 88 %, желтых – 11 % и зеленых – 1 % соответственно.

В процессе созревания льна средняя влажность стеблей раннеспелого и позднеспелого сортов мало отличалась [17]. При этом средняя влажность стеблей $W_{лс}$ и коробочек $W_{лк}$ уменьшалась по параболическим кривым (рис. 1).

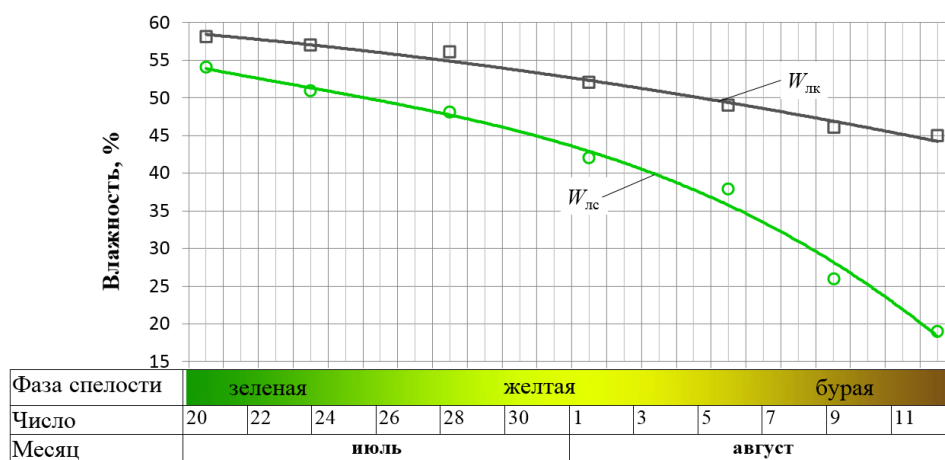


Рис. 1. Зависимости влажности льна от фазы спелости

Средняя влажность коробочек льна изменялась более существенно, что особенно заметно в конце желтой и бурой спелости. При проведении эксперимента у сорта Ласка средняя влажность коробочек уменьшалась с 54,5 % в фазе зеленой спелости до 17 % в фазе бурой спелости.

В процессе полевых испытаний исследовали качественные показатели работы обмолачивающего аппарата в желтой (рис. 2) и бурой (рис. 3) фазах спелости льна.

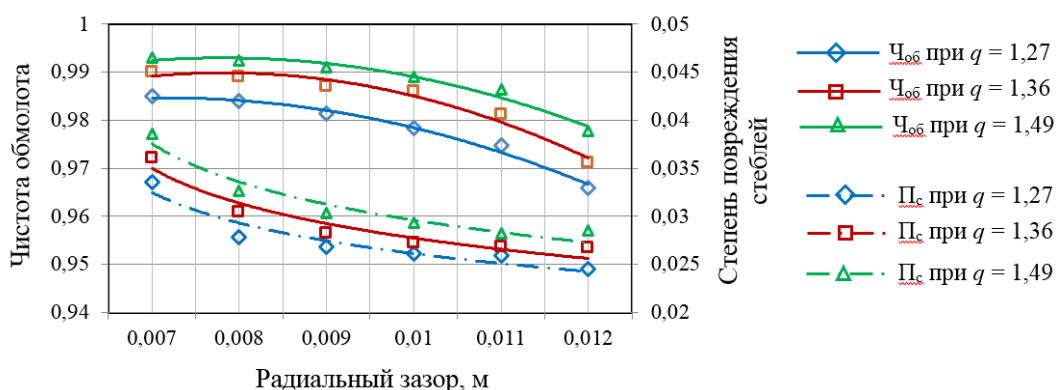


Рис. 2. Зависимости чистоты обмолота и степени повреждения стеблей льна от радиального зазора в фазе желтой спелости льна

Исследование влияния радиального зазора на параметры оптимизации в фазе желтой спелости льна при различной окружной скорости ротора показали, что увеличение зазора с 0,007 до 0,012 м приводит к снижению чистоты обмолота и степени повреждения стеблей. Это обусловлено уменьшением силового воздействия рабочих органов на обрабатываемый материал в молотильном пространстве. При кратности воздействий бичей на фрагмент ленты льна $q = 1,27$ рациональное значение зазора

находится в диапазоне 0,008...0,01 м, при кратности воздействий $q = 1,36$ – в диапазоне $(9...11) \cdot 10^{-3}$ м, при кратности воздействий $q = 1,49$ – в диапазоне 0,01...0,012 м соответственно.

Исследование влияния радиального зазора на параметры оптимизации в фазу бурой спелости льна при различной окружной скорости ротора (рис. 4) показали, что при кратности воздействий $q = 1,27$ рациональное значение радиального зазора находится в диапазоне $(7,6...11,0) \cdot 10^{-3}$ м, при кратности воздействий $q = 1,36$ – в диапазоне $(8...12) \cdot 10^{-3}$ м, при кратности воздействий $q = 1,49$ – в диапазоне $(9...12) \cdot 10^{-3}$ м. Что также связано с уменьшением силового воздействия рабочих органов на обрабатываемый материал в молотильном пространстве.

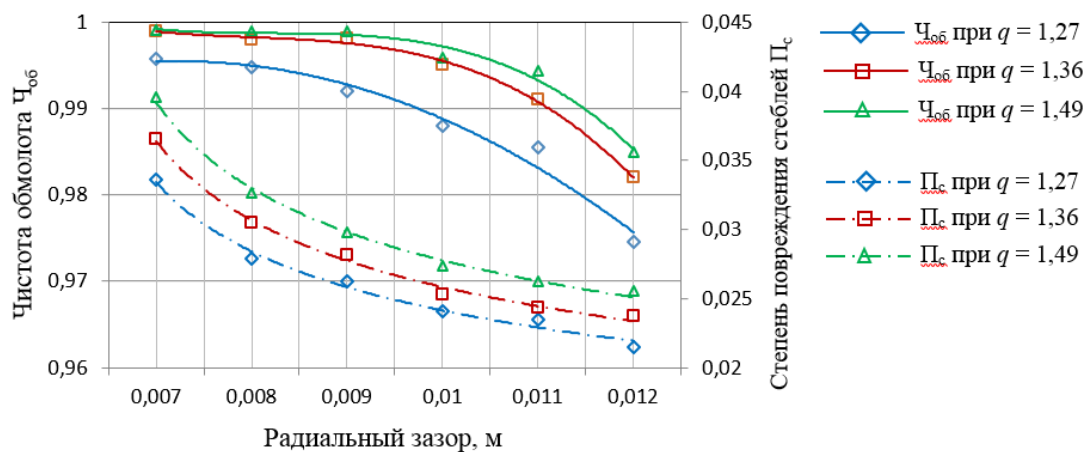


Рис. 3. Зависимости чистоты обмолота и степени повреждения стеблей льна от радиального зазора в фазе бурой спелости льна

Из вышеизложенного следует, что спелый лен лучше поддается обмолоту и при кратности воздействий $q = 1,27...1,36$ в диапазоне изменения радиального зазора $(7,6...12) \cdot 10^{-3}$ м чистота обмолота не превышает допустимых регламентом значений. В фазе желтой спелости уменьшение чистоты обмолота ниже 0,98 наблюдается при кратности воздействий $q = 1,27$ при зазоре больше $10 \cdot 10^{-3}$ м.

Влияние радиального зазора на степень повреждения стеблей более существенно в фазе бурой спелости, чем в фазе желтой спелости. Это обусловлено тем, что по мере созревания льна стебли становятся более жесткими, а корковый и древесный слой хрупкими, что при изгибе стебля приводит к заламам.

Изменение окружной скорости ротора оказывает существенное влияние на качественные показатели процесса обмолота. Ее увеличение приводит к увеличению кратности воздействия бичами на фрагмент ленты льна и, соответственно, повышает вероятность непосредственного воздействия рабочих органов на стебли и семенные коробочки льна, что положительно сказывается на чистоте обмолота и отрицательно – на степени повреждения стеблей. Таким образом, производственные испытания позволили подтвердить рациональные значения параметров роторно-бильного аппарата при обмолоте лент льна, полученные в ходе лабораторных исследований.

Получаемый после льноуборочного комбайна семенной ворох со значительным содержанием путанины представляет собой связанную массу, трудноразделимую из-за пронизывающих ее прочных стеблей. У такого вороха практически полностью отсутствует сыпучесть. После выгрузки из транспортных средств при перемещении по плоскости он сохраняет форму емкости, из которой выгружен [18]. Все это затрудняет его дальнейшую переработку.

Оборудованный роторно-бильным аппаратом льноуборочный комбайн «Двина-4М» обеспечивал получение однородного вороха с низким содержанием путанины, который имел значительно меньшую влажность и представлял собой малосыпучий, но легкоразделимый материал [15].

Объемная масса семенного вороха, полученного при уборке льна комбайном «Двина-4М» с роторно-бильным аппаратом, изменялась в пределах $138...166 \text{ кг/м}^3$ и в среднем составляла $152,9 \text{ кг/м}^3$, что на 9 % больше, чем у вороха, полученного при очесе гребневым аппаратом. Это свидетельствует о меньшем содержании в ворохе примесей и повышенном содержании семян.

В семенном ворохе, полученном при уборке льна комбайном «Двина-4М» с гребневым очесывающим аппаратом, содержалось 52...84 % семенных коробочек различной спелости и влажности, 2...9 % свободных семян и 12...45 % путанины, мякины и сорняков. Всего семян в ворохе содержалось 35...50 % от общей массы вороха.

В семенном ворохе, полученном при уборке льна комбайном «Двина-4М» с роторно-бильным аппаратом, содержалось 55...87 % семенных коробочек различной спелости и влажности, 11...16 % свободных семян и 4...23 % путанины, мякоти и сорняков. Всего семян в ворохе содержалось 41...67 % от общей массы вороха.

Длина обрывков стеблей льна при очесе гребневым аппаратом составляла 20...170 мм, при этом 48 % обрывков стеблей имели длину 50...110 мм и 32 % – 110...150 мм.

Длина обрывков стеблей льна при обмолоте роторно-бильным аппаратом составляла 10–150 мм, 52 % обрывков стеблей имели длину 30...90 мм и 27 % – 90...120 мм.

Применение роторно-бильного аппарата по сравнению с гребневым очесывающим аппаратом позволило уменьшить процентное содержание путанины в структуре льняного вороха в среднем на 48,5 %, а общий объем льновороха снизить на 28,5...56,3 %. Объемная масса вороха, полученного при уборке роторно-бильным аппаратом, увеличилась на 9 % (с 140 до 152,8 кг/м³).

Среднее значения показателей сравнительной агротехнической оценки работы льноуборочного комбайна «Двина-4М» с серийным гребневым очесывающим аппаратом и с предлагаемым роторно-бильным аппаратом приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты сравнительных испытаний комбайнов «Двина-4М» с различными аппаратами для отделения семенной части

Показатели	Значение показателя		
	по ТУи ТНПА	по результатам испытаний	
		гребневый очесывающий аппарат	роторно-бильный аппарат
Скорость движения комбайна, км/ч	6...8	7,09	7,68
Ширина захвата, м	1,52	1,52	1,52
Производительность за час основного времени, га	1	0,8	0,8
Производительность за час сменного времени, га		0,5	0,54
Показатели качества выполнения технологического процесса			
Потери семян всего, %	Не более 4	3,81	2,57
В том числе:			
- под теребильным аппаратом		0,64	0,64
- от выноса с лентой		2,30	0,97
- от недоочеса		0,87	0,85
- от просыпания под очесывающим аппаратом		3,18	1,83
Чистота очеса (обмолота), %	Не менее 98	97,53	98,97
Потери стеблей всего, %		2,21	0,98
В том числе:			
- невытеребленными		0,24	0,24
- в виде отхода стеблей в путанину	Не более 3	1,97	0,74
Чистота теребления, %	Не менее 99	99,37	99,37
Состав льновороха по массе, %:			
- семенные коробочки целые и разрушенные		48,02	65,05
- семена свободные		1,67	7,93
- путанина		37,67	19,4
- сорняки		1,82	1,35
- прочие примеси		12,50	14,2
Характеристика ленты льна, после обработки:			
- растянутость ленты	Не более 1,2	1,15	1,15
- степень повреждения стеблей, %		3,00	1,86
- открытый излом стебля с разрывом волокна		0,84	0,92
- обрыв технической длины		2,15	1,56

Как видно из табл. 2, все показатели работы льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом соответствуют техническим условиям ТУ ВУ 300079094.006–2007 на льнокомбайн [15] «Двина-4М».

Заключение

Разработана методика проведения производственных испытаний льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом, позволяющая определять качественные показатели (чистота обмолота, степень повреждения стеблей и потери семян) его работы при изменении параметров в пределах:

- радиальный зазор – 0,007...0,012 м;
- кратность воздействий бичами на фрагмент ленты льна – 1,27, 1,36 и 1,49.

По результатам агротехнической оценки чистота обмолота у опытного образца составила в среднем для трех режимов работы 98,97 %, что отвечает требованиям ТУ ВУ 300079094.006–2007. Этот

показатель получен при работе машины при средней скорости 7,09 км/ч и кратности воздействий $q = 1,49$. При этом степень повреждения стеблей, влияющая на выход длинного волокна, составила 2,5 %. Практически все потери семян происходили из-за просыпания под очесывающим аппаратом, что обусловлено состоянием стеблестоя и недостаточной герметичностью камеры очеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
2. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторно-бильным аппаратом при комбайновой уборке: дис. ... канд. техн. наук / Цайц Максим Валерьевич. – Горки, 2024. – 239 с.
3. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
4. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 174–180.
5. Шлыков, М. И. Льноуборочный комбайн (теория, расчет, конструкция) / М. И. Шлыков. – М.: Машгиз, 1949. – 300 с.
6. Бортник, С. А. Выделение кормовых материалов из отходов льноводства на стационарных молотилках: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. / С.А. Бортник. – Горки, 1992. – 195 с.
7. Льноуборочные машины / Г. А. Хайлис [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.
8. Хайлис, Г. А. Элементы теории и расчет льноуборочных машин / Г. А. Хайлис. – М.: Машгиз, 1963. – 149 с.
9. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 180–186.
10. Можаров, Б. П. Исследование, обоснование и разработка аппаратов для обмолота льна-долгунца: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Б. П. Можаров. – М.: ВИС-ХОМ, 1968. – 128 с.
11. Прибытков, П. Ф. Экспериментальные исследования процесса очеса льна у комбайна ЛК-7: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / П. Ф. Прибытков – Л.: Пушкин, 1952. – 177 с.
12. Шрамко, П. К. Изыскание способов снижения выхода путанины в работе очесывающего аппарата в системе льнокомбайна ЛК-7: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / П. К. Шрамко. – Л.: Пушкин, 1955. – 167 с.
13. Патент № 2788696 С1 Российская Федерация, МПК А01F 11/02, А01D 45/06. Устройство для отделения семенных коробочек и семян льна от стеблей: № 2022116274; заявл. 16.06.2022; опубл. 24.01.2023 / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет».
14. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Кругленья, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – № а 20130044; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4(117). – С. 57.
15. Татарнищев, К. В. Повышение эффективности технологии уборки льна-долгунца путем оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / К. В. Татарнищев. – Тверь – Сахарово, 2008. – 149 с.
16. Еругин, А. Ф. Обоснование процессов, средств вымолота и очистки семян льна в селекции и семеноводстве: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А. Ф. Еругин. – Торжок, 1990. – 235 с.
17. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна долгунца: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / М. М. Ковалев. – Тверь, 2010. – 615 с.
18. Алексеенко, А. С. Досушивание льновороха на двухъярусной карусельной сушилке с рыхляще-перемешивающим устройством: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. С. Алексеенко. – Горки, 2009. – 215 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СНЯТИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ

Э. В. ДЫБА, Л. И. ТРОФИМОВИЧ, П. В. ЯРОВЕНКО

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220049*

А. И. ПУНЬКО, А. Ю. ГОРДИЕВИЧ, Е. А. РАЦКЕВИЧ

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012*

(Поступила в редакцию 17.01.2025)

Приготовление и раздача кормов на фермах крупного рогатого скота входят в число наиболее трудоемких технологических процессов. При разных технологиях производства этой продукции затраты труда только на раздачу кормов составляют 10,7...12,9 ч на одну корову в год, или 8...13 % от общих затрат труда на производство продукции.

В последние годы в республике широкое распространение получает технология заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку. Она позволяет получать высококачественные корма в оптимальные агротехнические сроки, в 2,5–3,0 раза снизить общие потери при заготовке и хранении кормов; полностью механизировать технологический процесс от кошения трав до раздачи корма животным. В то же время, остаются нерешенными вопросы, связанные с разработкой устройства для предварительного разрезания рулонов и удалением упаковочных полимерных материалов. Эта операция не только уменьшает продолжительность разрушения рулона в бункере кормораздатчика но и сокращает время приготовления кормосмеси в целом.

В статье представлены результаты теоретических исследований по обоснованию конструкции и технологических параметров разрабатываемого резчика кормов. Анализ тенденций развития конструкций машин и научного опыта в области механизированной раздачи прессованных кормов позволил разработать устройство, обеспечивающее отделение упаковочных полимерных материалов в процессе подготовки и раздачи корма.

Применение предлагаемого разрезающего устройства позволит снизить энергозатраты на подготовку и раздачу кормосмесей и уменьшить удельные прямые эксплуатационные затраты.

Ключевые слова: *анализ, резчик кормов, рабочие органы, захват, полимерная пленка, конструкция.*

The preparation and distribution of feed on cattle farms are among the most labor-intensive technological processes. With different technologies for the production of this product, labor costs for feed distribution alone amount to 10.7...12.9 hours per cow per year, or 8...13 % of the total labor costs for production.

In recent years, the technology of harvesting haylage in rolls packed in film has become widespread in the republic. It allows obtaining high-quality feed in optimal agrotechnical terms, reducing overall losses during harvesting and storing feed by 2.5–3.0 times; completely mechanizing the technological process from mowing grass to distributing feed to animals. At the same time, issues related to the development of a device for preliminary cutting of rolls and removal of packaging polymeric materials remain unresolved. This operation not only reduces the duration of roll destruction in the feed distributor hopper, but also reduces the time of preparation of the feed mixture as a whole.

The article presents the results of theoretical studies on the substantiation of the design and technological parameters of the developed feed cutter. Analysis of trends in the development of machine designs and scientific experience in the field of mechanized distribution of pressed feed allowed us to develop a device that ensures the separation of packaging polymeric materials during the process of preparing and distributing feed.

The use of the proposed cutting device will reduce energy costs for the preparation and distribution of feed mixtures and reduce specific direct operating costs.

Key words: *analysis, feed cutter, working bodies, grip, polymer film, design.*

Введение

В последние годы для решения проблемы отделения полимерных материалов от кормов за рубежом проводятся научные исследования, направленные на освоение в производстве машин и оборудования, позволяющих производить отделение упаковочных полимерных материалов в процессе погрузки рулонов в кормораздатчики.

В нашей стране существенный вклад в развитие новых технологий и средств механизации в растениеводстве и кормозаготовке внесли такие ученые, как Пиуновский И. И., Лабоцкий И. М., Станкевич С. И., Клочков А. В., Привалов Ф. И. и др. Результаты их теоретических и экспериментальных исследований легли в основу конструирования современных машин для кормозаготовки, рекомендаций, применяемых на практике, а также различных нормативных документов [1–6].

Однако остаются нерешенными вопросы, связанные с усовершенствованием технологии подготовки к скармливанию рулонов сенажа в запresseованном виде и научным обоснованием конструкции

и технологических параметров технического средства, обеспечивающего отделение упаковочных полимерных материалов в процессе подготовки и раздачи корма.

В ходе выполнения научного задания 6.18 «Теоретическое обоснование инженерных решений по разработке устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» заказчиком проекта поставлены определенные конструктивно-технологические требования к новой машине: высокая эффективность, низкая металлоёмкость, технологичность изготовления. При этом технический уровень разработки должен соответствовать лучшим мировым образцам.

Целью работы является научное обоснование совершенствования технологического процесса подготовки к скармливанию запрессованных кормов путём механизации операции снятия полимерных материалов.

Основная часть

Для обоснования конструктивно-кинематических параметров разрабатываемого устройства рассмотрим обобщённую конструкцию резчика рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с учетом ограничивающих конструктивно-технологических факторов (рис. 1).

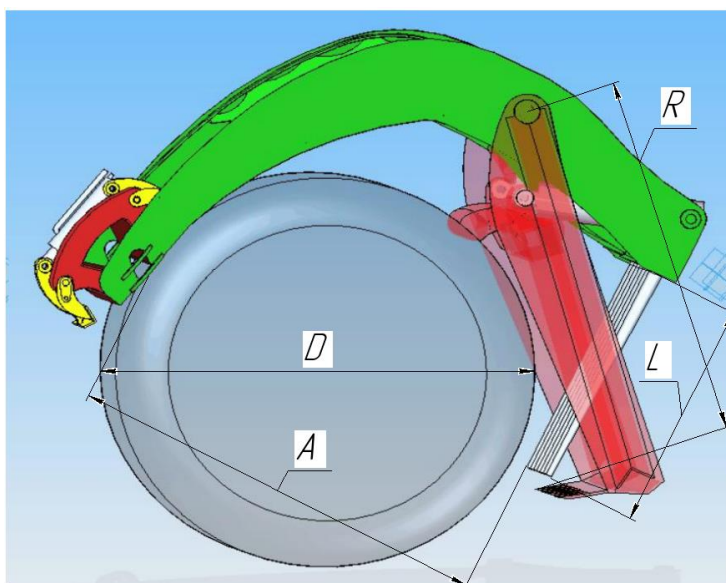


Рис. 1. Схема резчика рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов

Размер зева резчика рулонов A определяется исходя из максимального размера рулонов, используемых в хозяйствах республики ($D_{\max} = 1,8$ м), с учетом эллипсности рулонов:

$$A \geq 1,2 \times D_{\max} = 2,16 \text{ м.} \quad (1)$$

Принимаем размер $A = 2,1$ м.

Длина зубьев L составляет примерно половину максимального диаметра разрезаемых рулонов:

$$L = 0,5 \times D_{\max} = 0,9 \text{ м.} \quad (2)$$

Принимаем размер $L = 0,9$ м.

Радиус резака составляет примерно:

$$R = (0,9 \div 1,1) \times D_{\max} = 1,62 \div 1,98 \text{ м.} \quad (3)$$

Принимаем размер $R = 1,7$ м.

Ножи резчика рулонов не должны соприкасаться с зубьями и рамой резака при разрезании рулона. Положение переставного упора определяется исходя из размеров минимального (1,2 м) и максимального (1,8 м) диаметров разрезаемых рулонов.

Разрезание верхних слоев рулона является наиболее сложной операцией приготовления рулона к скармливанию. В процессе формирования рулона давление сжатия прикладывается к его внешней стороне, поэтому приращение плотности корма в рулоне уменьшается по мере удаления от внешних слоев к внутренним. При работе рулонного пресс-подборщика стебли прессованных растений ориентированы преимущественно по окружностям поперечного сечения рулона, параллельно его торцевой поверхности.

Процесс резания рулонов сенажа повышенной плотности, упакованных в полимерную плёнку, наиболее полно исследовался В. Ю. Гальковым [7]. В своих исследованиях он предположил, что

разрезание рулона на определенную глубину по всей его длине позволит с наименьшими затратами энергии отделить от рулона внешний слой массы толщиной Δh , равной глубине резания (рис. 2).

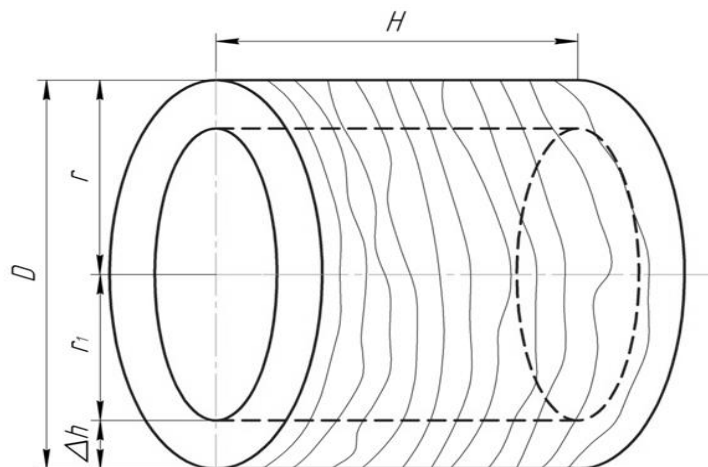


Рис. 2. Схема геометрических параметров рулона

Основой теоретических исследований процесса взаимодействия режущего элемента с кормовым массивом В.И. Гальковым была принята теория резания лезвием, разработанная профессором Н. Е. Резником. При разрезании рулонов сенажа, упакованного в пленку, силы, препятствующие процессу резания и перемещению рулона по направляющим (рис. 3), определяются согласно выражению:

$$F_{\text{спр}} = F_{\text{рез}} + F_{\text{сж}} + F_{\text{обж}}^{\phi} + F_{\text{тр}}^{\phi} + F_{\text{тр}}^{\Gamma 1} + F_{\text{тр}}^{\Gamma 2} + F_{\text{тр}}^{\text{H}}, \quad (4)$$

где $F_{\text{рез}}$ – сила сопротивления резанию, сосредоточенная на кромке лезвия, Н;

$F_{\text{сж}}$ – сопротивление слоя сжатию фаской лезвия, Н;

$F_{\text{обж}}^{\phi}$ – сила обжатия фаски лезвия, Н;

$F_{\text{тр}}^{\phi}$ – сила трения на фаске лезвия под действием силы обжатия фаски, Н;

$F_{\text{тр}}^{\Gamma 1}, F_{\text{тр}}^{\Gamma 2}$ – силы трения на боковых гранях ножа, возникающие под действием сил обжатия граней, Н;

$F_{\text{тр}}^{\text{H}}$ – силы трения поверхности рулона сенажа по направляющим разрезающего устройства, Н.

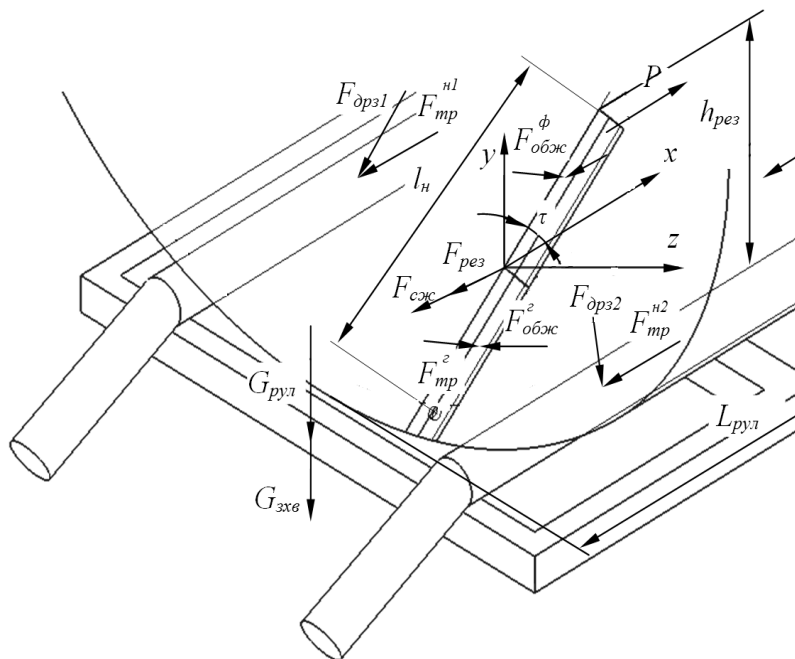


Рис. 3. Схема взаимодействия ножа с рулоном сенажа

В результате подстановки всех значений получено выражение, определяющее величину сопротивления резанию и перемещению по направляющим рулона сенажа, упакованного в пленку, в общем виде:

$$F_{\text{спр}} = \delta \cdot \sigma_p \cdot l_H \cdot \cos \tau + \frac{E \cdot h_{\text{сж}}^2 \cdot l_H}{2 \cdot h_{\text{рез}}} \cdot [(tg\beta + \mu + \mu \cdot f \cdot \cos \beta \cdot \sin \tau) \cdot \cos \tau + +\mu \cdot f \cdot \sin \tau] + [(m_{\text{рез}} + m_{\text{зхв}}) \cdot g - F_{\text{рез}} \cdot tg(\tau - \varphi)] \cdot f_{\text{тр}}^{yn} \cdot (r + r_H)/c, \quad (5)$$

где δ – толщина лезвия, м;

σ_p – разрушающее контактное напряжение на кромке лезвия ножа, Па;

l_H – длина ножа, м;

τ – угол наклона ножа (угол резания), град;

E – модуль Юнга, Н/м²;

μ – коэффициент Пуассона;

$h_{\text{рез}}$ – толщина перерезаемого слоя (глубина резания) рулона, м;

$h_{\text{сж}}$ – величина предварительного сжатия материала, м;

f – коэффициент трения материал о лезвие;

β – угол заточки, град;

c – высота треугольника, соединяющего центры рулона и направляющих, м.

В зависимости от установки ножа по отношению к разрезаемому рулону сенажа меняется длина активной части лезвия, участвующего в процессе резания. Длину лезвия ножа l_H можно определить согласно схеме (рис. 3).

Длину ножа l в зависимости от угла наклона τ можно определить из выражения:

$$l = \frac{h_{\text{рез}}}{\sin \tau}, \quad (6)$$

где $h_{\text{рез}}$ – глубина резания рулона, м.

Согласно модели взаимодействия режущего элемента с кормовым массивом (в рулоне сенажа) удельная работа сил резания представлена выражением:

$$A_{\text{уд}} = F_{\text{спр}} \cdot \frac{L_{\text{рул}}}{S_{\text{рез}}}, \quad (7)$$

где $A_{\text{уд}}$ – удельная работа резания, Дж/м²;

$F_{\text{спр}}$ – сила сопротивления резанию, Н;

$L_{\text{рул}}$ – длина образующей рулона (длина резания), м;

$S_{\text{рез}}$ – площадь резания, м².

Площадь резания:

$$S_{\text{рез}} = L_{\text{рул}} \cdot h_{\text{рез}}, \quad (8)$$

$$h_{\text{рез}} = l_H \cdot \sin \tau, \quad (9)$$

где l_H – активная часть ножа, участвующая в резании, м.

Подставляя все значения, можно получить рассчитать значение удельной работы резания:

$$A_{\text{уд}} = \frac{[\sigma_p \cdot l_H \cdot \cos \tau + \frac{E \cdot h_{\text{сж}}^2 \cdot l_H}{2 \cdot h_{\text{рез}}} [\delta \times (tg\beta + \mu + \mu \cdot f \cdot \cos \beta \cdot \sin \tau) \cdot \cos \tau + +\mu \cdot f \cdot \sin \tau] + \{(m_{\text{рез}} + m_{\text{зхв}}) \cdot g - F_{\text{рез}} \cdot tg(\tau - \varphi)\} \cdot f_{\text{тр}}^{yn} \cdot (r + r_H)/c]}{l_H} \cdot \sin \tau. \quad (10)$$

Проведенные В. Ю. Гальковым исследования позволили определить энергетические параметры процесса резания кормового массива сенажа из рулонов влажностью от 40 % до 60 % и плотностью материала 120–180 кг/м³ (в пересчете на сухое вещество) при углах резания от 25° до 55° и скорости резания 0,2–0,4 м/с., а также коэффициент трения f корма о боковую поверхность ножа в зависимости от физико-механических свойств материала (влажности W и плотности ρ).

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что наибольшую энергетическую эффективность обеспечивает резание рулона сенажа с установкой угла наклона ножа 37–43° к образующей цилиндрической поверхности рулона. Гидрооборудование разрабатываемого устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов должно обеспечивать усилие резания на кромке ножа в диапазоне 1930–6130 Н.

Устройство для снятия полимерных материалов должно функционировать от одной свободной линии гидросистемы погрузчика и включать механизм зажима упаковки в начальный момент резания рулона при давлении в гидросистеме, близком к максимальному, а открывать захват только после выгрузки корма в кормораздатчик, переезда агрегата к месту складирования упаковки и установки резака в исходное (нижнее) положение.

В Республике Беларусь корма заготавливаются в основном в виде рулонов, обмотанных полимерной сеткой, с применением пресс-подборщиков-обмотчиков «Торнадо» РППО 445.01, пресс-упаковщиков Krome Comprima CF 155XC, пресс-подборщиков комбинированных ПРП-160-1К. Также рулоны обматывают шпагатом и упаковывают полимерной плёнкой обмотчиками рулонов типа ОР-2 (ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш»), обмотчиками рулонов польского производства Z-577, Z-237, SIPMA OS 7521 MIRA и другими машинами. В разрабатываемом устройстве для отделения полимерной упаковки должна быть предусмотрена возможность работы с рулонами, обмотанными как сеткой, так и пропиленовым шпагатом.

Захваты зажимного типа используются для снятия полимерной упаковки с рулонов, обмотанных полимерной сеткой, а для рулонов, обмотанных шпагатом, не применяются, так как имеют небольшую ширину захвата 250–300 мм, а ширина обмотки шпагатом составляет 1000–1200 мм, и шпагат может выпасть из полимерной упаковки и попасть в кормораздатчик.

Механизмы захвата и удержания полимерной упаковки в виде двойных крючковых захватов более универсальны, имеют ширину захвата от 1000 мм и теоретически могут работать с рулонами, обмотанными как шпагатом, так и сеткой, однако нет опыта использования таких устройств с рулонами, обмотанными шпагатом.

Изучение степени вдавливания шпагата в рулоны сенажа показало, что шпагат вжимается на глубину от 10 до 20 мм, поэтому для разработки универсального крючкового захвата принято решение ограничить глубину гарантированного внедрения зубьев крючкового захвата размером 25 мм. Суммарная рабочая ширина крючкового захвата должна быть не менее ширины намотки шпагата рулонов Ø1800 мм пресс-подборщика ПР-Ф-180 – 1200 мм, а рабочую ширину одного крючка принимаем равной 150 мм, количество крючков в одном ряду – 4 шт., количество рядов – 2. Крючки одного из рядов должны вращаться по часовой стрелке, а другого – против часовой стрелки.

Схема крючка приведена на рисунке 4. Разработанный рабочий орган должен обеспечивать зону захвата упаковки на глубину 25 мм с шириной 150 мм.

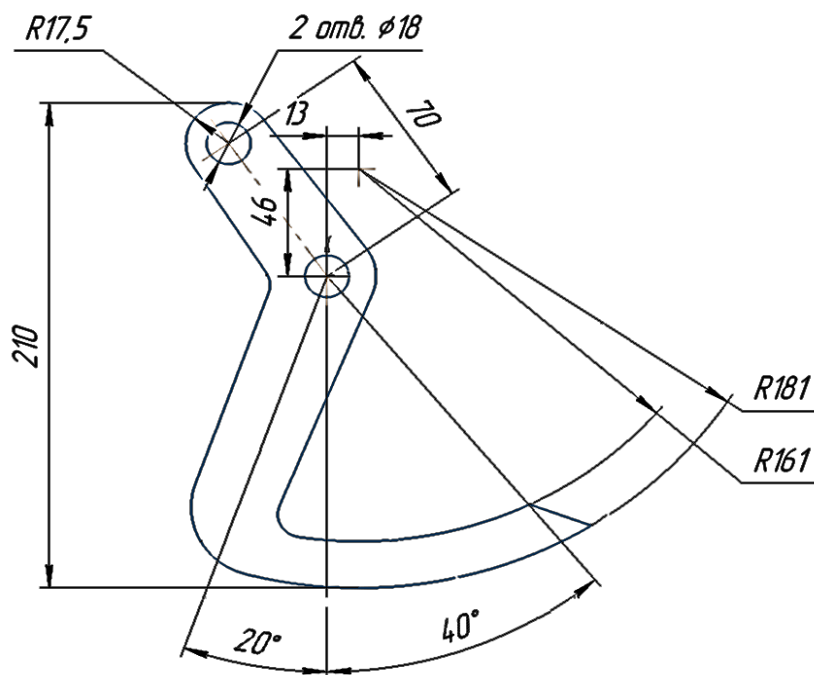
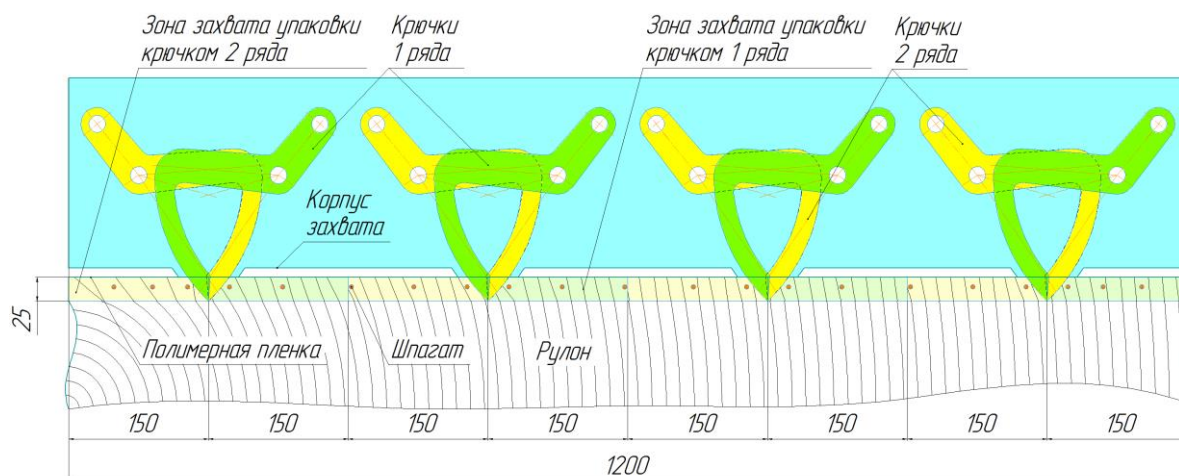


Рис. 4. Схема крючка

Технологическая схема работы универсального крючкового захвата приведена на рис. 5.

I Прижим рулона к захвату



II Удержание упаковки захватом

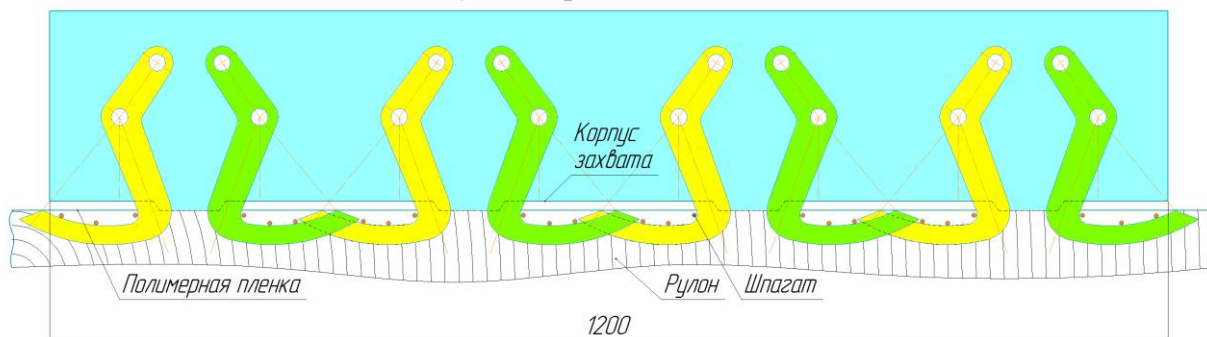
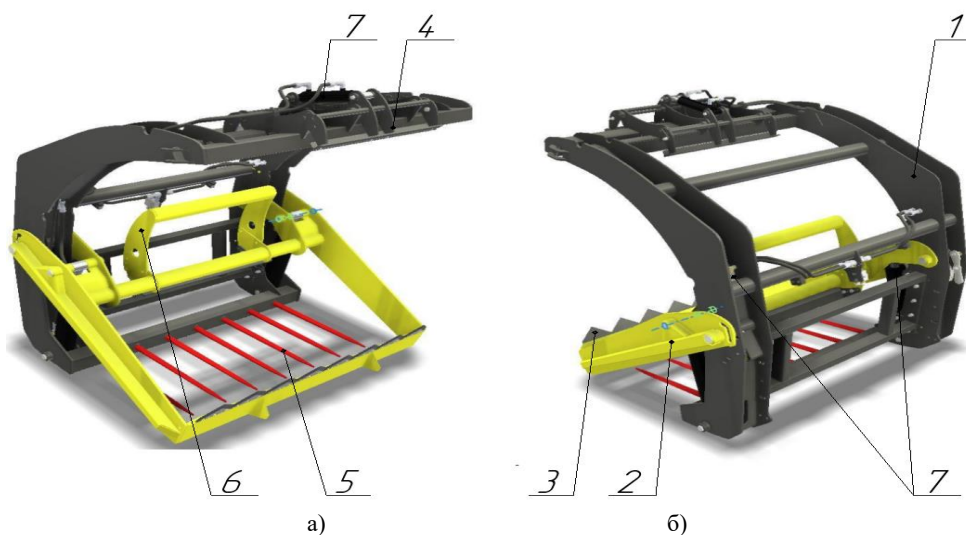


Рис. 5. Технологическая схема универсального захвата

В положении 1 острые зубья крючков первого и второго ряда находятся на одной линии перпендикулярно образующей рулона и выступают на величину гарантированного внедрения зубьев 25 мм, рулон прижимается резаком к корпусу захвата. При подаче масла в гидроцилиндр захвата происходит поворот крючков 1 и 2 ряда, внедрение крючков в рулон и удержание упаковки на всей длине упаковки рулона. В процессе внедрения крючков разрыв полимерной плёнки должен быть не сплошным, а местным, чтобы не произошёл разрыв плёнки и её падение в кормораздатчик. В процессе работы захват должен удерживать полимерную упаковку из плёнки и пропиленового шпагата или из плёнки и сетки с минимальным захватом кормовой массы. Рабочая ширина разрабатываемого универсального крючкового захвата – 1200 мм.

Разрабатываемое устройство для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов должно устанавливаться на резчик рулонов, предназначенный для захвата и разрезания рулонов запрессованных кормов, загрузки их в кормораздатчик, а также выгрузки полимерной упаковки в месте складирования.

Резчик рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов (рис. 6) состоит из рамы 1, ножевого резака 2П-образной формы с сегментными ножами 3, гидрофицированного устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов 4, стальных зубьев 5, упора 6, а также гидрооборудования 7.



а) вид спереди; б) вид сзади
 1 – рама; 2 – резак; 3 – нож (сегментный); 4 – устройство для снятия полимерных материалов (гидрофицированный); 5 – зубья; 6 – упор; 7 – гидрооборудование

Рис. 6. 3D-модель конструкции резчика рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов

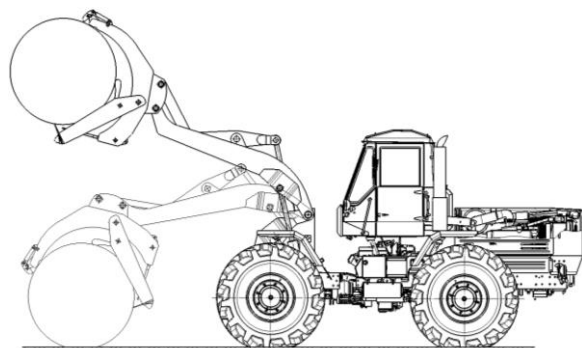
Рама представляет собой сварную Г-образную конструкцию из листового проката и труб, обеспечивающую крепление рабочих органов устройства, которая выполняет роль упора разрезаемого рулона от вертикального перемещения в процессе его резания и обеспечивает соединение с адаптером сельскохозяйственного погрузчика.

Резак представляет собой сварную конструкцию в виде П-образного рычага с отверстиями для крепления режущих ножей, упора и проушин для крепления резака к раме и гидроцилиндрам привода. Нож устройства состоит из сегментов, крепящихся к рычагу потайными болтами.

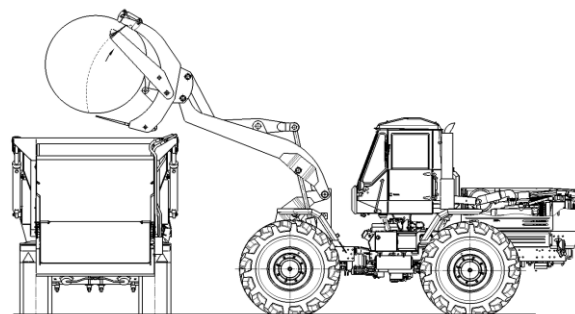
Устройство для снятия полимерных материалов 4 крючкового типа обеспечивает снятие упаковки с рулонов в полимерной упаковке, обмотанных сеткой или полипропиленовым шпагатом для рулонов без полимерной пленки. Зубья из высокопрочной закаленной стали предназначены для выполнения работ по накалыванию, перемещению и кантованию рулонов от мест хранения к месту их разделки. Упор представляет собой переставную трубу, закрепляемую на резачке с целью обеспечения разделки рулонов различных диаметров: 1200 мм, 1500 мм и 1800 мм.

Гидрооборудование резчика рулонов состоит из двух гидроцилиндров привода резачки, гидроцилиндра устройства для снятия полимерных материалов, фитингов, клапанов, дросселей и быстросоединяемых муфт. Гидросистема погрузчика должна иметь свободную гидравлическую линию производительностью не менее 60 л/мин при рабочем давлении 20,0 МПа.

Процесс резания рулонов со снятием полимерных материалов происходит следующим образом. Оператор погрузчика с навешенным резчиком рулонов подъезжает к месту складирования рулонов, накалывает рулон на зубья резчика и транспортирует его к месту загрузки кормораздатчика (рис. 7).



Захват и подъем рулона резчиком



Разрезание рулона резчиком

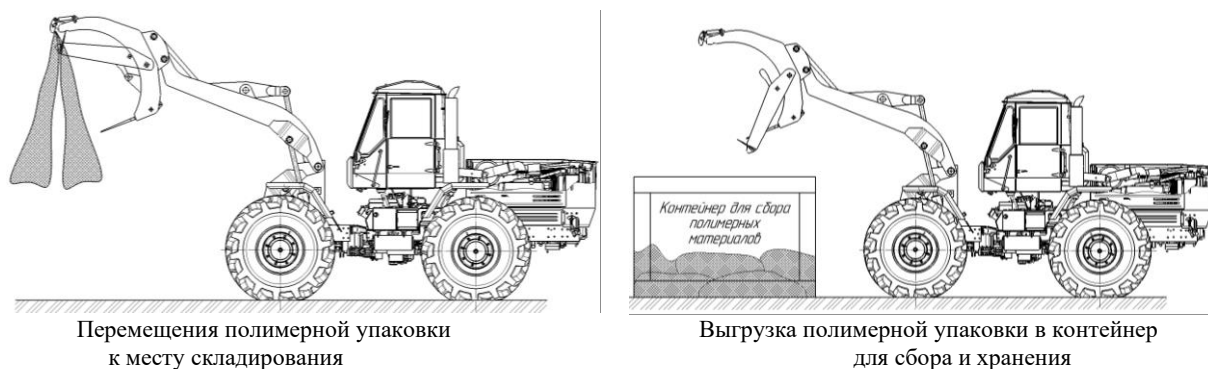


Рис. 7. Процесс резания рулонов со снятием полимерных материалов

Далее рулон укладывается боковой поверхностью на горизонтальной площадке, и резчик с установленным в нижнее положение резак опускается на рулон. Резак зажимает рулон, и погрузчик поднимает резчик с рулоном над кузовом кормораздатчика, после чего выполняется резание рулона.

В процессе резания рулон прижимается к верхней части рамы резчика. После того, как длина реза рулона составит около 700 мм, происходит автоматическое срабатывание устройства для снятия полимерной упаковки, а именно стрейч-пленка прижимается специальными зажимами устройства к раме резчика. Корм разрезанного рулона падает в кузов кормораздатчика.

После полной выгрузки корма агрегат с упаковкой рулона перемещается к месту складирования полимерной упаковки. При возвращении резака резчика в нижнее положение происходит открытие зажимов устройства, и полимерная упаковка падает в контейнер для сбора и хранения полимерных материалов.

Заключение

Анализ теоретических исследований процесса взаимодействия режущего элемента ножа с кормовым массивом рулонов сенажа, упакованных в плёнку диаметром 1,4–1,5 м и длиной 1,2 м, в диапазоне влажности сенажа 40–60 % позволяет сделать вывод, что наибольшую энергетическую эффективность обеспечивает резание рулона сенажа с установкой угла наклона лезвия 37–43° к образующей цилиндрической поверхности рулона, при этом усилие резания составляет 1930–6130 Н.

Разрабатываемый резчик рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов представляет собой резчик рулонов с рамой Г-образной формы с резанием рулона снизу вверх с размером зева $A = 2,1$ м, длиной зубьев $L = 0,9$ м и радиусом резака $R=1,7$ м в виде сменного рабочего органа к широко распространенным в хозяйствах республики отечественным универсальным погрузчикам «АМКОДОР».

Предложена конструкция универсального крючкового захвата полимерной упаковки шириной захвата 1200 мм с двумя рядами крючков, обеспечивающего зону захвата упаковки на глубину 25 мм.

Гидрооборудование разрабатываемого резчика рулонов с устройством для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов должно обеспечивать усилие резания на кромке ножа не менее 6130 Н с запиткой от свободной линии гидрораспределителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиуновский, И. И. Машины для уборки трав и силосных культур (теория и расчет рабочих органов) / И. И. Пиуновский, В. Р. Петровец, Н.И. Дудко. – Горки: БГСХА, 2016. – 325 с.
2. Механизация полевой сушки трав: пути совершенствования / П.П. Казакевич [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т. 56, № 4. – С. 481–491.
3. Станкевич, С. И. Современные технологии заготовки кормов: рекомендации / С. И. Станкевич, С. И. Холдеев. – Горки: БГСХА, 2016. – 29 с.
4. Клочков, А. В. Заготовка кормов зарубежными машинами / А. В. Клочков, В. А. Попов, А. В. Адашь. – Горки: 2001. – 201 с.
5. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур: рекомендации // Официальный сайт предприятия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belagromech.by/news/osobennosti-tehnologij-i-tehnicheskoe-obespechenie-zagotovki-kormov-iz-trav-i-silosnyh-kultur/>. – Дата доступа: 20.10.2024.
6. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты выращивания и заготовки кормов из трав: регламент // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск, 2011.
7. Гальков, В. Ю. Совершенствование процесса подготовки рулонов сенажа для приготовления кормосмесей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.Ю. Гальков / Мичуринский государственный аграрный университет. – Мичуринск, 2015. – 167 с.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 631.671 : 631.675 : 633.321

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОСЕВОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

Д. А. ДРОЗД, В. А. ВОЛЫНЦЕВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 24.12.2024)

Основной целью выполняемых исследований являлась оценка влияния орошения на водопотребление клевера лугового в первый год жизни. В качестве объекта исследований выступал отечественный среднеранний сорт клевера лугового Янтарный. Исследования выполнялись на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-научного центра «Тушково-1», расположенного в северо-восточной части Республики Беларусь. Почвы опытного участка характеризовались следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,66 %, P_2O_5 – 320,4 мг/кг, K_2O – 423,0 мг/кг, pH – 5,80, $I_{\text{окульт}}$ – 0,85, плотность сложения в расчетном слое 0–30 см – 1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое почвы – 23,82 % от массы сухой почвы. Агротехника возделывания клевера лугового принята на основании технологических регламентов по возделыванию сельскохозяйственных культур. Поддержание почвенных влагозапасов в установленных пределах осуществлялось на основании фактических замеров влажности почвы, а орошение выполнялось дождевальным установкой Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы, необходимые для поддержания влагозапасов почвы в установленных пределах, приняты на основании водно-физических показателей почвы и составила 35 мм на варианте 0,6НВ, 30 мм на варианте 0,7НВ и 20 мм на варианте 0,8НВ.

В результате выполненных исследований было установлено существенное влияние на водопотребление клевера лугового в первый год жизни оказывают метеорологические условия вегетационного периода и режим орошения. В засушливом 2023 году ($GTC=0,8$) было выполнено от 2 поливов оросительной нормой 70 мм на варианте 0,6НВ до 8 поливов оросительной нормой 140 мм на варианте 0,8НВ. Водопотребление в данных условиях варьировало в пределах 339,6–391,9 мм, достигая максимума в условиях варианта 0,7НВ. В 2024 году, который был нормальным по увлажнению ($GTC=1,06$), количество поливов снизилось до 1–3 штук в зависимости от варианта опыта, а водопотребление возросло до 367,0–424,6 мм. При этом максимальным водопотреблением характеризовался вариант 0,7НВ.

Ключевые слова: клевер луговой, водопотребление, оросительная норма, минимальный межполивной интервал, влагообеспеченность.

The main objective of the conducted research was to assess the effect of irrigation on water consumption of red clover in the first year of life. The object of the research was the domestic mid-early variety of red clover Yantarny. The research was carried out on sod-podzolic light loamy soils of the educational and scientific center "Tushkovo-1", located in the north-eastern part of the Republic of Belarus. The soils of the experimental plot were characterized by the following agrochemical and water-physical indicators: humus – 1.66 %, P_2O_5 – 320.4 mg / kg, K_2O – 423.0 mg / kg, pH – 5.80, index of cultivation – 0.85, bulk density in the calculated layer of 0-30 cm – 1.39 g / cm³, the lowest moisture capacity (LMC) in a similar soil layer is 23.82 % of the dry soil weight. The agricultural technology of red clover cultivation was adopted on the basis of technological regulations for the cultivation of agricultural crops. Maintenance of soil moisture reserves within the established limits was carried out on the basis of actual measurements of soil moisture, and irrigation was performed by a Lindsay-Europe Omega sprinkler. Irrigation rates required to maintain soil moisture reserves within the established limits were adopted on the basis of water-physical parameters of the soil and amounted to 35 mm for the 0.6LMC option, 30 mm for the 0.7LMC option and 20 mm for the 0.8LMC option.

As a result of the studies, it was established that meteorological conditions of the growing season and the irrigation regime have a significant impact on the water consumption of red clover in the first year of life. In the dry year of 2023 ($GTC=0.8$), we performed irrigation from two repetitions with an irrigation rate of 70 mm in the 0.6LMC variant to eight repetitions with an irrigation rate of 140 mm in the 0.8LMC variant. Water consumption under these conditions varied within 339.6–391.9 mm, reaching a maximum under the 0.7LMC variant. In 2024, which was normal in terms of moisture ($GTC=1.06$), the number of irrigations decreased to 1–3 depending on the experimental variant, and water consumption increased to 367.0–424.6 mm. At the same time, the 0.7LMC variant was characterized by the maximum water consumption.

Key words: red clover, water consumption, irrigation rate, minimum inter-irrigation interval, moisture supply.

Введение

В соответствии с подпрограммой 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства» Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы к 2025 году агропромышленный комплекс страны должен достичь следующих показателей:

– обеспечить общественное поголовье крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными кормами путем ежегодного получения не менее 3,8 тысяч кормовых единиц от травяных кормов, а также продолжить заготовка сенажа в полимерную пленку ежегодно на уровне не менее 9 % от общего объема заготовки;

– увеличить к концу 2025 года площади посевов многолетних трав не менее 1 млн. гектаров, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять до 90 %;

– повысить продуктивности кормовых угодий;

– достичь уровня обеспечения потребности отрасли животноводства в отечественном растительном белке не менее чем в 70 % [1].

Решить данную проблему можно за счет возделывания клевера лугового, который по официальным данным занимает порядка 65 % пахотных земель, от общего объема сельскохозяйственных угодий, отведенных под многолетние бобовые травы [2].

Клевер луговой, как и любая другая сельскохозяйственная культура, предъявляет повышенные требования к условиям произрастания. К почвам относительно нетребователен. Лучше всего произрастает на почвах с глубоким пахотным горизонтом, проницаемой подпочвой, достаточно богатых органическим веществом. Также клевер луговой проявляет повышенные требования к влагообеспеченности почвы, и любой недостаток почвенных влагозапасов влечет за собой сильное снижение урожайности сухого вещества и его качества.

Учитывая тот факт, что Республика Беларусь находится в зоне неустойчивого увлажнения, применение орошения при возделывании клевера лугового позволит компенсировать дефицит почвенных влагозапасов и повысит продуктивность кормовых угодий и качество заготавливаемых кормов. Анализ работ отечественных исследователей по вопросам орошения клевера лугового позволил установить, что данная проблема изучалась более 20 лет назад и ранее полученные данные не применимы к современным климатическим условиям и сортам клевера лугового [3, 4, 5, 6]. В соответствии с этим, выполненные исследования являются актуальными и научно обоснованными.

Основная часть

Исследования по изучению водопотребления клевера лугового первого года жизни осуществлялись в северо-восточной части Республики Беларусь на землях учебно-научного центра «Тушково-1». Почвы опытного участка характеризовались следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,66 %, P_2O_5 – 320,4 мг/кг, K_2O – 423,0 мг/кг, рН – 5,80, $I_{\text{окульт}}$ – 0,85, плотность сложения в расчетном слое 0–30 см – 1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое почвы – 23,82 % от массы сухой почвы.

В исследованиях был использован среднеранний сорт клевера лугового Янтарный. Норма высева клевера лугового принята равной 8 кг/га, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. В качестве покровной культуры был выбран яровой ячмень сорта Страж-110. Норма высева для покровной культуры принята равной 180 кг/га, а глубина заделки семян на 1,5 см больше, чем у клевера. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов. Минеральные удобрения дозой $P_{60}K_{90}$ вносились перед закладкой полевого опыта. В дополнении к основному фону минерального питания, под покровную культуру вносился минеральный азот дозой N_{90} [7, 8, 9].

Опыт заложен по следующей схеме:

1. Контроль (без орошения);
2. Полив при снижении почвенной влажности до уровня 60 % НВ (далее – 0,6НВ);
3. Полив при снижении почвенной влажности до уровня 70 % НВ (далее – 0,7НВ);
4. Полив при снижении почвенной влажности до уровня 80 % НВ (далее – 0,8НВ);

Поддержание почвенных влагозапасов в указанных пределах осуществлялось методом дождевания барабанно-шланговой дождевальной установкой Bauer Rainstar Т-61. Поливные нормы приняты равными 20 мм и 30 мм для вариантов 80 % НВ и 70 % НВ соответственно [10].

Учет метеорологических показателей вегетационного периода осуществлялся на специально оборудованном метеорологическом посту, расположенном в 50 м от центра опытного участка. На посту осуществлялся учет объема выпавших атмосферных осадков на поверхности земли и 2-метровой высоте, минимальной, максимальной и среднесуточной температур воздуха, относительной влажности воздуха и скорости ветра на высоте 10 м [11, 12]. Регулирование почвенных влагозапасов в вышеуказанных пределах осуществлялось с помощью дождевальной установки Linsday-Europe Omega. По-

ливные нормы установлены на основании водно-физических показателей почвы и составили 35 мм на варианте 0,6НВ, 30 мм на варианте 0,7НВ и 20 мм на варианте 0,8НВ.

Анализ уровней тепловлагообеспеченности вегетационных периодов позволил установить, что 2023 год является засушливым, а 2024 год нормальным по увлажнению, так как гидротермический коэффициент Селянинова составил 0,8 и 1,06 соответственно. Но несмотря на это, внутри вегетационных периодов прослеживалась неравномерность распределения атмосферных осадков по месяцам и отдельным декадам. Так, в 2023 году избыток атмосферных осадков наблюдался только 3 декаде июня (+11,2 мм к среднеголетнему значению) и 3 декаде июля (+31,4 мм к норме), во всех остальных декадах отмечался дефицит осадков от –3 мм до –25 мм, а в целом за вегетационный период он составил –144,9 мм. 2024 год характеризовался более лучшей обеспеченностью атмосферными осадками, однако нехваткой осадков отмечался май (–24,6 мм к норме), 1 и 3 декады июня (–26,6 мм к норме), вторая декада июля (–0,4 мм к норме), 1 и 3 декады августа (–27 мм к норме) и в течение всего сентября (–46,1 мм к норме).

В связи с этим в отдельные декады вегетационных периодов почвенные влагозапасы снижались ниже установленных пределов и для их корректировки выполнялись поливы (таблица). В 2023 году в условиях варианта 0,6НВ было выполнено 2 полива оросительной нормой 70 мм и с минимальным межполивным интервалом в 23 суток. В варианте 0,7НВ проведено 4 полива оросительной нормой 120 мм, а минимальный межполивной интервал достигал 17 суток. Максимальное количество поливов (8 шт.) было выполнено на варианте 0,8НВ (оросительная норма достигала 140 мм при минимальном межполивном интервале в 8 суток). В нормальном по увлажнению 2024 году на варианте 0,6НВ был выполнен 1 полив поливной нормой 35 мм, 2 полива на варианте 0,7НВ (оросительная норма составила 60 мм, а минимальный межполивной интервал – 94 суток) и 3 полива на варианте 0,8НВ (оросительная норма достигла 60 мм, а минимальный межполивной интервал по сравнению с вариантом 0,7НВ снизился до 12 суток).

Водопотребление клевера лугового первого года жизни

Год	Показатели	Вариант опыта			
		Контроль	0,6НВ	0,7НВ	0,8НВ
2023	Водопотребление	339,6	350,7	391,9	365,8
	Количество поливов	–	2	4	8
	Оросительная норма	–	70	120	140
	Минимальный межполивной интервал	–	23	17	8
2024	Водопотребление	367,0	380,1	424,6	396,3
	Количество поливов	–	1	2	3
	Оросительная норма	–	35	60	60
	Минимальный межполивной интервал	–	–	94	12

В результате оценки влияния орошения на водопотребление клевера лугового первого года жизни, нами установлено, что оно также зависит от условий тепловлагообеспеченности вегетационного периода. В засушливом 2023 году водопотребление варьировало от 339,6 мм до 391,9 мм, достигая максимального значения в водно-воздушных условиях варианта 0,7НВ. В нормальном по условиям увлажнения 2024 году водопотребление возросло до 367,0–424,6 мм, но при этом максимальное значение также наблюдалось на варианте 0,7НВ. Этот факт указывает на то, что наиболее оптимальные условия возделывания клевера лугового в первый год жизни создаются на варианте 0,7НВ.

Заключение

Результаты полевых наблюдений за влиянием орошения на водопотребление клевера лугового первого года жизни позволили установить, что на его величину оказывают влияние обеспеченность вегетационного периода теплом, атмосферными осадками и условия увлажнения. При возделывании клевера лугового в естественных условиях водопотребление достигало 339,6–367,0 мм и возрастало до 391,9–424,6 мм на варианте 0,7НВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585 [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 01 февраля 2021 г., № 59 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. Привалов, Ф. И. Оптимизация структуры многолетних трав как фактор стабилизации производства кормов и растительного белка / Ф. И. Привалов, П. П. Васько, Е. Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – Вып. 52. – С. 207–213.
3. Желязко, В. И. Эффективность орошения и использования бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси / В. И. Желязко, А. С. Кукреш // Природообустройство. – 2008. – № 5. – С. 34–37.

4. Зайцева, М. М. Повышение продуктивности травостоев клевера гибридного и травосмесей с ним под влиянием орошения / М. М. Зайцева, Б. В. Шелюто // Гл. агроном. – 2015. – № 4. – С. 43–45.
5. Алехин, А. В. Влияние орошения и числа скашиваний на продуктивность бобово-злаковых травостоев в условиях северо-востока Республики Беларусь: дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / А. В. Алехин. – Горки, 1999. – 135 л.
6. Лихацевич, А. П. Обоснование расчетной модели режима орошения многолетних трав и овощных культур в условиях Беларуси: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 06.01.02 / А. П. Лихацевич; Акад. аграрн. наук Респ. Беларусь, Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1993. – 47 с.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 469 с.
8. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 74 с.
9. Система применения удобрений : учеб. пособие / В. В. Лапа [и др.] ; ред. В. В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.
10. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель: учебник / Т. Д. Лагун. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 376 с.
11. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения специальных агрометеорологических наблюдений и работ: ТКП 17.10-40-2013 (02120). Введ. 28.11.2008. – Минск: Минприроды, 2008. – 154 с.
12. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила организации агрометеорологических наблюдений и работ: ТКП 17.10-09-2008 (02120). Введ. 28.11.2008. – Минск: Минприроды, 2008. – 154 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. В. КОЛМЫКОВ, А. Н. АВДЕЕВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407,
e-mail: prorektor_bgsha@mail.ru; lex_avdeev@bk.ru

(Поступила в редакцию 24.02.2025)

В научной статье отражено актуальное состояние, состав и структура земельных ресурсов Республики Беларусь, их распределение по видам землепользователей, категориям и видам на землю, а также по формам собственности и видам прав на землю в разрезе административных областей республики. Исследована динамика земельных ресурсов с 2004 по 2023 г. по категориям земель и выполнен анализ изменения их площадей. Установлено, что в указанный период имеет место устойчивое сокращение земель сельскохозяйственного назначения; земель населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов. Наряду с этим наблюдается увеличение площадей земель лесного фонда и площадей земель запаса.

С использованием корреляционно-регрессионного анализа установлены функции, описывающие происходящие изменения площадей категорий земель, и определены перспективные изменения площадей категорий земель в разрезе административных областей республики. Проведено изучение качественного состояния земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств в разрезе областей и республики в целом.

Раскрыта сущность планирования землепользования, приведены основные его направления. Процесс планирования землепользования обеспечивает регулирование землепользования, рациональное перераспределение земель с учетом развития отраслей экономики, субъектов хозяйствования и потребности граждан в земельных участках. Установлено, что планирование землепользования в Республике Беларусь осуществляется посредством принятия и реализации государственных программ, прогнозов использования и охраны земельных ресурсов, проведения землеустройства и разработки соответствующей проектной документации, включающей региональные схемы использования и охраны земельных ресурсов, схем землеустройства административно-территориальных и территориальных единиц, территорий особого государственного регулирования, проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, рабочих проектов по рекультивации земель, земельных контуров, защите почв от эрозии и др.

Ключевые слова: земельный фонд, земельные ресурсы, категория земель, вид земель, использование земель, балл земель, землеустройство, эффективность, рациональное использование земель, планирование землепользования.

The scientific article reflects the current state, composition and structure of land resources of the Republic of Belarus, their distribution by types of land users, categories and types of land, as well as by forms of ownership and types of rights to land in the context of administrative regions of the republic. The dynamics of land resources from 2004 to 2023 by land categories was studied and an analysis of changes in their areas was performed. It was established that during the specified period there was a steady reduction in agricultural lands; lands of settlements, gardening associations, dacha cooperatives. Along with this, an increase in the area of forest lands and reserve lands is observed.

Using correlation and regression analysis, functions were established that describe the ongoing changes in the areas of land categories, and prospective changes in the areas of land categories in the context of administrative regions of the republic were determined. A study was conducted of the qualitative state of the lands of agricultural organizations and peasant (farming) households in the context of regions and the republic as a whole.

The essence of land use planning is revealed, its main directions are given. The process of land use planning ensures regulation of land use, rational redistribution of lands taking into account the development of economic sectors, business entities and the needs of citizens for land plots. It has been established that land use planning in the Republic of Belarus is carried out through the adoption and implementation of state programs, forecasts of the use and protection of land resources, land management and development of relevant project documentation, including regional schemes for the use and protection of land resources, land management schemes for administrative-territorial and territorial units, territories of special state regulation, projects for internal land management of agricultural organizations and peasant (farming) households, working projects for land reclamation, land contours, soil protection from erosion, etc.

Key words: land fund, land resources, land category, land type, land use, land score, land management, efficiency, rational use of land, land use planning.

Введение

Земельные ресурсы Республики Беларусь являются общенародным достоянием. В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле, земельные ресурсы – это земли, земельные участки, которые используются или могут быть использованы в хозяйственной или иной деятельности [2]. Согласно данному определению, земельные ресурсы включают все земли, которые и составляют земельный фонд – совокупность всех земель страны [12].

Земельные ресурсы характеризуются своей структурой, которая включает совокупность показателей, определяющих наличие и распределение различных земель, входящих в состав земельных ресурсов, удельный вес занимаемой ими площади.

Современное состояние и структура земельных ресурсов республики определяются природно-климатическими условиями, результатами хозяйственной деятельности, а также экономическими и социальными особенностями развития территорий и мерами, направленными на сохранение земель.

Структурирование земельных ресурсов Республики Беларусь осуществляется по административно-территориальному делению, целевому назначению, виду экономической деятельности и цели предоставления земельного участка, характеру использования земель, формам собственности и видам прав на землю, ограничениям в использовании земель, их качеству, стоимости и др. [8].

Использование земельных ресурсов в Беларуси регулируется законодательными актами: Конституцией Республики Беларусь [1], Кодексом Республики Беларусь о земле [2], а также принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами.

Рациональное и эффективное использование земельных ресурсов республики обеспечивается посредством планирования землепользования. Под планированием землепользования понимают разработку, согласование и утверждение прогнозов и программ использования и охраны земельных ресурсов, схем и проектов землеустройства и других землеустроительных документов. Оно позволяет комплексно обосновывать и увязывать во времени и пространстве управленческие решения, связанные с использованием земельных ресурсов [8].

Планирование землепользования как процесс государственного регулирования основывается на исходной информации о земельных участках и предлагает оптимальную модель использования земель на перспективу, а также пути достижения этой модели и обеспечивается посредством землеустройства.

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле под землеустройством понимают целый комплекс мероприятий, включающий инвентаризацию земель, планирование землепользования, установление и восстановление границ объектов землеустройства и других действий, направленных на повышение эффективности использования и охрану земель [2].

Проводимое в республике землеустройство подразделяется на межхозяйственное и внутрихозяйственное. Вместе с тем, учитывая особенности землеустроительных работ, возможен объектный подход в классификации землеустройства, и в соответствии с этим предлагается выделить территориальное землеустройство, межхозяйственное, внутрихозяйственное и контурное землеустройство [6].

Планирование землепользования в республике обеспечивается рядом действующих нормативных правовых актов, а также Государственной программой «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы, в которой одной из задач является «развитие землеустройства» [3].

Статьей 46 Конституции Республики Беларусь определено, что «государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды» [1].

Управление и контроль за использованием земельных ресурсов, а следовательно, и планирование землепользования в Республике Беларусь обеспечивает Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, а непосредственное осуществление землеустройства – землеустроительные организации, главные управления землеустройства административных областей и управления землеустройства административных районов.

Таким образом, планирование землепользования связано с принятием управленческих решений и должно обеспечивать повышение эффективности использования и охрану земельных ресурсов, что невозможно без всестороннего анализа их количественного и качественного состояния.

Основная часть

В соответствии с законодательством об охране и использовании земель данные о составе, структуре и распределении земельных ресурсов содержатся в Реестре земельных ресурсов Республики Беларусь. По состоянию на 1 января 2024 года общая площадь земель республики составила 20762,9 тыс. га. Весь земельный фонд страны разделен на семь категорий земель: земли сельскохозяйственного назначения; земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения;

земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса [10].

Распределение земель по категориям представлено на диаграмме (рис. 1).



Рис. 1. Распределение земель Республики Беларусь по категориям (по состоянию на 01.01.2024 г.) [10]

Земли сельскохозяйственного назначения занимают 9050,0 тыс. га, или 43,6 % земельного фонда республики. Наиболее крупными по площади землепользователями в агропромышленном комплексе республики являются сельскохозяйственные организации. Их общая численность на указанную дату составила 2648 хозяйств, а общая занимаемая площадь – 8672,1 тыс. га, в том числе пахотных земель – 5000,3 тыс. га [4]. Средняя площадь хозяйства в настоящее время достигла 3275,0 га, в том числе 2723,9 га сельскохозяйственных земель.

В республике создано и функционирует 3655 крестьянских (фермерских) хозяйств, общая площадь земель которых составляет 377,9 тыс. га, в том числе 221,9 тыс. га пахотных [10]. Средний размер крестьянского (фермерского) хозяйства по общей площади достиг 103,4 га, а по пахотным землям – 60,7 га. На праве пожизненного наследуемого владения находятся 75,5 тыс. га земель крестьянских (фермерских) хозяйств, или 20,0 % от их общей площади, 242,7 тыс. га (64,2 %) – в постоянном пользовании, а остальные 59,7 тыс. га (15,8 %) в аренде и временном пользовании.

Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов занимают 3,3 % от общей площади земель, или 689,9 тыс. га.

Под землями промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения находится 543,9 тыс. га, или 2,6 % площади земельного фонда республики. Крупнейшими землепользователями в этой категории являются организации связи, энергетики, строительства, торговли, образования, здравоохранения, которые занимают 220,3 тыс. га. (40,5 %), организации автомобильного транспорта – 160,1 тыс. га (29,4 %), организации Вооруженных Сил Республики Беларусь – 62,9 тыс. га, или 11,6 % земель данной категории.

Земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения занимают 871,0 тыс. га, или 4,2 % территории республики.

Земли лесного фонда являются второй по величине (земельной площади) категорией, они оставляют 8880,8 тыс. га, или 42,8 % земель Республики Беларусь.

Наименьшая площадь 35,2 тыс. га, или 0,2 % занята землями водного фонда. Остальные земли 692,1 тыс. га, или 3,3 % отнесены к категории земель запаса.

На основании проведенного анализа статистических данных из Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь за последние четырнадцать лет, а именно с 2010 г. по 2023 г., нужно отметить постоянную динамику площадей земель в республике в разрезе их категорий (табл. 1).

Таблица 1. Наличие и распределение земель по категориям в Республике Беларусь

Год	Площадь земель по категориям, тыс. га							Всего земель
	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов	Земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения	Земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	
2010	9124,7	995,6	600,0	927,5	8410,1	39,8	662,3	20760,0
2011	9127,0	974,9	605,8	928,9	8425,5	39,9	658,0	20760,0
2012	9138,3	955,0	607,3	927,8	8431,0	39,7	660,9	20760,0
2013	9114,5	946,4	614,3	927,8	8451,4	39,8	665,8	20760,0
2014	9108,7	926,8	620,4	931,6	8469,3	39,6	663,6	20760,0
2015	9080,8	902,7	623,7	925,9	8554,7	39,7	632,5	20760,0
2016	9081,8	892,3	627,0	925,8	8570,7	39,7	622,7	20760,0
2017	9087,3	882,1	624,6	929,1	8574,1	37,6	625,2	20760,0
2018	9089,4	874,4	623,7	927,4	8584,6	37,4	623,1	20760,0
2019	9103,0	849,0	622,2	868,7	8656,4	37,3	623,4	20760,0
2020	9063,1	840,5	565,5	869,1	8770,3	37,5	614,9	20760,9
2021	9067,3	802,0	556,7	869,2	8806,0	37,4	624,2	20762,8
2022	9067,6	759,7	536,7	870,5	8861,9	35,3	631,2	20762,9
2023	9050,0	689,9	543,9	871,0	8880,8	35,2	692,1	20762,9

Общая динамика площадей категорий земель по республике за 2010–2023 гг. приведена на рис. 2.

Так, в 2010 г. площадь земель сельскохозяйственного назначения в республике составляла 9124,7 тыс. га, а к 2023 г. она уменьшилась на 74,7 тыс. га (0,8 %) и достигла 9050,0 тыс. га. Среднегодовое сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения за рассматриваемый период составило 5,3 тыс. га.

Площадь земель населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов в республике составляла 995,6 тыс. га, а к 2023 г. она уменьшилась на 305,7 тыс. га (30,7 %) и достигла 689,9 тыс. га. Среднегодовое сокращение площади данной категории земель за рассматриваемый период составило 21,8 тыс. га.

Площадь земель промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения в республике составляла в 2010 г. – 600,0 тыс. га, а к 2023 г. она уменьшилась на 56,1 тыс. га (9,4 %) и достигла 543,9 тыс. га. Среднегодовое сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения за рассматриваемый период составило 4,0 тыс. га.

Площадь земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения в республике составляла в 2010 г. – 927,5 тыс. га, а к 2023 г. она уменьшилась на 56,5 тыс. га (6,1 %) и достигла 871,0 тыс. га. Среднегодовое сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения за рассматриваемый период составило 4,0 тыс. га.

Площадь земель лесного фонда в республике составляла 8410,1 тыс. га, а к 2023 г. она увеличилась на 470,7 тыс. га (5,6 %) и достигла 8880,8 тыс. га. Среднегодовое увеличение площади земель данной категории за рассматриваемый период составило 33,6 тыс. га.

Площадь земель водного фонда в 2010 г. в республике составляла 39,8 тыс. га, а к 2023 г. она уменьшилась на 4,6 тыс. га (11,6 %) и достигла 35,2 тыс. га. Среднегодовое сокращение площади земель водного фонда за рассматриваемый период составило 0,3 тыс. га.

Площадь земель запаса в республике составляла 662,3 тыс. га, а к 2024 г. она увеличилась на 29,8 тыс. га (4,5 %) и достигла 692,1 тыс. га. Среднегодовой рост площади земель запаса за рассматриваемый период составил 2,1 тыс. га.

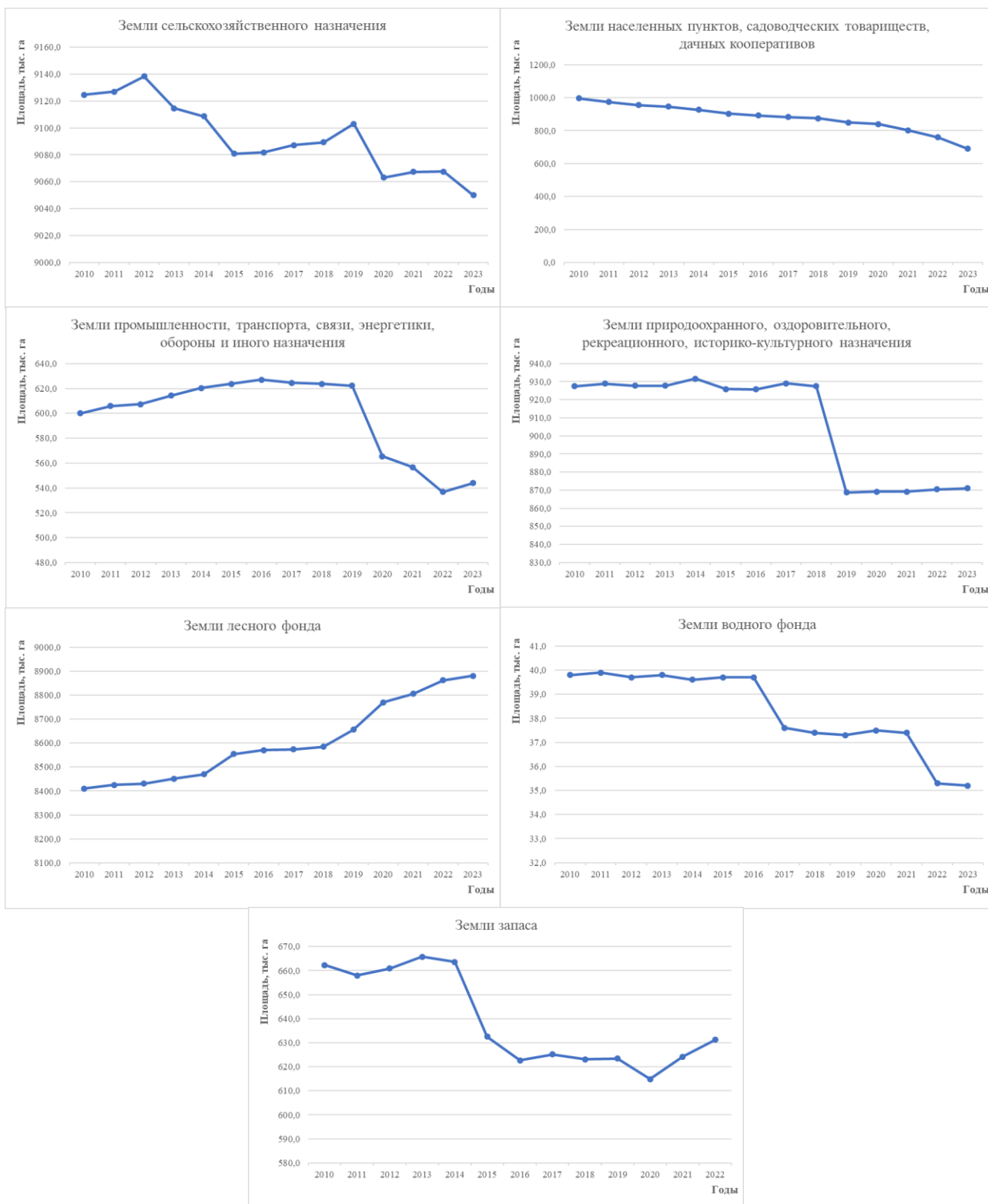


Рис. 2. Динамика площадей земель по категориям в Республике Беларусь

Таким образом, в исследованном временном периоде наблюдается устойчивое сокращение земель сельскохозяйственного назначения; земель населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; незначительное сокращение площади земель промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения, земель водного фонда. Наряду с этим наблюдается увеличение площади земель лесного фонда и площади земель запаса.

С целью изучения динамики площадей категорий земель по республике за период с 2010 по 2023 г.

применен корреляционно-регрессионный анализ, позволивший установить функции, наиболее точно описывающие происходящие изменения площадей рассматриваемы категорий земель (табл. 2).

Таблица 2. Прогнозные функции и площади земель в разрезе категорий на 2027 г.

Категория земель	Прогнозная функция	Площадь, тыс. га		Изменение площади (+), тыс. га
		2023 г.	2028 г.	
Земли сельскохозяйственного назначения	$y = -0,0305x^3 + 0,7455x^2 - 10,911x + 9144,9$	9050,0	9024,6	-25,4
Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов	$y = -1,044x^2 - 3,9971x + 983,62$	689,9	614,0	-75,9
Земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения	$y = -0,0133x^3 - 1,1583x^2 + 14,988x + 580$	543,9	434,7	-109,2
Земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения	$y = 0,1147x^3 - 3,1566x^2 + 18,892x + 903,97$	871,0	876,4	5,4
Земли лесного фонда	$y = -0,0643x^3 + 3,5497x^2 - 1,9448x + 8411,2$	8880,8	9088,1	207,3
Земли водного фонда	$y = 0,0016x^3 - 0,064x^2 + 0,2798x + 39,579$	35,2	33,7	-1,5
Земли запаса	$y = 0,9842x^2 - 16,567x + 695,75$	692,1	698,5	6,4

Полученные прогнозные функции содержат: y – расчетную площадь категории земель, тыс. га, x – порядковый номер года с начала базисного периода (с 2010 г.).

Полученные прогнозные функции позволяют выполнить прогноз площадей земель в разрезе категорий по республике, при условии того, что тенденции изменения площадей земель рассматриваемых категорий за анализируемый период сохранятся на ближайшую перспективу.

Экстраполяция устойчивых тенденций изменения площадей категорий земель и расчет прогнозируемых показателей их площадей на перспективу показал, что при сохранении текущих многолетних тенденций их изменения к 2028 г. (относительно 2023 г.) сократится площадь земель сельскохозяйственного назначения на 25,4 тыс. га, или 0,28 %; населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов на 75,9 тыс. га, или 9,99 %; земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения на 109,2 тыс. га, или 20,35 %; земли водного фонда на 1,5 тыс. га, или 4,25 %. Вместе с тем будут иметь рост площади земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения на 5,4 тыс. га, или 0,62 %; лесного фонда на 207,3, или 2,34 % и земель запаса на 6,4 тыс. га, или 1,01 %.

Устойчивое сокращение в перспективе площади земель сельскохозяйственного назначения требует разработки мероприятий по интенсификации их использования с целью обеспечения продовольственной безопасности государства и наращивания экспорта сельскохозяйственной продукции.

Согласно Кодексу Республики Беларусь о земле, земельный фонд страны, помимо категорий земель, подразделяется также по 14 видам земель [2] (рис. 2).

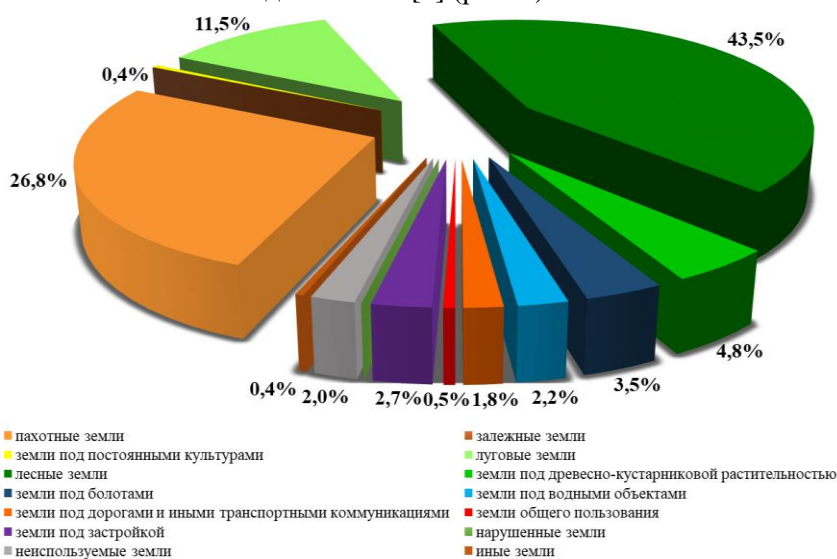


Рис. 2. Состав и структура земельного фонда республики в разрезе видов земель (по состоянию на 01.01.2024 г.) [10]

Так, пахотные земли составляют 26,82 % от всей площади республики, или 5567,8 тыс. га; залежные земли – 0,01 %, или 2,3 тыс. га; земли под постоянными культурами – 0,41 % или 85,5 тыс. га; луговые земли – 11,47 % или 2380,7 тыс. га; лесные земли – 43,49 %, или 9028,8 тыс. га; земли под древесно-кустарниковой растительностью – 4,76 %, или 987,3 тыс. га; земли под болотами – 3,50 %, или 725,8 тыс. га; земли под водными объектами – 2,24 %, или 464,6 тыс. га; земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 1,76 %, или 364,9 тыс. га; земли общего пользования – 0,52 %, или 107,0 тыс. га; земли под застройкой – 2,66 %, или 552,4 тыс. га; нарушенные земли – 0,02 %, или 3,5 тыс. га; неиспользуемые земли – 1,99 %, или 412,5 тыс. га; иные земли – 0,38 %, или 79,8 тыс. га [10].

Сельскохозяйственная освоенность территории республики находится на достаточно высоком уровне и составляет 38,71 %. Распаханность сельскохозяйственных земель – 69,28 %; под постоянными культурами занято 1,06 %; под луговыми землями находится 29,62 % от общей площади сельскохозяйственных земель. Среди луговых земель 70,91 % составляют улучшенные. Заболочено 3,50 % земель, закустарено – 4,76 %, лесистость территории Республики Беларусь составляет 43,49 %.

Площадь средостабилизирующих видов земель (естественные луговые земли, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью, под болотами и водными объектами) составляет 11899,1 тыс. га, или 57,31 % от общей площади республики.

Осушенные земли занимают 3247,9 тыс. га, или 15,64 % от общей площади земель, орошаемые – 25,8 тыс. га, или 0,12 %.

Площадь земель, загрязненных радионуклидами и выбывших вследствие этого из сельскохозяйственного оборота, составляет 248,7 тыс. га, или 1,20 % от общей площади земельного фонда республики [4].

Основными землепользователями в республике и в её административных областях являются сельскохозяйственные организации, в ведении которых находится – 8672,1 тыс. га земель, или 41,9 % земельного фонда республики и организации, ведущие лесное хозяйство – 8861,9 тыс. га, или 42,7 % соответственно. Состав земель по категориям землепользователей в разрезе республики представлен на рис. 3.

Наибольшие площади земель, находящихся в ведении сельскохозяйственных организаций, располагаются в Минской и Витебской областях – 20,2 и 18,4 % от площади земель сельскохозяйственных организаций, а наименьшие – в Могилевской и Гродненской областях – 13,9 и 14,4 % соответственно. Наибольшие площади земель организаций, ведущих лесное хозяйство, имеются в Гомельской и Витебской областях – 21,4 и 20,3 % от общей площади земель организаций, ведущих лесное хозяйство, а наименьшие – в Могилевской и Гродненской областях – 14,9 и 10,7 % соответственно.



Рис. 3. Распределение земельного фонда республики в разрезе категорий землепользователей (по состоянию на 01.01.2024 г.) [10]

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле земельные участки могут предоставлять-

ся землепользователям или находится у них на праве государственной или частной собственности, на праве собственности иностранных государств, международных организаций; пожизненное наследуемое владение; в постоянном пользовании; в временном пользовании; аренде или субаренде [2, с. 21].

Распределение земель по формам собственности и видам прав на землю в разрезе административных областей Республики Беларусь представлено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение земельного фонда республики по формам собственности и видам прав на землю (на 01.01.2024 г.), тыс. га [10]

Область	Формы собственности и виды прав на землю					в частной собственности, всего
	в государственной собственности, всего	в том числе			арендуемых	
		в пожизненном наследуемом владении	в постоянном пользовании	во временном пользовании		
Брестская	3270,7	127,7	2885,4	88,5	55,2	7,0
Витебская	3995,2	106,9	3615,8	73,6	19,6	11,0
Гомельская	4034,4	80,0	3773,8	48,9	25,2	3,8
Гродненская	2506,6	102,7	2301,9	23,9	22,0	6,6
Минская	3981,5	125,8	3583,4	38,1	123,8	37,4
Могилевская	2905,2	91,3	2638,1	43,5	21,3	3,5
Республика Беларусь	20693,6	634,4	18798,4	316,5	267,1	69,3

В государственной собственности находится 20693,6 тыс. га, или 99,7 % от общей площади земельного фонда республики, в частной – 69,3 тыс. га, или 0,3 % [10]. Это объясняется тем, что не предоставляются для передачи в частную собственность земли сельскохозяйственного назначения; земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного и культурного назначения; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями; земли общего пользования. Для передачи в частную собственность предусмотрены земли, предназначенные для строительства и обслуживания жилья, ведения личного подсобного хозяйства, земли для садоводства и дачного строительства [2, ст.15].

Наибольшая площадь земель, находящихся в государственной собственности, имеется в Гомельской области – 19,5 % от общей площади данной формы собственности, а наименьшая в Гродненской области – 12,1 %, от общей площади земель, находящихся в данной форме собственности. Наибольшая площадь земель, находящихся в частной собственности, имеет место в Минской области – 54,0 %, а наименьшая в Могилевской области – 5,1 % от общей площади земель республики, находящихся в частной собственности.

Из 69,3 тыс. га земель, переданных в частную собственность, 29,0 тыс. га, или 41,8 % от их общей площади – земли граждан, предоставленные для строительства и обслуживания жилого дома; 19,6 тыс. га – 28,3 % – земли, предоставленные гражданам для ведения личного подсобного хозяйства; 20,6 тыс. га, или 29,9 % – земли граждан, предоставленные для садоводства и дачного строительства [10].

Из всех законодательно определенных в республике видов прав на земельные участки преобладает право постоянного пользования, которое составляет 90,8 %, а минимально реализуется право аренды, которое достигает только 1,3 % от площади земель, находящихся в государственной собственности.

Земли Республики Беларусь в настоящее время находятся в пользовании у 3035945 землепользователей, которые используют соответственно 20762,9 тыс. га земель [10].

Изучение качественного состояния земель показало, что балл плодородия почв сельскохозяйственных земель по республике составляет 30,0. Минимальный балл плодородия – 26,6 наблюдается в Витебской, а максимальный – 33,2 в Гродненской области; пахотных, залежных и земель под постоянными культурами соответственно – 28,2 – в Гомельской и 35,7 – Гродненской области. Общий балл кадастровой оценки сельскохозяйственных земель по республике составил 31. Вместе с тем имеет минимальное значение 24,2 – в Витебской области, а максимальное – 32,4 в Гродненской области [11].

Вместе с тем эффективность использования пахотных земель не всегда коррелирует с их качеством почв, что говорит о наличии резервов в повышении интенсивности их использования (табл. 4). При этом урожайность зерновых и зернобобовых культур принималась как средняя за период с 2015 по 2023 гг.

Таблица 4. Качественная характеристика пахотных земель и эффективность их использования (разрезе административных областей)

Область, республика	Балл кадастровой оценки пахотных земель [11]	Позиция области по баллу кадастровой оценки пахотных земель	Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га [9]	Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/100 балло-га пахотных земель	Позиция области по урожайности зерновых и зернобобовых культур ц/100 балло-га пахотных земель
Брестская	31,5	3	36,1	114,6	2
Витебская	26,1	6	26,5	101,5	4
Гомельская	28,2	5	24,6	87,2	6
Гродненская	34,6	1	41,3	119,4	1
Минская	33,0	2	35,8	108,5	3
Могилевская	30,2	4	27,8	92,1	5
Республика Беларусь	31,0	–	32,0	103,2	–

Исходя из данных исследования, приведенных в табл. 4, видно, что в целом по республике урожайность зерновых и зернобобовых культур на 100 балло-га составляет 103,2 ц. Наиболее высокая урожайность зерновых и зернобобовых культур на 100 балло-га наблюдается в Гродненской области – 134,0, а наиболее низкая – в Гомельской области – 87,2 ц/100 балло-га. Вместе с тем по Минской области, несмотря на более высокое плодородие пахотных земель по сравнению с Брестской областью, наблюдается несколько меньшая урожайность зерновых и зернобобовых культур на 100 балло-га – 108,5 ц, при 114,6 ц/100 балло-га – в Брестской области. Аналогичную ситуацию можно отметить в Могилевской и Гомельской областях – 92,1,5 и 87,2 ц/ на 100 балло-га соответственно относительно урожайности зерновых и зернобобовых культур 101,5 ц/100 балло-га пахотных земель Витебской области, что говорит о наиболее эффективном их использовании.

Заключение

Анализ количественных и качественных характеристик и определение основных тенденций динамики земельных ресурсов позволят осуществлять эффективное планирование землепользования в Республике Беларусь посредством принятия ряда государственных программ, осуществления прогнозов использования и охраны земельных ресурсов, проведения землеустройства и разработки соответствующей проектной документации, включающей региональные схемы использования и охраны земельных ресурсов, схем землеустройства административно-территориальных и территориальных единиц, территорий особого государственного регулирования, проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, рабочих проектов по рекультивации земель, земельных контуров, защите почв от эрозии и др.

Процесс планирования обеспечивает регулирование землепользования, рациональное перераспределения земель с учетом развития отраслей экономики, субъектов хозяйствования и потребности граждан в земельных участках. Современное планирование землепользования неразрывно связано и осуществляется с использованием геоинформационного обеспечения, основанного на использовании данных дистанционного зондирования земли, земельно-информационных систем (ЗИС), Геопортала земельно-информационной системы Республики Беларусь и web-технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года: с изм. и доп., принятыми на Респ. референдумах 24 нояб. 1996 г. и 17 окт. 2004 г. и 27 февр. 2022 г. – Минск: Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь, 2022. – 80 с.
2. Кодекс Республики Беларусь о земле: вступает в силу с 1 янв. 2023 г. – Минск: Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь, 2022. – 168 с.
3. Государственная программа «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021 – 2025 годы. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100055> – Дата доступа: 07.12.2024.
4. Положение о порядке изъятия и предоставления земельных участков. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22300032&p1=1> – Дата доступа: 07.12.2024.
5. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gismap.by/#/about>. – Дата доступа: 18.12.2021.
6. Колмыков, А. В. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения: монография / А. В. Колмыков. – Горки: БГСХА, 2013. – 337 с.
7. Колмыков, А. В. Современное состояние и перспективы использования земель сельскохозяйственного назначения Республики Беларусь / А. В. Колмыков, А. Н. Авдеев. // Вестник БГСХА. – 2021. – №1. – С. 184–182.
8. Помелов, А. С. Структурирование земельных ресурсов и регулирование землепользования в Беларуси / А. С. Помелов. – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2013. – 528 с.

9. Регионы Республики Беларусь. Основные социально-экономические показатели областей, городов и районов 2024: Статистический сборник / отв. за выпуск: Е. М. Палковская. – Минск: Нац. статистический комитет Респ. Беларусь, 2024. – Т.2 – 586 с.

10. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2024 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr. – Дата доступа: 07.12.2024.

11. Результаты корректировки кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, утвержденные приказом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 14 ноября 2022 г. № 261 // Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gki.gov.by/ru/rezultati_kadaastrovoi_ocenki/ – Дата доступа: 08.01.2025.

12. Словарь-справочник землеустроителя / Под. ред. А. С. Помелова. – Минск: Учеб. центр подгот., повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2004.– 271 с.

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 316. 647.5

ТОЛЕРАНТНОСТЬ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

О. М. АСТАХОВА, В. В. МАСИЧ, А. В. ЦВЫР

*УО «Белорусская государственная ордена Октябрьской Революции
и трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 20.01.2025)

В статье рассматривается проблема существующих противоречий различного уровня современного общества и важность формирования, в связи с этим такого личностного качества, как толерантность у студентов и преподавателей вуза.

***Ключевые слова:** противоречие, толерантность, учебная деятельность, принцип дополнительности, согласие.*

The article examines the problem of existing contradictions of various levels of modern society and the importance of forming, in this regard, such a personal quality as tolerance in students and teachers of the university.

***Key words:** contradiction, tolerance, educational activity, principle of complementarity, agreement.*

В современной общественно-политической жизни наблюдается обострение различных по уровню, содержанию и масштабу противоречий. Об этом открыто говорят государственные деятели, политики, социологи, представители самых различных сфер жизни и деятельности: бизнеса, экономики, образования, науки и культуры. К числу таких противоречий относятся геополитические, межнациональные, этнические, религиозно-нравственные, экологические, ценностные и многие другие. Противоречия проявляются также на уровне интересов различных групп людей, характеризующихся порою полярными и трудно совместимыми взглядами, убеждениями, верованиями, представлениями относительно приоритетов их реализации [1, с. 265].

На современном этапе развития общества указанные противоречия еще больше обостряются, что стало грозить выживанию человеческого сообщества. Такое положение ситуации требует выработки таких стратегий мышления и деятельности, которые способствовали бы установлению и достижению согласия на самых различных уровнях, по широкому кругу вопросов и противоречий.

В связи с этим становится актуальным философское осмысление путей достижения согласия, а также их закрепление в виде законодательных актов, деклараций, а что еще более важно, закрепление в виде общепризнанной системы ценностей, в основе которой лежат такие общие термины, как **консенсус (согласие), компромисс, а также более узкоспециализированные: терпимость, прощение, ненасилие, сочувствие, понимание, сопереживание, взгляд на окружающий мир глазами другого человека, т. е. то, что обозначается термином «толерантность» (от лат. tolerantia – терпение, снисходительность).**

Важность этого феномена в современной жизни столь сильна, что в ЮНЕСКО была принята Декларация принципов толерантности, включающих уважение, принятие и правильное понимание богатого многообразия культур нашего мира, наших форм самовыражения и способов проявления человеческой индивидуальности [3]. Несомненно, важная роль в формировании толерантности принадлежит системе образования.

Из вышесказанного следует, что толерантность следует рассматривать как одно из необходимых условий эффективной профессиональной реализации будущего специалиста – выпускника вуза. Это предполагает выстраивание студентом собственного профессионально – образовательного маршрута: выбор учебного заведения для профессионального образования в соответствии с оценкой уровня

собственных способностей и возможностей, выбор конкретной специальности, а также оценку степени овладения будущей профессией, начиная с первых шагов обучения в вузе.

Во-вторых, в процессе вузовского обучения, студент приобретает первоначальные навыки не только профессионального, но и социального общения, усваивает как документально закреплённые, так и «неписанные» нормы и правила, т. е. овладевает первоначальными навыками культуры толерантности.

Как отмечают многие ученые, занимающиеся проблемой формирования толерантности, одним из факторов ее формирования является приобретение человеком социально значимых норм и правил поведения. Другим фактором формирования толерантности личности является стремление человека к самосознанию, расширению своего кругозора, формированию мировоззренческой позиции и т. д.

Достаточно эффективно толерантность формируется в процессе разрешения конфликтных ситуаций. В процессе различных форм учебной деятельности, студент может сталкиваться с такими конфликтными ситуациями, требующими принятия продуктивных решений. Обучение этому как в аудиторной, так и во внеаудиторной деятельности обязательно осуществляется, и выпускник вуза к моменту его окончания приобретает тот или иной багаж социального опыта, и, в частности, некоторого опыта решения конфликтных ситуаций. При целенаправленном формировании указанного личностного качества, результат будет очевидно более продуктивным.

Часто толерантность в учебном процессе рассматривают как характеристику критического стиля мышления, выражающего ту его особенность, которая характеризуется словами «взвешенность суждений», «всесторонний многоплановый анализ», «тщательная экспертиза», «неспешность выводов и суждений», и т. п. [1].

Наблюдения и анкетирование студентов различных факультетов (1 и 2 курс МСФ, АТФ, БиА) показывают, что уровень сформированности данного социально и профессионально значимого качества личности недостаточен. Потому требуются разработка и внедрение различных методик формирования толерантности в вузовской научной и образовательной среде.

Ученые-исследователи проблемы формирования толерантности отмечают, что для ее целенаправленного формирования эффективными являются разработка и применение так называемых психодрам. Это социально-психологический театр, в котором отрабатывают умение чувствовать ситуацию в коллективе, оценивать и изменять состояние человека, умение войти в контакт с человеком противоположных взглядов на какую-то ситуацию или явление. Нередко такие психодрамы реально возникают в студенческой аудитории. Преподаватель должен быть готов грамотно управлять этим процессом и разяснять как правильно вести себя в данной ситуации.

В высшем профессиональном образовании указывают еще такие противоречия, которые связаны с функционированием системы высшего профобразования как целого. К ним относятся, в частности, следующие:

- противоречия, неизбежно возникающие при реализации в вузовском учебном процессе современных подходов и парадигм, среди которых, например, деятельностный, личностно-ориентированный подходы, педагогика ненасилия, креативная педагогика и т. п.;

- противоречие между стремительно возрастающим объемом научных знаний и неразработанностью высокоскоростных технологий и способов их усвоения, между необходимостью для современного специалиста обладать как можно более широким научным и профессиональным кругозором и необходимостью как можно более глубоко владеть относительно узкой областью непосредственной профессиональной деятельности и др.;

- противоречие между широко декларируемыми ныне идеями свободы личности и выбора путей ее реализации и неизбежными в учебном процессе элементами принуждения, соответствия тем или иным рамкам, ограничениям, критериям, эталонам и стандартам.

К данному типу относятся также противоречия, порождаемые несоответствием содержания конкретных учебных программ и форм его усвоения, тем задачам, которые должен уметь решать на высоком уровне специалист, выпускник вуза.

Но для того, чтобы формировать толерантность у студентов, необходима соответствующая подготовка преподавателей. В связи с этим целесообразно включать преподавателя в такие формы работы, конструировать для него такое содержание образования, которое способствовало бы формированию у него следующих представлений:

- практически любое глобальное противоречие имманентно присуще системе высшего профессионального образования и в большинстве случаев будет существовать еще длительное время;

– попытки не принимать его во внимание или решать «экстремальным» путем, искусственно затушевывая или преувеличивая значимость одной из пары обуславливающих его полярных «составляющих», непродуктивны, обречены на провал, часто порождают множество новых противоречий;

– попытки разрешения тех или иных противоречий путем внедрения в систему высшего профобразования различных инновационных подходов, приемов и способов организации учебного процесса, не всегда эффективны.

К числу важных форм работы по самосовершенствованию толерантности преподавателя следует по нашему мнению отнести:

- изучение специальных фрагментов курсов философии, методологии науки и научного познания;
- освоение фрагментов курсов педагогики высшей школы, в которых представлены как в общем, так и в конкретном воплощении все заявленные выше идеи;
- участие преподавателя в различных спецкурсах, написание курсовых, дипломных и других квалификационных работ, а также статей, научных очерков по указанным проблемам [1].

Всем этим отнюдь не ограничиваются возможности поиска методик формирования толерантности на уровне глобальных противоречий, имеющих под собой глубокую философскую основу.

Человек с высоким уровнем толерантности обладает характерным комплексом поведения, характеризующимся пониженной агрессивностью. Преобладает тенденция к продуктивному разрешению конфликтных ситуаций путем переговоров, наставлений и разъяснений студентам правильного понимания различных ситуаций.

К числу рассмотренных примеров следует отнести диалектическое понимание преподавателем вуза принципа дополнительности и его конкретных проявлений в вузовском образовательном пространстве.

В обобщенном варианте он звучит следующим образом: по многим изучаемым различными науками объектам и процессам вполне возможен не только один единственный подход, а несколько различных подходов, рассматривающих в качестве основных разные стороны, свойства и отношения исследуемых объектов и явлений.

Принцип дополнительности был сформулирован еще в начале XX века Н. Бором и активно использовался, и развивался в физическом научном познании: первоначально – в квантовой механике, затем «проник» и в классические области физики. Сегодня всем известно, что статистический и термодинамический подходы к описанию макросистем находятся в отношении дополнительности. Очевидно, что многочисленные примеры, проявления данного принципа могут быть найдены и в других областях научного знания, – в частности, в социально-гуманитарных, к которым относится педагогика высшей школы.

Этот принцип имеет самое непосредственное отношение к проблеме толерантности у субъектов высшего профессионального образования. При внедрении различных инновационных проектов: программ, пособий, учебников, руководств, так и при использовании традиционных форм работы наблюдается на практике не диалектическое понимание данного принципа. Это выражается в замене подхода по принципу «и – и» дихотомичным «или – или». Это выражается в том, что, реализуя тот или иной способ организации учебного процесса, преподаватель практически начисто отвергает все другие. Зачастую нет понимания того, что другие подходы вовсе не противоречат тому, на который он сам ориентируется. За основу могут приниматься совершенно другие свойства, особенности и исходные позиции в исследуемых объектах и явлениях. Такой подход может вносить негатив в учебный процесс.

Таким образом, для формирования толерантности у студентов, как личностного качества повышения будущей профессиональной квалификации, преподаватель вуза сам должен быть подготовлен к формированию толерантности и осознать важность такой педагогической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков, В. А. Теория и практика высшего профессионального образования: учебное пособие для слушателей ФПК и преподав. вузов / В. А. Попков, А. В. Коржув. – М.: Академический проект, 2004.
2. Гусинский, Э. Н. Введение в философию образования / Э. Н. Гусинский, Ю. И. Турчанинова. – М., 2000.
3. Декларация прав человека и гражданина // Международные акты о правах человека: сборник документов. – М.: Издательская группа НОРМА – ИНФРА – М., 2008.

**УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ
ОРГАНИЗАЦИЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В УВО**
(по материалам социологических исследований)

В. В. ВЕЛИКАНОВ, Н. Г. ТРАПЯНОК, И. А. ХОДЫРЕВА

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 03.02.2025)

В данной статье, опираясь на результаты социологических исследований, проводится анализ условий, в которых осуществляется образовательный процесс в УВО, а также даётся оценка удовлетворённости профессорско-преподавательского состава ведущих аграрных УВО организацией подготовки специалистов для АПК Республики Беларусь. Сравнительный анализ данных, полученных в ходе социологического исследования, создаёт необходимые предпосылки для разработки действенных мер, направленных на повышение уровня удовлетворённости профессорско-преподавательского состава. Это является ключевой целью исследования удовлетворённости педагогических работников в современных учреждениях высшего образования. Социологическая оценка условий организации образовательного процесса была проведена на основе анкетного опроса педагогических работников четырёх ведущих аграрных учреждений высшего образования Республики Беларусь. Составление анкет, обработка результатов и подготовка отчётной и информационной документации осуществлялись межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга управления качеством высшего аграрного образования совместно с лабораторией социологических исследований УО БГСХА.

Ключевые слова: образовательные программы, модульно-рейтинговая система обучения, материально-техническая база, научно-исследовательская работа, практическая подготовка, педагогические работники, удовлетворенность.

In this article, based on the results of sociological research, an analysis of the conditions in which the educational process is carried out in higher education institutions is carried out, and an assessment of the satisfaction of the teaching staff of leading agricultural higher education institutions with the organization of training specialists for the agro-industrial complex of the Republic of Belarus is given. A comparative analysis of the data obtained during the sociological study creates the necessary prerequisites for the development of effective measures aimed at increasing the level of satisfaction of the teaching staff. This is the key goal of the study of the satisfaction of teaching staff in modern higher education institutions. A sociological assessment of the conditions for organizing the educational process was carried out on the basis of a questionnaire survey of teaching staff of four leading agricultural higher education institutions of the Republic of Belarus. Compilation of questionnaires, processing of results and preparation of reporting and information documentation were carried out by the interuniversity research laboratory for monitoring quality management of higher agricultural education together with the laboratory of sociological research of the EE BSAA.

Key words: educational programs, modular-rating system of training, material and technical base, research work, practical training, teaching staff, satisfaction.

Введение

Обеспечение качества образования происходит по разным направлениям, среди которых основными являются: образовательные программы, реализуемые УВО, квалифицированные кадры и научно-методическое обеспечение, материально-техническая база, организация и качество образовательного процесса.

Оценка удовлетворенности потребителей проводится для достижения следующих целей:

- получение информации о состоянии учебного процесса;
- совершенствование организации основных и вспомогательных процессов с учетом требований потребителей и других заинтересованных сторон;
- улучшение качества академических услуг и продукции;
- разработка корректирующих и предупреждающих действий по устранению явных и потенциально возможных несоответствий.

Задачей проведения социологических опросов, направленных на изучение уровня удовлетворённости, заключается в предоставлении педагогическим работникам актуальной информации, которая позволит им целенаправленно совершенствовать отдельные аспекты своей педагогической деятельности и повышать её качество. Кроме того, результаты таких опросов могут быть использованы для разработки и внедрения мероприятий, направленных на улучшение качества образовательных услуг, повышение эффективности педагогического труда и формирование мотивации у профессорско-преподавательского состава УВО.

Профессионализм и уровень квалификации педагогического работника оказывают непосредственное воздействие на качество образовательного процесса, в связи с чем крайне значимым представляется степень удовлетворённости преподавателя организацией образовательного процесса в УВО.

Н. В. Великоборец, освещая проблематику уровня удовлетворенности категории потребителей в образовательном процессе, отмечает, что в педагогической деятельности преподаватели сталкиваются с рядом проблем разнопланового характера. И позитивно-творческий подход к эффективному осуществлению их планов напрямую зависит от удовлетворенности преподавателей разными сторонами не только работы, но и жизни в целом. Вместе с тем, в статье отмечена положительная оценка уровня удовлетворенности педагогических работников факультета бухгалтерского учета УО БГСХА, что позволяет достаточно продуктивно осуществлять подготовку конкурентоспособных и востребованных специалистов для агропромышленной сферы [2].

Микелевич Е. Б в статье «Профессиональное благополучие преподавателя учреждения высшего образования на современном этапе» анализирует значимость профессионального благополучия профессиональной деятельности преподавателя учреждения высшего образования (УВО) для повышения качества образования, приводит некоторые средовые факторы, способствующие росту напряженности профессиональной деятельности преподавателя и снижению уровня профессионального благополучия [4].

Дзюба И. А и другие социологи проводят исследования профессиональных компетенций и образовательных запросов педагогических работников. Их публикации знакомят с методологией и методикой исследования различных факторов педагогической профессии и стратегий профессионального развития педагогов Республики Беларусь. В них содержатся текущие и накопленные за годы исследований результаты, которые характеризуют профессиональную самоактуализацию педагогов. Главное внимание уделено новым смыслам, которые педагогические работники вкладывают в формирование своих профессиональных ориентаций и направлений профессионального развития [3].

В Российской Федерации также имеются научные публикации, в которых рассматриваются актуальность проблемы удовлетворенности профессорско-преподавательского состава своей педагогической деятельностью в условиях современных социокультурных вызовов, предъявляющих новые требования к организации образовательного процесса [1, 7, 8].

Основная часть

1. Удовлетворенность ведущими компонентами организации учебного процесса. В целях повышения уровня удовлетворенности профессорско-преподавательского состава качеством подготовки специалистов для агропромышленного комплекса, в сентябре-октябре 2024 года был проведен опрос среди педагогических работников 4 учреждений высшего образования, подведомственных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Обработка результатов опроса проводилась по всему массиву и в разрезе аграрных УВО. Всего было опрошено 530 респондентов, включая представителей БГСХА – 152 чел., БГАТУ – 126, ВГАВМ – 130 и ГГАУ – 122 человека. При этом учитывался профиль преподаваемых дисциплин и стаж преподавания.

При обработке результатов опроса по удовлетворенности ведущими компонентами организации учебного процесса установлено, что педагогические работники удовлетворены выше среднего (4,49 и 4,47 баллов) актуальностью содержания программной документации и актуальностью наполнения реализуемых образовательных программ. Несколько ниже был результат удовлетворенности среди ППС уровнем учебно-методического обеспечения – 4,31 балла.

Удовлетворенность ППС ведущими компонентами организации учебного процесса в разрезе аграрных УВО представлена на рис. 1.

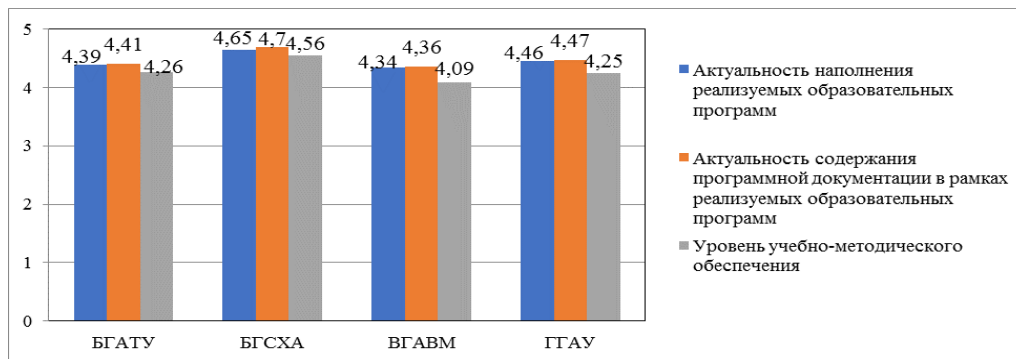


Рис. 1. Удовлетворенность ППС ведущими компонентами организации учебного процесса

Так, наименьшую удовлетворенность по сравнению с другими УВО актуальностью наполнения образовательных программ высказали педагогические работники ВГАВМ (4,34 балла). Самую высокую

кую степень удовлетворенности программной документацией (4,70) и методическим обеспечением учебного процесса (4,56) отметили педагогические работники БГСХА [5, 6].

2. Удовлетворенность планированием и технологиями управления учебной работой. Организация образовательного процесса в значительной степени определяется эффективностью планирования и результативностью управления образовательной деятельностью. Важными аспектами являются оптимальное распределение объема учебных занятий и нагрузки профессорско-преподавательского состава, а также внедрение модульно-рейтинговой системы обучения студентов.

Результаты опроса по данному критерию свидетельствуют, что 90 % преподавателей (по всему массиву) в высокой степени удовлетворены (отметки «4» и «5») тем, как составлено в их УВО расписание учебных занятий, 83 % – распределением и объемом своей учебной нагрузки, 82 % – применением модульно-рейтинговой системы обучения. В разрезе учебных заведений полученные обобщенные оценки удовлетворенности респондентов (в баллах) распределились следующим образом (рис. 2).

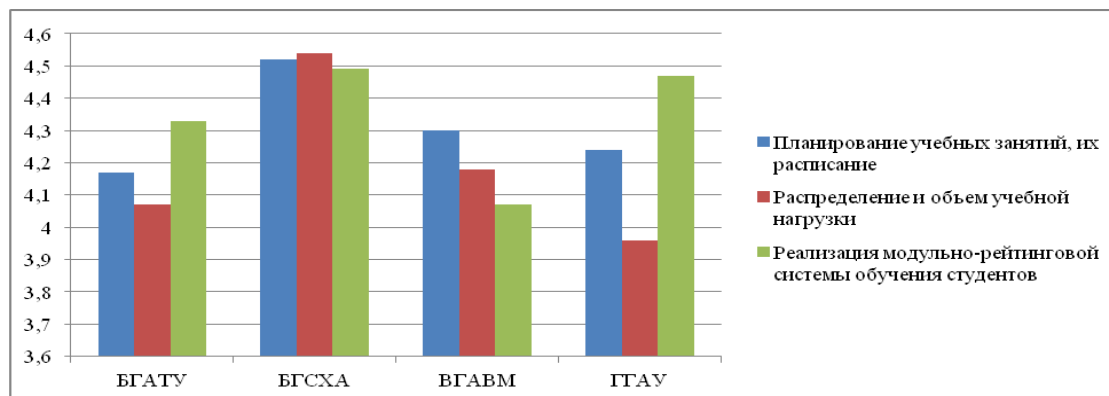


Рис. 2. Удовлетворенность планированием учебного процесса

Обработка результатов опроса позволила установить, что ниже, чем в других УВО, наблюдается уровень удовлетворенности респондентов планированием учебных занятий, их расписанием в БГАТУ (4,17), в то время как в БГСХА данный показатель составил 4,52, в ВГАВМ – 4,30, в ГГАУ – 4,24 балла. Распределением и объемом учебной нагрузки самая высокая удовлетворенность отмечена у респондентов БГСХА – 4,54 балла, а самая низкая у респондентов ГГАУ – 3,96 баллов.

Показатели удовлетворенности реализацией модульно-рейтинговой системой обучения студентов (МРС) распределились следующим образом: БГАТУ – 4,33 балла, БГСХА – 4,49, ВГАВМ – 4,07 и ГГАУ – 4,47 баллов [5, 6].

3. Удовлетворенность материально-техническим обеспечением учебного процесса. В настоящее время преподавательская работа является сочетанием различных видов деятельности по формированию компетенций у студентов, созданию образовательных ресурсов, размещаемых в информационной среде посредством новых способов коммуникации. Все это требует соответствующего уровня материально-технического обеспечения преподавателя всеми необходимыми материалами, при помощи которых можно обеспечить эффективное выполнение им своих трудовых функций.

В разрезе учебных заведений полученные обобщенные оценки удовлетворенности преподавателей обеспечением их дисциплин необходимыми помещениями, средствами информатизации и компьютеризации, оборудованием и материалами (в баллах) отражены на рис. 3.

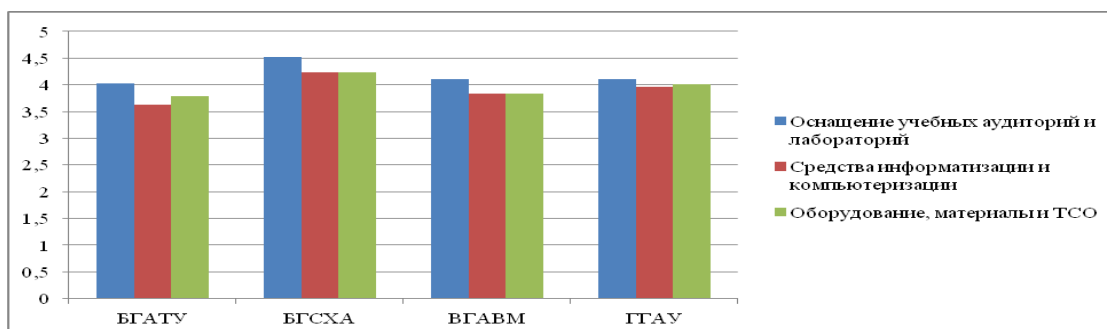


Рис. 3. Удовлетворенность ППС материально-техническим обеспечением учебного процесса по УВО

Балльные значения уровня удовлетворенности ППС оснащением учебных аудиторий и лабораторий распределились следующим образом: БГАТУ – 4,02 балла, БГСХА – 4,52, ВГАВМ – 4,10, ГГАУ – 4,11 баллов. Показатели удовлетворенности формированием цифровой среды обучения и преподавания, доступом к электронным ресурсам составили: БГАТУ – 3,62 балла, БГСХА – 4,23, ВГАВМ – 3,84, ГГАУ – 3,96 баллов. По ряду вопросов в анкете об обеспечении необходимым оборудованием и ТСО для проведения лабораторных, практических и лекционных занятий были получены следующие значения: БГАТУ – 3,78 баллов, БГСХА – 4,24, ВГАВМ – 3,84, ГГАУ – 4,01 балла. Оценивая результаты опроса ППС в разрезе УВО, можно отметить, что средние показатели по всему массиву респондентов были на уровне 4,21 баллов, 3,93 и 3,98 баллов. Самые высокие показатели по данному ряду вопросов отмечены у респондентов БГСХА, а самые низкие – у респондентов БГАТУ [5, 6].

4. Удовлетворенность научно-исследовательской работой со студентами. Научно-исследовательская деятельность становится всё более значимым элементом профессионального становления будущих специалистов, занимая ключевое положение в их подготовке. Определяющей стороной эффективности проведения НИРС является ее организация и управление.

В настоящее время исследовательская и практическая составляющие профессиональной подготовки в системе высшего образования приобретают первостепенное значение. В связи с этим обеспечение потребностей профессорско-преподавательского состава в организационном, техническом и методическом сопровождении этой деятельности становится одной из приоритетных задач аграрных учреждений высшего образования. Результаты оценки преподавателями своей удовлетворённости исследовательской и практической составляющими педагогической работы со студентами представлены на рис. 4.

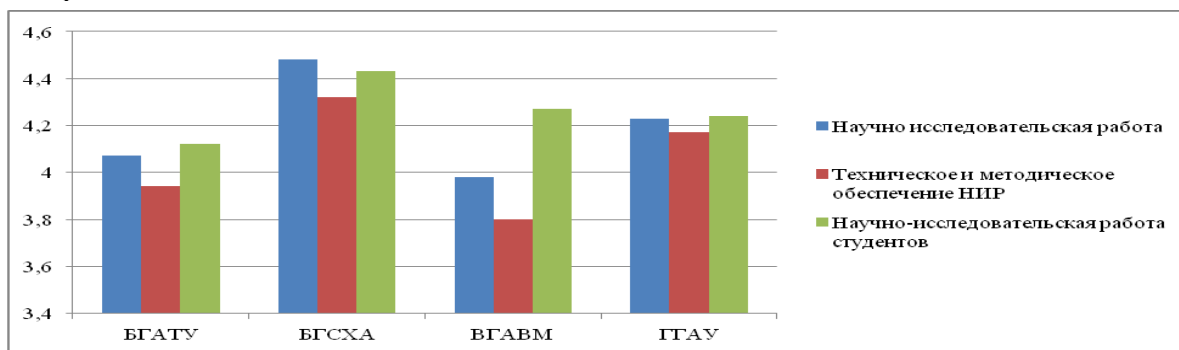


Рис. 4. Удовлетворенность ППС научно-исследовательской составляющей педагогической работы

Анализ данных, позволяет сделать вывод о том, что уровень удовлетворённости профессорско-преподавательского состава организацией научно-исследовательской работы, а также техническим и методическим обеспечением в БГСХА является наиболее высоким (4,48 и 4,32 балла) по сравнению с другими УВО. В то же время, в ВГАВМ этот показатель является самым низким – 3,98 и 3,80 баллов. В среднем по массиву научно-исследовательская деятельность студентов была оценена профессорско-преподавательским составом по шкале удовлетворённости в 4,27 балла. Если рассматривать данный показатель в разрезе аграрных УВО, то это будет выглядеть следующим образом: БГАТУ – 4,12 баллов, БГСХА – 4,43, ВГАВМ – 4,27, ГГАУ – 4,24 балла [5, 6].

Заключение

Одним из ключевых показателей эффективной деятельности УВО является удовлетворенность ППС образовательным процессом, который состоит из многих составляющих. В аграрных УВО Республики Беларусь уделяется большое внимание мониторингу удовлетворенности преподавателей своей деятельностью и результаты этих исследований позволяют сделать вывод о том, что педагогические работники в целом демонстрируют высокий уровень удовлетворённости качеством образовательного процесса. Кроме того, процесс исследования удовлетворенности ППС в УВО нашей республики отвечает некоторым обязательным требованиям:

- *информационная открытость* – результаты обрабатываются, анализируются и собираются в отчеты, информационно-аналитические бюллетени, статьи и, тем самым, являются доступным материалом для широкого круга пользователей;

- *оперативность* обработки информации и получения достоверных результатов, а также оперативность принятия управленческих решений на основе проведённого исследования – всё это находит своё выражение в эффективности работы;

- *удобство восприятия* – данные результатов исследования систематизированы и представлены в таком виде, который позволяет оперативно принимать управленческие решения, а также осуществлять корректирующие и предупреждающие действия;

- *комплексность* – в ходе исследования анализируются факторы, оказывающие непосредственное или опосредованное воздействие на степень удовлетворённости педагогических работников, а также учитываются категории преподавателей в зависимости от профиля преподаваемых дисциплин и стажа работы в УВО;

- методики и инструменты исследования адаптированы к деятельности УВО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуленко, О. В. Роль научно-исследовательской работы студентов в подготовке будущих специалистов / О. В. Вакуленко // Вестник Щадринского государственного педагогического университета. – № 2 (26). – 2015. – С. 95–100.

2. Великоборец, Н. В. Уровень удовлетворенности категории потребителей «педагоги» как индикатор подготовки специалистов-аграрников / Н. В. Великоборец // Перспективы развития высшей школы: материалы VII Международной научно-методической конференции / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2014. – С. 90–91.

3. Дзюба, И. А. Исследование профессиональных компетенций и образовательных запросов педагогических работников : монография / И. А. Дзюба, В. Г. Реут, А. Д. Сойко; под общ. ред. канд. социол. наук, доц. В. Г. Реут ; ГУО «Акад. последиплом. образования». – Минск: АПО, 2024. – 137 с.

4. Микелевич, Е. Б. Профессиональное благополучие преподавателя учреждения высшего образования на современном этапе / Е. Б. Микелевич // Пинские чтения: материалы I международной научно-практической конференции, Пинск, 15–16 сентября 2022 г. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2022. – С. 484–487.

5. Трапянок, Н. Г. Социологическая оценка условий организации образовательного процесса в УВО / Н. Г. Трапянок, И. А. Ходырева, Е. И. Вильдфлуш // Информационно-аналитический бюллетень. – Горки: БГСХА, 2024. – 40 с.

6. Трапянок, Н. Г. Результативность модульного обучения в аграрных вузах / Н. Г. Трапянок, Е. И. Сарвино, Е. И. Вильдфлуш // Информационно-аналитический бюллетень. – Горки: БГСХА, 2018. – 29 с.

7. Федоськина, Л. А. О методике процесса исследования удовлетворенности преподавателей вуза / Л. А. Федоськина, Н. А. Новокрещенова // Высшее образование в России. – № 6. – 2011. – С. 129–134.

8. Чупрова, Л. В. Научно-исследовательская работа студентов в образовательном процессе вуза / Л. В. Чупрова // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. науч. конф. г. Санкт-Петербург. – Спб., 2012. – С. 380.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

УДК 631.6

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА (ГТП) ПОЧВЫ

Н. Б. АЛИЗАДЕ

*Министерство науки и образования Азербайджанской Республики «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Баку, Республика Азербайджан, e-mail: tekan@mail.ru*

(Поступила в редакцию 10.01.2025)

Гидротермический потенциал почв – ГТП является универсальным инструментом для оценки гидротермических ресурсов почвенной среды, расположенных в ландшафтах с различными экосистемами. Оценка почв, находящихся под пологом лиственных лесов и травянистой растительности, показывает различия по этому показателю, что указывает на разность потенциалов формирующегося под различными экосистемами и элементами ландшафта.

Ключевые слова: гидротермический режим, гидротермический потенциал почв, экосистемы ландшафта, элементы рельефа.

Soil hydrothermal potential is a universal tool for assessing the hydrothermal resources of soil environments located in landscapes with different ecosystems. An assessment of soils under the canopy of deciduous forests and herbaceous vegetation shows differences in this indicator, which indicates a difference in the potential of landscape formed under different ecosystems and elements.

Key words: hydrothermal regime, hydrothermal potential of soils, landscape ecosystems, relief elements.

Введение

Очень важна роль факторов формирования гидротермического режима почвы, таких как растительность, снежный покров, литологический состав, содержание гумуса и др. Поскольку величина потока солнечной радиации зависит от экспозиции склона, структура и плотность растительного слоя, продолжительность вегетационного периода определяют условия существования почвенной фауны [1].

Различия гидротермического режима в экосистемах, сложенных разными растительными формациями, несомненны, поскольку потребность во влаге вегетативных органов травяных, кустарниковых и древесных видов растений тесно связана с их биомассой, величиной и формой испаряющей поверхности. Поэтому сосуществование разных экосистем возможно при наличии разных почвенных сред, в разной степени обеспеченных влагой в годовом цикле [2]. Иными словами, в ее формировании лежит теоретическая основа наличия природной модели – экосистемы, совместной с гидротермическими пределами почвенной среды. Обратное можно наблюдать, когда в ландшафте доминирующую роль играют антропогенные воздействия.

С другой стороны, известно также, что трансформация гидротермического режима почвенного слоя происходит в зависимости от продолжительности воздействия солнечных лучей на элементы ландшафта. Об этом свидетельствует наличие участков с различной растительностью в среднегорных районах, на восточных и западных склонах водораздела. Такую же картину можно наблюдать и на склонах, преобразованных в результате эрозии–резкого изменения растительного покрова. Все это показывает, насколько важен запас влаги в почве при формировании растительности и ее массы, обеспечении ее устойчивости в течение года. Растительность в природном ландшафте с большой чувствительностью реагирует как индикатор-критерий гидротермического режима почвы [3, 4].

Воздействие растительности на почвенную среду зависит от ее структуры, видового состава, густоты растений и геометрических размеров. В некоторых случаях разреженность лесного покрова может уменьшать вертикальный обмен между почвой и атмосферой по сравнению с открытыми территориями. Такая ситуация наблюдается на землях под растительным покровом невысоких кустарников с полынью [5].

Лесной покров в более заметной степени изменяет температуру почвенной среды. Благодаря тому, что кроны лесных деревьев поглощают большую часть солнечной энергии, поверхность земли нагревается меньше, чем открытая территория. Поскольку летом эта разница больше, среднегодовая температура на лесных площадях ниже, чем на открытой местности.

В июне в столетнем сосновом лесу эта разница составляет 6,5 °С. Тем не менее, эта разница температур заметна на глубине до 2,3 °С по среднегодовой температуре. В дубовом лесу разница между температурой лесной почвы и температурой открытого поля весной равна 2,5–3 °С. Разница температур заметна на глубине до 2 метров в указанных местах. Влияние лесного покрова на температуру почвы ощущается преимущественно в верхних слоях и теряет свое влияние с увеличением глубины. С увеличением густоты леса эта разница, так же увеличивается [5, 6].

Так, температура почвы под лесным покровом весной и летом ниже, чем на открытой местности, а осенью и зимой выше. В этом смысле травянистые растения имеют меньшее влияние и преобладают местные характеристики. Особенности температурного режима под пологом леса связаны с плодородием почвы. Обычно лесной покров уменьшает глубину промерзания почвы. На промерзание почвы влияют метеорологические условия зимы, высота снежного покрова, густота и тип лесных деревьев. Влияние растительности местности на поглощение атмосферных осадков почвой замедляется.

Н. П. Ремезов [5], изучавший количество влаги, поглощаемой лесными растениями, показывает, что количество осадков 1–2 мм поглощается на 68–82 %, 2–10 мм на 40–50 %. Лишь осадки свыше 10 мм впитываются в почву под кронами деревьев и задерживаются на лесной подстилке. Осадки значительно более 10 мм впитываются в лесные почвы.

Поскольку дерновый слой, образующийся под травянистыми растениями, обладает высокой водопоглощающей способностью, даже на пустынных территориях это замедляет образование поверхностного стока, поглощая большую часть выпадающих атмосферных осадков. В горных районах наличие под дерновым слоем и более глубоком слоях высоко глинистого грунта после обильных дождей под травянистыми растениями в результате образования оползневой линзы создает избыточную массу воды, поступающую в слой почвы, вызывая образование внутрпочвенных потоков, называемых «верховодками», в глубине зоны аэрации, близких к поверхности земли, что в результате оползней приводит к трансформации ландшафтного рельефа и изменению структуры растительного покрова, что способствует образованию признаков опустынивания.

В статье приведены результаты исследований, проведенных по определению значения гидротермического потенциала в почвенном профиле распространенными под различными экосистемами сформировавшимися в буром горнолесном типе.

Основная часть

Объектом исследования был выбран южный склон Большого Кавказа, в предгорьях Исмаиллинского района. Почвы района относятся к бурым горнолесным типам и расположены на высоте 825–865 м. Предгорная зона состоит из небольших склонов и невысоких гор различной экспозиции (7–12÷45–75°), расположенных на западном склоне южного подножия хребта.

Метод исследования основан на определении и сравнительном анализе гидротермического потенциала почвенных сред под растительностью различных экосистем. Гидротермический потенциал почвы определялся по методике, предложенной Н. Р. Сулеймановым. Глубинное распределение температуры и влажности почвы изучали непосредственно в полевых условиях, гидротермический потенциал среды определяли на срезах, выполненных в 3-кратной повторности, и сравнивали со среднестатистическими показателями.

Согласно этой методике определить граничные условия, уточнить и охарактеризовать свойства распределения по профилю можно с помощью параметра, характеризующего произведение температуры потенциального грунта и степени его влажности, который составляет формируется под воздействием внешних климатических факторов в почвенной среде–ГТП.

Влияние воздействия экспозиции на плодородие почв в различных природных зонах определяется конкретным соотношением тепла и влаги, поступающих в почвенную среду. Этот эффект более выражен преимущественно в горных районах. Таким образом, если северные склоны некоторых горных районов умеренного пояса покрыты лесной растительностью, а южные склоны освоены под влиянием южно-горностепных фитоценозов, то процессы обработки почв актуальны [7].

Определение роли местности среди почвообразующих факторов составляет основу научных работ. По законам освещенности, поскольку, освещенность материального объекта зависит от угла падения световых лучей, большое значение имеет степень нагрева поверхности почвы, в зависимости от расположения горного склона ландшафта. Другими словами, в течение дня солнечный свет, падающий на

склон под прямым углом, определяет максимальную температуру почвенной среды за период воздействия, а воздействие под другим углом определяет нижний предел (рис. 1).

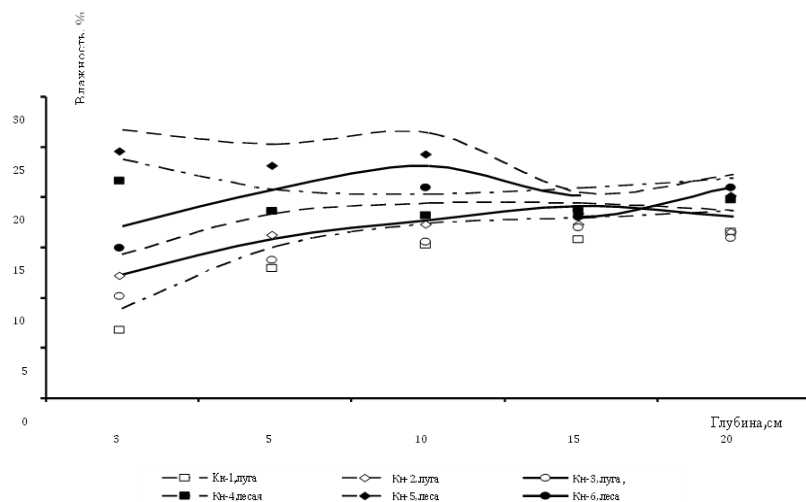


Рис. 1. Кривые изменения влажности и температуры почв в разных экосистемах по глубине

На рис. 1 графически представлены количественные показатели элементов гидротермического потенциала, формирующиеся на глубине профиля в бурых горнолесных почвенных условиях в зависимости от растительного покрова.

Данная теоретическая основа позволяет создать метод дифференциации почвенных сред, формирующихся под экосистемами, распространенными в горных зонах. Исследования, проведенные в трех повторностях, позволяют определить средние статистические значения и создать наглядное представление о закономерностях локальных особенностей распределения энергии в почвенной среде в результате влияния климата.

Как видно из рис. 1 и 2, распределение температуры в почве по глубине следует закономерности убывания, а влажности, наоборот, закономерности повышения. Это видно из сравнительного анализа кривых (графиков), построенных как по отдельным участкам, так и по средним показателям. Асинхронность кривых влажности и температуры означает, что показатели обратно пропорциональны, и определяет противоположность процессов. Подобные результаты наблюдаются в исследованиях других авторов [5].

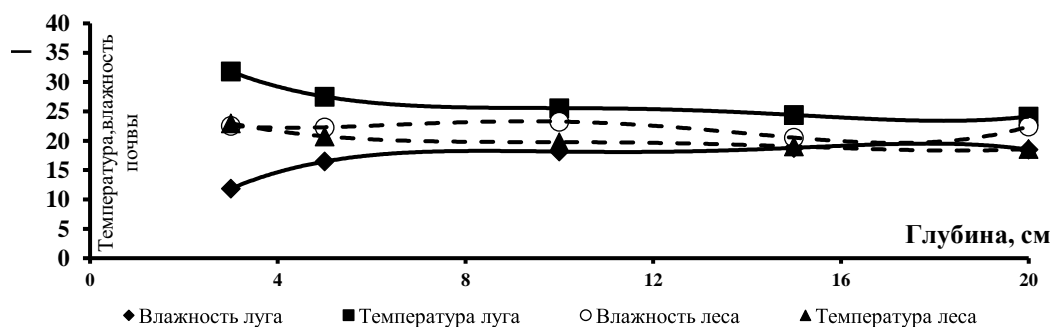


Рис. 2. Средние статистические полиномиальные кривые изменения влажности и температуры почв в разных экосистемах по глубине

Философский закон единства противоположных процессов делает совокупное выражение этих величин эффективным инструментом оценки общего потенциала почвы. Показатель гидротермического потенциала почвы—ГТП, предложенный Н. Р. Сулеймановым, увеличивается вниз по профилю [2, 9]. Совместное применение параметров, связанных с противоположными процессами, является совокупным показателем потенциала почвенной среды для развития растений и парадигмой, формируемой с учетом климатических ограничений.

Полевые и лабораторные исследования подтверждают это. Почвы под лесной и травяной растительностью различаются распределением ГТП по профилю. Эта разница сильнее ощущается в верхнем и 20-сантиметровом слое почвы (таблица).

В лесных почвах ГТП снижается вниз по профилю. Сравнительная разница между верхним слоем почвы и глубиной 20 см равна 95 μm^2 , что связано с тем, что растительные образования, составляющие лес, потребляют больше гидротермических ресурсов почвы.

Поскольку корни трав распространяются в верхнем слое почвы (0–5 см), величина ГТП меньше, чем в почве под лесом, и ее распределение по глубине имеет тенденцию к увеличению. Другими словами, потребление ГТП травянистых растений ниже, чем у лесных растений, или их потенциальные потребности различны.

Сезонные среднестатистические показатели распределения ГТП бурых горнолесных почв по глубине

Элемент рельефа, экосистема	Глубина, см	Влажность почвы, %	Температура почвы, С	ГТП, snr	Средневзвешенная величина ГТП (в слое 0–20 см), snr
Луг	3	11,8	31,8	120	209
	5	16,5	27,5	96	
	10	18,2	25,6	246	
	15	18,8	24,4	243	
	20	18,5	24,1	236	
Мезофильные леса	3	22,5	23,0	146	180
	5	22,3	20,8	87	
	10	23,3	19,8	217	
	15	20,5	19,0	183	
	20	22,4	18,6	196	
Ксерофильные леса	3	23,4	39,3	276	295
	5	25,3	34,9	265	
	10	28,4	31,8	271	
	15	32,2	27,6	267	
	20	58,1	21,2	369	

В лесных почвах ГТП снижается вниз по профилю. Сравнительная разница между верхним слоем почвы и глубиной 20 см равна 95 snr, что связано с тем, что растительные образования, составляющие лес, потребляют больше гидротермических ресурсов почвы. Поскольку корни трав распространяются в верхнем слое почвы (0–5 см), величина ГТП меньше, чем в почве под лесом, и ее распределение по глубине имеет тенденцию к увеличению. Другими словами, потребление ГТП травянистых растений ниже, чем у лесных растений, или их потенциальные потребности различны.

Из графика (рис. 3), построенного по показателям таблицы видно, что кривые в целом асинхронны, это более выражено в слое почвы 10–20 см, а также в верхних частях профиля, относительно округлая, за исключением почв под ксерофильным лесом. Основанием для исключения является то, что указанный участок ландшафта за 5 лет исследований подвергался оползням, а начальный угол уклона трансформировался с 7,75° до 19,4°. Исследования, проведенные на аналогичных склонах высотой 850–960 м в элементах ландшафта северной экспозиции, показывают, что мезофильные леса обычно формируются на склонах крутизной 18,5–27,3 градуса. Сравнительный анализ верхних слоев показал, что разница в величине ГТП в мезофильных лесных почвах составляет 86 snr. В целом распределение-изменение потенциала по глубине, в слое 0–20 см, в частности луговых, лесных и ксерофильных подлесных почв колеблется в диапазоне 96–246; 87–217; 265–369 snr. Значение параметра ГТП для среднего веса составляет 209, 180, 295 snr соответственно в указанной последовательности.

Из этого следует, что в результате естественных процессов, происходящих в микрорельефе в формате микрокатена, значение ГТП увеличилось на 86 snr за счет изменения времени экспозиции склона в элементарном ареале.

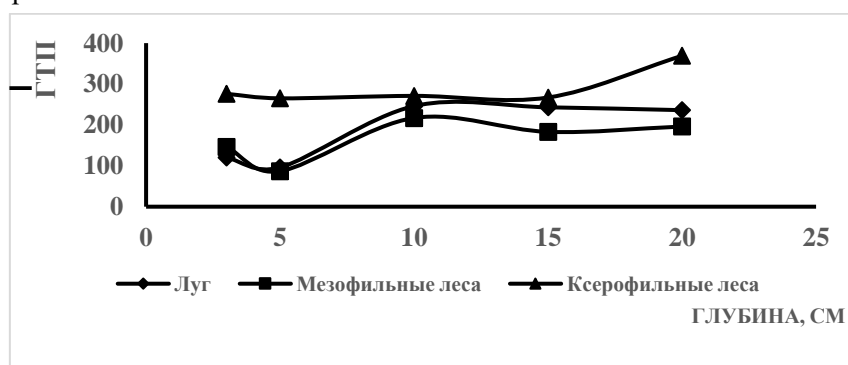


Рис. 3. Сезонные полиномиальные кривые изменения ГТП в разных экосистемах почвы по глубине

С учетом растительности, поскольку луговая территория состоит из разнотравья, прирост ГТП в результате трансформации не используется, а изменения в структуре растительного покрова склона произойдут в ближайшее время, иными словами, наличие гидротермического потенциала необходимо для развития кустарников и небольших деревьев в растительном покрове. Изменения растительности ландшафта в последующие годы доказали правильность результатов [9, 10].

Заключение

1. Для оценки реально существующего потенциала приемлем параметр гидротермического потенциала почвенной среды–ГТП, выражающийся остаточным потенциалом почвенной среды, обеспечивающий гидротермическую достаточность системы «почва-растение», определяемое мультипараметровыми приборами, проводящие измерения в режиме «почва-момент». ГТП является сводным показателем распределения влаги и температуры почвенной среды, дающий возможность оценивать почвы, находящиеся под различными ценозами, в цифровом формате пространственно-временном контексте.

2. В лесных почвах ГТП снижается вниз по профилю. Сравнительная разница между верхним слоем почвы и глубиной 20 см равна 95 snr, что связано с тем, что растительные формации, составляющие лес, потребляют больше гидротермических ресурсов почвы.

3. В целом распределение-изменение потенциала по глубине, в слое 0–20 см, в частности луговых, лесных и ксерофильных подлесных почв колеблется в диапазоне 96–246; 87–217; 265–369 snr. Значение параметра ГТП для среднего веса составляет 209, 180, 295 snr соответственно в указанной последовательности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульгин, А. М. Температурный режим почвы / А. М. Шульгин. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1957. – 242 с.
2. Сулейманов, Н. Р. Единство и борьба противоположностей как методический инструмент в решении современных проблем почвоведения / Н. Р. Сулейманов // Труды института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, XVIII т. – Баку, 2009. – С. 222–226.
3. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
4. Сулейманов, Э. Н. Почвенные параметры в качестве функциональных составляющих экологической оценки экосистем / Э. Н. Сулейманов // Труды института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, XVIII т., Баку, 2009. – С. 277–282.
5. Волобуев, В. Р. Экология почв / В. Р. Волобуев. – Баку: Элм, 1963. – 259 с.
6. Базыкина, Г. С. Влияние аномальных погодных условий последних десятилетий на водный режим типичных черноземов заповедной степи (Курская область) / Г. С. Базыкина, О. С. Бойко // Почвоведение. – 2008. – №7. – С. 833–844.
7. Геннадиев, А. Н. География почв с основами почвоведения / А. Н. Геннадиев, М. А. Глазовский. – М.: Высшая школа, 2005, 461 с.
8. Сулейманов Н. Р. Интерпретация элементов ландшафта и экосистем по гидротермическому потенциалу почвенной среды / Н. Р. Сулейманов // Материалы Международной конференции, посвященной 85-летию М. Р. Абдуева, I ч., г. – Баку-Габала, 2012. – С. 547–551.
9. Сулейманов, Н. Конференция, посвящ. 110-летию Гасана Алиева / Н. Р. Сулейманов, Н. Б. Ализаде, Р. Ш. З. Зергарова, Р. Р. Ханифазаде // Почвоведение и агрохимия, XXIII том, № 1-2. – Баку-«MSV PUBLICATION-2018». – С. 452–458.
10. Сулейманов, Н. Р. Гидротермический потенциал горнолесных почв как лимитирующий фактор экосистемы / Н. Р. Сулейманов, Э. Н. Сулейманов, Н. Б. Ализаде // Азербайджанская аграрная наука. – № 6. – Баку, 2010. – С. 29–30.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ СВЕТЛО СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ НА ОКРЕСТНОСТЯХ КУРА-АРАЗСКОЙ РАВНИНЫ

В. Г. ВЕРДИЕВА

*Азербайджанский Государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Республика Азербайджан, e-mail: Vefa_675@mail.ru*

М. Г. МУСТАФАЕВ

*Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской республики,
г. Баку, Республика Азербайджан, e-mail: meliorasiya58@mail.ru*

(Поступила в редакцию 10.01.2025)

Засоление почвы на Кура-Аразской равнине – это серьёзная проблема, но с учётом эффективного использования земельных и водных ресурсов, внедрения современных технологий и методов, а также активной государственной поддержки, возможно восстановление плодородия почвы и повышение производительности сельского хозяйства. Комплексный подход, включающий агротехнические, биологические и инженерные меры, может значительно улучшить состояние земель и вернуть их в хозяйственный оборот, обеспечив устойчивое развитие аграрного сектора региона.

Засоление почвы также может происходить в экосистемах региона. Например, реки и водоёмы, где постоянные процессы делювиального и делювиально-пролювиального засоления, могут изменять свой химический состав, который влияет на водные экосистемы.

Ключевые слова: *светло серо-бурые почвы, засоление, степень солёности, плодородие, гумус.*

Soil salinization in the Kura-Araz Plain is a serious problem, but taking into account the efficient use of land and water resources, the introduction of modern technologies and methods, as well as active government support, it is possible to restore soil fertility and increase agricultural productivity. An integrated approach, including agrotechnical, biological and engineering measures, can significantly improve the condition of the land and return it to economic circulation, ensuring the sustainable development of the agricultural sector of the region.

Soil salinization can also occur in the ecosystems of the region. For example, rivers and reservoirs, with constant processes of deluvial and deluvial-proluvial salinization, can change their chemical composition, which affects aquatic ecosystems.

Key words: *light gray-brown soils, salinization, degree of salinity, fertility, humus.*

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства, в настоящее время в нашей стране примерно 561965 гектаров земельных участков подвержены различной степени засоления. Такие почвы встречаются на Кура-Аразской равнине, имеющей самый жаркий и сухой климат в стране. Проведенные исследования показывают, что около 60 процентов земель Кура-Аразской равнины, имеющей площадь 2,2 миллиона гектаров, подверглись умеренному и сильному засолению.

Засоление почвы – это не только потеря плодородия, но и один из самых серьёзных факторов, ограничивающих потенциал сельского хозяйства в таких регионах. Однако эффективное использование земельных и водных ресурсов, а также охрана и восстановление плодородия почв играют ключевую роль в развитии сельского хозяйства и повышении его устойчивости. Засоление почвы на Кура-Аразской равнине – это следствие нескольких факторов, включая нерациональное использование ирригации, высокие температуры и нехватку естественного дренажа.

В увеличении производства сельскохозяйственной продукции очень важна роль эффективного использования земельных и водных ресурсов. В частности, охрана плодородия почв и их эффективное использование имеют большое значение для развития сельского хозяйства [1].

В последние годы многие страны начинают осознавать важность устойчивого сельского хозяйства, и это отражается в их государственной политике и законодательных инициативах. Программы, направленные на защиту и восстановление плодородия почв, являются ключевыми для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора. Важно отметить, что такие программы не только помогают повысить эффективность сельского хозяйства, но и способствуют решению более широких экологических проблем.

Принятые государственные программы и законодательные инициативы, направленные на защиту и восстановление плодородия почвы, являются важным шагом к достижению устойчивого развития сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности. Системный подход к охране почв и внедрение экологически чистых агротехнологий позволяют не только сохранить здоровье почв, но и повысить устойчивость аграрного сектора к климатическим изменениям, что крайне важно для будущего продовольственного обеспечения и экосистем.

Основная часть

Тот факт, что территория, где мы проводили наши исследования, является достаточно «чувствительной» территорией, обусловил необходимость изучения светлых серо-бурых почв. Учитывая это, большую актуальность приобретает научно-исследовательская работа, направленная на сохранение и эффективное использование земель.

Светлые серо-бурые почвы представляют собой более засушливый вариант серо-бурого типа почв и распространены в более сухих частях сухих степей, часто ниже темных и обычных серо-бурых почв. Эти почвы имеют сравнительно большую площадь в сравнительно низких частях предгорных равнин, в наклонных плюмах окружающего пояса Кура-Аразской равнины [2].

Морфологический профиль светлых серо-бурых почв в большинстве случаев хорошо дифференцирован, и на этих почвах часто формируется система горизонтов, аналогичная системе генетических горизонтов, характерная для обычных серо-бурых почв.

Светлый серо-бурый слой в значительной степени отличается от других полупустынных типов почв по следующему направлению: остатки гумуса и содержание гумуса в профиле относительно низкие, цвет фона несколько светлее, высокая карбонатность, карбонатные новые образования располагаются ближе к поверхности, карбонатно-иллювиальный горизонт чётко и более плотные, признаки засоления и солонцеватости наблюдаются значительно чаще, а также по другим характеристикам.

Светло серо-бурые почвы имеют относительно низкое содержание органических веществ (гумуса), что связано с ограниченным содержанием растительности в полупустынных климатических условиях. В таких почвах гумус обычно сосредоточен на верхних горизонтах, но его содержание значительно ниже, чем в более влажных регионах.

В предгорьях нашей республики в конусах и долинах горных рек встречаются формы делювиального и делювиально-пролювиального засоления. Делювиально-пролювиальное засоление возникает, когда осадки оседают с вымыванием солей с горных склонов, переносят их на более низкие участки, где они могут быть дополнительно осажены в результате водной эрозии и осадочных процессов. Это происходит в регионах, где горные реки и ручьи часто приводят к перемещению как мелких частиц по земле, так и растворов их в водной соли. В таких условиях накопление соли в почвах становится более выраженным, что учитывает сам процесс засоления, особенно в уменьшенных долях [3, 4, 5].

Водоразделы горных рек и склоновых участков, как правило, получают атмосферные осадки в виде дождя или снега. Эти осадки, проходя через почву и, проникая в грунт, растворяют твердые вещества, содержащиеся в верхних слоях почвы или в минералах горных пород.

Такие воды, насыщенные солями, стекают в долины и на отклонения, где они влияют на солевой состав земли, повышая ее уровень засоления. Важно отметить, что в некоторых случаях осадки, особенно дождевые, могут быть достаточно интенсивными, чтобы вымывать значительное количество солей, что приводит к их накоплению в почве [4, 5].

Соль, которая, переносится и оседает в почве, может внести значительные изменения в ее химический состав, что приводит к ухудшению ее структуры и плодородия. Высокие содержания солей в почве отрицательно влияют на способность растений следить за водой и питательными веществами, что может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

В таких условиях растения часто страдают от хлороза (пожелтение листьев) и других симптомов недостатка питательных веществ, что может вызвать применение различных агротехнических мероприятий, таких как орошение или внесение добавок и минеральных удобрений для обработки почвы.

Засоление почвы, вызванное процессами делювиального и делювиально-пролювиального засоления, представляет собой серьезную проблему для сельского хозяйства. Оно отрицательно влияет на плодородие почвы и требует принятия мер для его восстановления. В частности, можно использовать системы орошений, а также специальные методы управления водными средствами, чтобы уменьшить последствия засоления [5–7].

Почвы с большим количеством водорастворимых солей на поверхности и профиле называются засоленными. Количество солей в верхних слоях составляет от 0,6–0,7 до 2–3 % и более. Процесс солегенеза очень сложен. Встречаются в почвах с близкими грунтовыми водами и «потным» водным режимом.

Растительность солончаков разнообразна, а ее состав зависит от характера засоления и состава солей. На солончаках, подверженных высокому засолению, растительность была скудной и была представлена несколькими типами солончаков. Среди них соленый морской лещ, черный соленый, чаран и др. Профиль солончаков слабо расслоен на генетические горизонты [8, 9].

На солончаках можно увидеть все соли по длине профиля. Иногда признаки засоления наблюдаются в нижней части профиля или по всему профилю. Почвы, содержащие соли, легкорастворимые в воде до такой степени, что могут отравлять нормальное развитие растений, называются засоленными почвами.

Экспериментально установлено, что в большинстве случаев эти соли состоят из солей, образованных в почве тремя катионами (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+}) и четырьмя анионами (Cl^{-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^{-}). Эти катионы и анионы могут образовывать 12 известных солей (3).

Таблица 1. Классификация почв по степени засоления (градация)

Засоление почв	Типы засоления, сухой остаток, %			
	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Хлоридный	сульфатный
Засоленный	< 0,2	< 0,25	< 0,15	< 0,3
Мало засоленный	0,2–0,3	0,4–0,25	0,15–0,3	0,3–0,6
Средне засоленный	0,3–0,6	0,4–0,7	0,3–0,5	0,6–1,0
Сильно засоленный	0,6–1,0	0,7–1,2	0,5–0,8	1,0–2,0
Солончаки	> 1,0	> 1,2	> 0,8	> 2,0

В прибрежных зонах Кура-Аразской низменности, где проводились наши исследования, гидроморфные солончаки более распространены на орошаемых землях, на относительно менее расчлененных участках рельефа. На этих территориях грунтовые воды располагаются ближе к поверхности (глубина 1–2 м) и оказывают серьезное влияние на почвенные процессы. Растительность очень бедна и состоит в основном из галофитов (креветки, ежевики, соляной осоки, осоки, зимовки и др.).

Почвы исследуемого участка по степени засоления относятся к средне- и сильнозасоленным почвам. По сравнению с другими участками здесь больше распространены хлоридные и сульфатные типы засоления. В хлоридно-засоленных почвах количество ионов хлора (процент хлора в сухом остатке) превышает 40 %. В сульфатно-засоленных почвах преобладают сульфат-ионы. Более 40 % всех солей составляют натриево-сульфатные соли [9].

Основной причиной засоления почв является подъем соленых грунтовых вод в верхние слои земли. Это происходит в результате нарушения правил орошения и потерь воды в орошаемых регионах. Поэтому для предотвращения засоления в первую очередь необходимо бороться с потерями воды при ирригационных работах. Этого можно добиться за счет экономии поливной воды.

Мнение о том, что увеличение полива напрямую приведет к большему урожаю, часто оказывается ошибочным [4, 9, 10]. Проблема заключается в том, что растения не всегда требуют избыточного количества воды, и её чрезмерное количество может даже навредить. Избыточный полив может привести к застою воды в почве, что нарушает газообмен в корневой системе. Корни растений начинают испытывать недостаток кислорода, что препятствует их нормальному росту и развитию. Это может вызвать гниение корней и другие заболевания растений.

Чрезмерный полив может привести к вымыванию питательных веществ из верхнего слоя почвы. Почва может потерять свою структуру и стать менее плодородной, что в долгосрочной перспективе негативно скажется на урожайности. Переувлажнение способствует распространению грибков, таких как фитофтора, что может привести к болезням растений. Влажная среда является идеальной для роста патогенных микроорганизмов.

Растениям важно не только количество воды, но и её качество, а также способность почвы удерживать влагу. Иногда не слишком частый, но глубокий полив может быть более эффективным, чем частый поверхностный. Глубокие корни способны извлекать воду из более глубоких слоев почвы, что позволяет растению быть более устойчивым к засухе.

Чрезмерный полив, особенно если вода поступает в почву в больших объемах, чем необходимо для нормального роста растений, может привести к ряду серьёзных негативных последствий для почвы и экосистемы в целом. Когда почва насыщена водой сверх нормы, поры почвы заполняются влагой, что уменьшает количество кислорода, доступного для корней растений и почвенных микроорганизмов. Это создает условия для кислородного голодания, что в свою очередь негативно влияет на корневую систему растений и замедляет процесс их роста. Для многих растений недостаток кислорода в корнях может привести к их ослаблению и даже гибели.

Микроорганизмы, играющие ключевую роль в поддержании здоровья почвы (например, бактерии, грибы и другие полезные микроорганизмы), тоже страдают от переувлажнения. Большинство микроорганизмов требуют наличия кислорода для нормального функционирования, а избыточная влага создает анаэробные условия, в которых активность этих организмов значительно снижается. Это приводит к нарушению биологического баланса почвы и ухудшению её здоровья.

Когда почва переполняется влагой, часть этой воды может поступать в верхние слои грунтовых вод. В случае, если уровень этих вод поднимется слишком высоко, это может привести к подтоплению сельскохозяйственных угодий. Повышение уровня грунтовых вод также может привести к тому, что

влаги начнёт «вытягивать» солёные соединения из более глубоких слоёв почвы, что способствует накоплению соли в верхних горизонтах.

Избыточный полив может быть одной из причин повторного засоления почв. Когда вода испаряется с поверхности почвы, она оставляет за собой растворённые в ней соли, такие как натрий, кальций, магний и другие минеральные вещества. В условиях избыточного полива или ненадлежащего дренажа вода может «выжимать» соли из глубоких слоёв на поверхность, где они концентрируются, образуя солевые отложения. Это приводит к снижению плодородия почвы, ухудшению её структуры и затруднению роста большинства сельскохозяйственных культур [5, 9].

Когда процессы засоления продолжаются, почва может значительно потерять свою способность удерживать воду и питательные вещества. Это снижает её плодородие и делает её менее пригодной для сельского хозяйства. Кроме того, засоленные почвы могут быть склонны к эрозии, особенно в засушливых районах.

Заключение

В современном мире поддержание экологического баланса и рациональное использование природных ресурсов становятся основными приоритетами. Эффективное использование земельных ресурсов с минимальным воздействием на окружающую среду позволяет достичь высоких результатов в сельском хозяйстве, при этом обеспечивая устойчивое развитие и сохранение экосистем.

Для этого можно использовать различные подходы и технологии, такие как:

- использование системы дренажа – организация дренажных систем помогает выводить излишнюю воду из почвы, предотвращая подтопления и повышение уровня грунтовых вод;
- рациональное орошение – важен контроль за количеством воды, поступающей в почву. Использование капельного орошения и других точных систем позволяет снизить избыточное увлажнение;
- анализ солевого состава почвы – регулярное обследование почвы на содержание солей и использование соответствующих методов её восстановления, таких как промывание почвы и добавление органических веществ;
- севооборот и улучшение структуры почвы – чередование культур, использование сидератов (покровных растений) и органических удобрений помогает улучшить структуру почвы и восстановить её биологическую активность;
- мульчирование и органические удобрения – использование мульчи помогает удерживать влагу в почве и предотвращать её быстрое испарение, а органические удобрения могут улучшить структуру почвы и способствовать её восстановлению.

Устойчивые сельскохозяйственные методы не только способствуют увеличению и улучшению качества сельскохозяйственной продукции, но и обеспечивают защиту окружающей среды, поддержание природных экосистем и улучшение социально-экономического положения фермеров. Это стратегически важные меры для обеспечения продовольственной безопасности, устойчивости сельского хозяйства и сохранения планеты для будущих поколений. Таким образом, важно помнить, что чрезмерный полив, несмотря на первоначальное впечатление о пользе для урожая, может привести к длительным и серьёзным проблемам с состоянием почвы. Рекомендуется подходить к поливу более осознанно, учитывать тип почвы, климатические условия и потребности растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика светло-серо-коричневых солончаковых почв Прикуринской части Азербайджана / В. Вердиева, Т. Р. Алиева [и др.] // Бюллетень науки и практики. Россия Нижневартовск. – Том 10. – №6, июнь. – 2024.
2. Вердиева, В. Эрозия горных серо-бурых почв и меры борьбы с ней / В. Вердиева // Материалы VI Кавказского Международного экологического форума. «Комплексное изучение экосистем горных территорий. Грозный, 20–21 октября, 2023 г.
3. Вердиева, В., Алиева Т. и др. Problems of protection of eroded brown mountain–forest soils of the territory of Goygol district Climate change and sustainable soil Manacement International Kongress Baku, Azerbaijan, 21–23 june, 2023.
4. Вердиева, В. Методологические оценки продуктивности почв Кура-Аразской низменности под хлопчатником / В. Вердиева, А. Ибрагимов // Международный научно-практический журнал Endless Light in Science, Казахстан, Алма-Ата. – 1 августа. – 2022.
5. Вердиева, В. Г. Экологическая оценка деградированных почв. Информационные технологии в экономике, образовании и бизнесе / В. Г. Вердиева // Материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 2014, стр. 43–46.
6. Вердиева, В. Г. Деградация пастбищных почв Азербайджана из-за перевыпаса скота и пути их улучшения / В. Г. Вердиева, М. С. Гусейнов // Международный научный журнал «Наука имир». – 2014. – № 9 (13). – С. 46–48.
7. Вердиева, В. Эрозия почвы и ее виды в Азербайджане / В. Вердиева // материалы Международной научной конференции XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении» 28 февраля – 1 марта 2024 г, Санкт-Петербург.
8. Мамедов, Г. Ш. Деградация почвенного покрова Азербайджана и пути его восстановления / Г. Ш. Мамедов // Экология и Биология почв, Ростов-на-Дону, 2005, С. 288–293.
9. Мустафаев, М. Г. Некоторые проблемы мелиорации засоленных почв Азербайджана / М. Г. Мустафаев // Продвижение биолог методов борьбы с засолением земель в странах Центр.Азии и Закавказья. Курс Тренинг. (ИКБА, ИВМИ, ИКАРДА) г.Ташкент, 2006, С. 36-42.
10. Практика рекультивации загрязненных земель: учебное пособие / М. Г. Мустафаев, Г. Г. Джебраилова [и др.], Под ред. проф. Ю. А. Мажайский. – Рязань, 2012. – С. 649–672.

EFFICIENT WAYS TO USE COLLECTOR-DRAINAGE NETWORKS ON IRRIGATED LANDS IN THE MUGHAN-SALYAN LOWLAND

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ СЕТЕЙ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ МУГАНО-САЛЬЯНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

A. KH. HASANOVA

Azerbaijan University of Architecture and Construction Department of Melioration and water management construction Azerbaijan, Baku, email: arzu.hasanova@azmiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0002-0543-8402>

M. G. MUSTAFAYEV

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, meliorasiya58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2071-3078>

(Поступила в редакцию 05.02.2025)

From a strategic point of view, the Republic of Azerbaijan is a link between Europe and Asia, providing unlimited opportunities for the development of cooperation in all areas of the economy. The territory of the republic, with its complex relief and natural and climatic conditions, is the land of ancient irrigated agriculture. Agriculture plays an important role in the economy of the republic. It is known that 60 percent of the territory of the republic is occupied by mountainous and foothill areas and 40 percent are plains. 85 percent of agricultural products are obtained from irrigated lands located on the plains. Despite the potential for more than doubling the area of irrigated land in Azerbaijan, only 1 million 426 thousand hectares of land are currently irrigated in the republic, more than 60 percent of which are in the Kura-Araz plain. Irrigated lands are provided with melioration and irrigation facilities built at a high technical and engineering level.

Complex reclamation works have been carried out on 609 thousand hectares of these lands, of which 288 thousand hectares are equipped with open drainage networks, 309 thousand hectares with closed horizontal drainage and 13 thousand hectares with vertical drainage. 52.6 thousand km of irrigation canals and 31.9 thousand km of collector-drainage networks have been built on irrigated lands, 125 thousand hydraulic structures and 1046 pumping stations have been built on them. The republic has such a problem as soil salinity. Currently, most of the irrigated lands of the Kura-Araz Lowland are saline to one degree or another [1, 2, 3, 4].

The total volume of saline lands is about 600 thousand hectares. In areas of irrigated agriculture, problems of salinization and swamping arise due to the lack of drainage systems, the weakness of existing systems, their deterioration, as well as the rise in the level of groundwater. All these problems lead to the development of salinization processes on irrigated lands and ultimately to soil degradation. The article provides a comparative analysis of the collector-drainage systems of the Mugan-Salyan massif and the results of studies conducted in the territories they serve, as well as detailed information on their effective operation and improvement of the melioration state of lands based on the results obtained.

Key words: collector-drainage networks, saline soils, saline soils, salinity level.

Со стратегической точки зрения, Азербайджанская Республика является связующим звеном между Европой и Азией, предоставляя неограниченные возможности для развития сотрудничества во всех областях экономики. Территория республики с ее сложным рельефом и природно-климатическими условиями является краем древнего орошаемого земледелия. Сельское хозяйство играет важную роль в экономике республики. Известно, что 60 процентов территории республики занимают горные и предгорные районы, а 40 процентов — равнины. 85 процентов сельскохозяйственной продукции получают с орошаемых земель, расположенных на равнинах. Несмотря на потенциал более чем двукратного увеличения площади орошаемых земель в Азербайджане, в настоящее время в республике орошается всего 1 миллион 426 тысяч гектаров земель, из которых более 60 процентов приходится на Кура-Аразскую равнину. Орошаемые земли обеспечены мелиоративными и ирригационными сооружениями, построенными на высоком техническом и инженерном уровне.

На 609 тыс. га этих земель проведены комплексные мелиоративные работы, из них 288 тыс. га оборудованы открытыми дренажными сетями, 309 тыс. га — закрытым горизонтальным дренажем и 13 тыс. га — вертикальным дренажем. На орошаемых землях построено 52,6 тыс. км оросительных каналов и 31,9 тыс. км коллекторно-дренажных сетей, на них построено 125 тыс. гидротехнических сооружений и 1046 насосных станций. В республике существует такая проблема, как засоление почв. В настоящее время большая часть орошаемых земель Кура-Араксинской низменности в той или иной степени засолены.

Общий объем засоленных земель составляет около 600 тыс. га. В районах орошаемого земледелия проблемы засоления и заболачивания возникают из-за отсутствия дренажных систем, слабости существующих систем, их изношенности, а также подъема уровня грунтовых вод. Все эти проблемы приводят к развитию процессов засоления на орошаемых землях и в конечном итоге к деградации почв. В статье дается сравнительный анализ коллекторно-дренажных систем Мугано-Сальянского массива и результатов исследований, проведенных на обслуживаемых ими территориях, а также подробная информация об их эффективной эксплуатации и улучшении мелиоративного состояния земель на основе полученных результатов.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные сети, засоленные почвы, солончаки, уровень засоления.

Introduction

The reasons for the natural salinization of soils in the Mugan-Salyan massif include the very small slope of the land surface, the lack of normal flow of underground mineral groundwater, and the occurrence of intensive alluvial processes due to their depth being very close to the surface of the earth, etc. Therefore, the expansion

of irrigated lands in the Kur-Araz plain and their efficient use is possible only through the implementation of complex land reclamation measures. In this regard, as a result of the implementation of very large-scale complex land reclamation and water management measures in Azerbaijan, including the Kur-Araz plain, for many years, the sustainable development of irrigated land areas has been ensured. It has been determined that 43.8 % of irrigated lands, i.e. 639.8 thousand hectares, are saline to varying degrees [5, 6, 7].

Since the natural heat supply reserve of the massif is 4000–4500 C, and the annual precipitation is 200–300 mm, the development of agriculture is achieved mainly through irrigation. Currently, 55.52 % of the lands used for agricultural crops in the Mughan-Salyan massif are irrigated.

Groundwater in this area is located close to the surface of the earth and mainly gray, meadow-gray, gray-meadow, swamp-meadow, swamp-meadow and other soils are widespread. Currently, cotton, grain, vegetables, fodder and melon crops are mainly grown on these lands, and high yields are obtained in areas where they are used correctly.

a Studies show that in areas where the soil is used correctly and agro-ameliorative measures are carried out, the amount of salts in the 0–100 cm layer is less than 0.25 %, and in other areas it exceeds the permissible limit. In areas with high salt content in the soil, the mineral content of groundwater was also several times higher. Thus, in areas with 0.25–0.50 % salt content in the soil, the mineral content of groundwater was 1.5–8.0 g/l, while in areas with more than 0.50 % salt content, this indicator was observed to be more than 8.0 g/l. Therefore, it is necessary to work to ensure that agricultural land is used correctly and for its intended purpose [8, 9, 10, 11].

One of the largest collectors in the Mugan-Salyan massif is the Main Mil-Mugan Collector (MMMC). The Main Mil-Mugan Collector (MMMC), which is connected to the Shamkir Collector, which ensures the transportation of drainage waters of the Mil, Karabakh, and Mugan plains of the Kura-Araz Plain to the Caspian Sea with its own flow, and whose construction was completed in 2006, is the largest water-transferring melioration and water management facility in the Republic.

The MMMC, whose route runs from the Shamkir reservoir to the Caspian Sea along the right bank of the Kura River and has a total project length of 185.89 km with its tributaries, is a collector of particular importance in ensuring a favorable melioration condition of the lands in a very large area within its zone of influence [7, 8]. In this regard, studying the current state of the MMMC and other collectors, determining the degradation processes that have occurred in the areas they serve, and taking their assessment are of practical importance.

The collector-drainage networks operating in the Mugan-Salyan massif and the areas they serve were taken as the object of the study. Using previously conducted studies in those areas, comparative analyses were conducted with new data. Methods widely used in the republic were used to determine the amount of salts in the soil and other indicators. One of the largest collectors in the Mugan-Salyan massif is the Main Mil-Mugan collector (MMMC). The Main Mil-Mugan collector (MMMC), which is connected to the Shamkir collector, which ensures the transportation of drainage waters of the Mil, Karabakh, and Mugan plains of the Kur-Araz plain to the Caspian Sea with its own flow, and the construction of which was completed in 2006, is the largest water-transferring land reclamation and water management facility in the Republic.

The MMMC, whose route runs along the right bank of the Kura River from the Shamkir reservoir to the Caspian Sea, and whose total project length, including its tributaries, is 185.89 km, is a collector of particular importance in ensuring a favorable land reclamation condition in a very large area within its zone of influence. In this regard, studying the current state of the MMMC and other collectors, determining the degradation processes that have occurred in the areas they serve, and taking their assessment are of practical importance [8, 9, 13]. At the same time, the salinity map compiled for those areas was used and the application of improvement measures in the required places was proposed.

Discussion and analysis

The first experimental institution for land reclamation in Azerbaijan was the Mugan-Salyan Experimental Station. As a result, work began on irrigation and land reclamation in the Mugan-Salyan massif. Azizbeyov irrigation systems were built in South Mugan, and in 1934–1937, irrigation collector-discharge networks covering an area of 11 thousand hectares were put into operation in the Salyan plain. In 1927–1933, an irrigation system covering an area of 35 thousand hectares was built in the Mil plain.

In 1940, the first stage of the 110 km long Samur-Devachi canal was put into operation, and in 1959, a concrete lining was laid on the canal and it was extended to the Jeyranbatan reservoir. Deep collectors and open drainage networks were built in Northern Mughan, Salyan Plain, Southeastern Shirvan, and Mil Plain between 1945 and 1948. The images below show the largest collector in the massif, the Main Mil-Mugan collector.

The scheme of complex use of water resources in the Kur-Araz lowland was developed in 1934–1935, and in 1953 the Mingachevir water management complex was built and put into operation. In 1948–1952, the Mugan-Salyan main irrigation collector (length 102 km) was built.

Through the irrigation collector, highly mineralized drainage and groundwater of 190 thousand hectares of drained areas of the North Mugan, South Mugan and Salyan plains are discharged into the Caspian Sea [11, 12, 15]. During the study, a map was used according to the degree of salinity. As can be seen from the map, the study area is subject to varying degrees of salinization (Figure2).



Figure 1 (a, b). Main Mil-Mugan collector [8]



Figure 2. Salinity of the soils of the Republic of Azerbaijan [4]

During the study, data on the main indicators of collectors in irrigated lands in the Republic were collected and the results are presented in the table below (Table 1).

Table 1. Main indicators of main collectors in the republic

Name of collectors	Year of commissioning	Consumption, m ³ /sec		Length, km	Drained area	Location
		max	Average perennial			
1	2	3	4	5	6	7
MMMC	2006	147	—	140	103,5	Mil-Mugan Plain
Jafarkhan	1950	3	2	22	8	Mugan Plain
Northern Akusha	1950	4	2	27	9	Salyan Plain
Middle Akusha	1951	5	3	15	8	Salyan Plain
Kuratrafi	1951	3	2	17	7	Salyan Plain
Second Kuryani	1952	5	3	29	15	Mugan Plain
Central	1953	4	2	15	8	Salyan Plain
First Kuryani	1953	4	2	18	11	Mugan Plain
Sabir	1953	6	4	18	17	Mugan Plain
Mugan-Salyan	1953	54	32	104	150	Mugan Plain
Azizbeyov	1954	4	2	72	18	Mugan Plain
Saatli	1954	7	4	21	15	Mugan Plain
Left coast	1954	3	2	18	11	Mugan Plain
Right coast	1954	6	4	44	12	Mugan Plain
Southeast	1954	2	1	8	4	Mugan Plain
Dashlibaz	1954	2	1	16	10	Mugan Plain
South	1954	2	1	18	7	Southeastern Shirvan
Southeast	1955	5	3	30	20	Southeastern Shirvan
North	1955	5	3	22	11	Salyan Plain
Uzunbabali	1956	2	1	39	4	Southeastern Shirvan
Lower Shirvan-I	1963	7	5	71	58	Shirvan Plain
Lower Shirvan-II	1964	44	18	216	253	Shirvan Plain
Main Shirvan	1966	48	35	168	169	Karabakh-Mil Plain

The need to build the MMMC arose due to the impossibility of transferring a large volume of drainage waters from numerous collector-drainage systems in the Mugan-Salyan region, such as the Main Mugan collector, to the Caspian Sea through the Mugan-Salyan watershed in the initial version.

On the other hand, due to the inability of the Mil-Karabakh collector, whose flow rate increased to 40–45 m³/sec at that time, to freely transfer the drainage waters of the Mil-Karabakh collector to the Main Shirvan collector through a culvert designed for a discharge flow rate of $Q=25\text{ m}^3/\text{sec}$, the possibility of connecting the Mil-Mugan collector to the Main Mugan collector became the basis for the creation of the current giant watershed facility, the Main Mil-Mugan collector. (Fig. 1 a, b) [8].

The figure below shows all the collector-drainages in the area of the impact zone of the Main Mil-Mugan collector (Fig. 3). Schematic description of the MMMC, hydrometric stations, etc. shown in figures 4, 5 and 6.

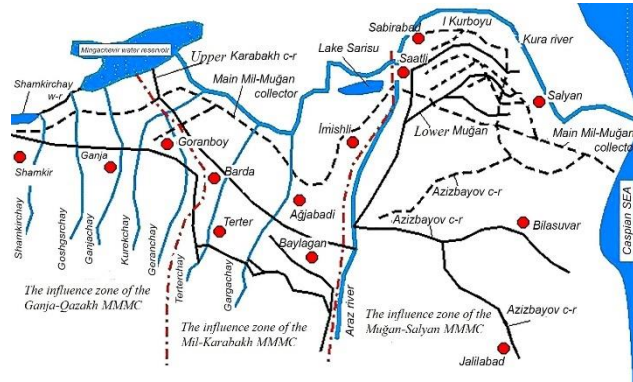


Figure 3. Area of the MMMC impact zone [8]

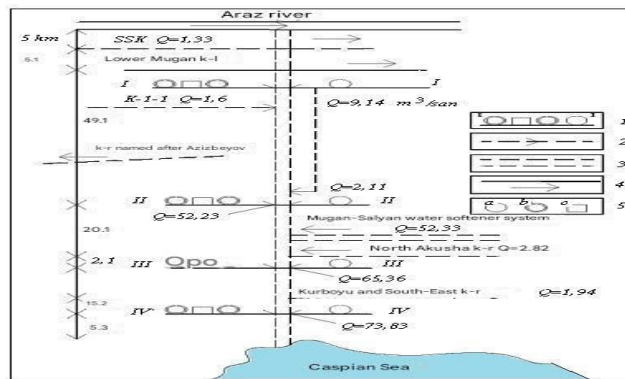


Figure 4. Schematic representation of the Main Mil-Mugan collector

1 – hydrogeological cross-sections (transverse line) and observation wells; 2 – collectors and water dischargers on them; 3 – main collectors; 4 – irrigation channels; 5 – water-salt regime points – depth: a – 10 m; b – 40 m; c – wells with a depth of 5 m.

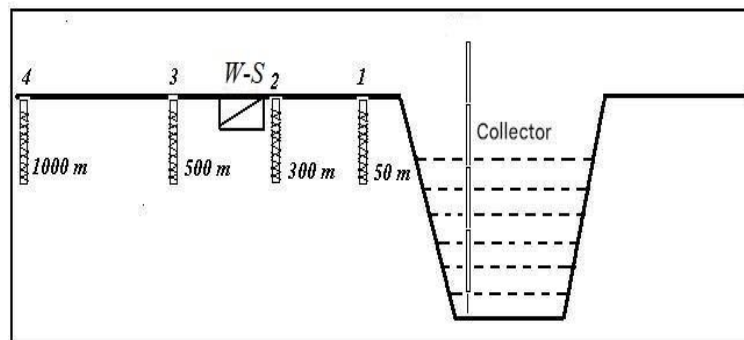


Figure 5. Scheme of well locations along the hydrogeological latitudinal line: W-S - water-salt points of the soil

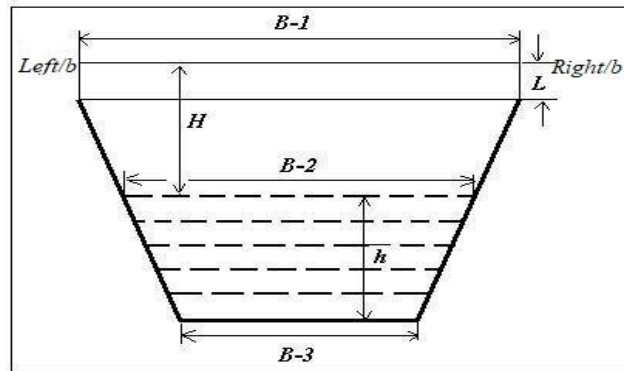


Figure 6. Morphometric indicators of hydrometric stations:
 H – collector height, m; L – collector circumference height, m; h – water layer thickness in the collector, m;
 $B - 1$, $B - 2$, $B - 3$ – collector width, respectively, on the ground surface, water surface and bottom, m; Right/b.,
 Left/b. – right and left banks of the collector

The impact zone of the MMMC is divided into 9 points, and points 1,2,3,4 are included in the territory of the Mughan-Salyan zone, and points 5, 6, 7, 8, 9 are included in the territory of the Mil-Karabakh and Ganja-Qazakh zones. The length of the collector on the Mil-Karabakh plain is 182 km, and the area it covers is 175 thousand ha. In order to study the regime of the collector and groundwater in all points, four observation wells were drilled at a distance of 50, 250, 750 and 1750 m from the collector.

Points 5, 6, 7 are located on irrigated, and points 8, 9 are located on unirrigated, raw lands. As a result of stationary observations conducted at the observation points, it was determined that the average water level in the collector varied between 3.03–4.42 m (points 5–9) during the year. At all points, the depth of the groundwater level decreases with distance from the collector. At the same time, the value of the hydraulic gradient was determined to vary between 0.006 and 0.008. The analysis of the depth of the water confirmed that groundwater mainly enters the collector from a distance of 300–500 m. The depth of the groundwater varies between 1.65–3.39 m at point 5; 1.73–3.72 m at point 6; 2.27–4.04 m at point 7; 2.29–4.65 m at point 8; and 2.27–4.81 m at point 9 (small values are observed in April-May, and large values are observed in October-November) [8].

It was determined that the mineralization rate of groundwater fluctuated from 5.75 to 10.27 g/l to 6.97–13.45 g/l from point 5 to point 9. In all cases, as the distance from the collector increases, the mineralization rate of groundwater increases to 2.46–3.36 g/l. The mineralization rate of the collector water decreased by 2.2–2.28 times compared to groundwater, which was determined to be due to the mixing of surface fresh water with collector water.

The commissioning of the MMMC is one of the very important and large-scale projects implemented in the perspective of establishing normal operating modes of drainage in drained irrigated land areas located on the right bank of the Kura River in the Kura-Araz plain and commissioning additional drained new irrigated lands.

Information on the drainage provision, land reclamation status, as well as groundwater depths and mineralization levels of irrigated lands in the areas within the impact zone of the Kur-Araz Plain by region is provided in Tables 2 and 3.

As can be seen from Table 3, of the total irrigated area of 628,421 hectares of land included in the impact zone of the Kur-Araz plain, 394,799 hectares (62.8 %) have been provided with drainage, of which 264,589 hectares (67 %) have horizontal open drains, 119,025 hectares (30 %) have horizontal covered drains, and 11,188 hectares (3 %) have vertical constructions. On the other hand, the regions of the plain are at the following level in terms of drainage provision: In the Mughan-Salyan plain, 209,930 hectares (96.2 %) of the total irrigated area of 218,305 hectares have been drained. Here, 92.6 % of permanent drains are open, 7.4 % are covered structures, and in the Karabakh plain, drainage has been created in 67,240 hectares (35 %) of the total irrigated area of 192,340 hectares. There, 17.6 % of permanent drains are open, 73.5 % are covered, and 8.9 % are vertical drainage [7, 8].

In the Mil Plain, a drainage network has been put into operation on 117,629 hectares (54 %) of the total irrigated area of 217,776 hectares, where 49.6 % of permanent drains are horizontal-open, 46 % are horizontal-covered, and 4.4 % are vertical drainage. According to Table 2, it should also be noted that 285,462 hectares (45.4 %) of the total irrigated area of 628,421 ha in the part of the Kura-Araz plain under the influence of the MMMC are saline to varying degrees, including 67.8 % weakly saline, 21.4 % moderately saline, and 10.8 % severely saline. As can be seen from Table 3, in certain places in the irrigated areas of the Kura-Araz plain under the influence of the

MMMC, there are also cases of soil salinization. Here, 335,538 hectares (53.4 %) of the total irrigated area of 628,421 ha are saline, including 78.8 % weakly saline, and 21.2 % moderately and severely saline.

In addition, according to the information in Table 2, the areas covered by the groundwater depth in the total irrigated area of 628421 hectares in the Kura-Araz plain's MMC zone of influence are distributed as follows. The groundwater depth is $h < 1.0$ – 1.5 m–78920 ha (12.6 %); $h = 1.5$ – 2.0 m–226160 ha (36.0 %), $h = 2.0$ – 3.0 m–169631 ha (27.0 %), $h = 3.0$ – 5.0 m–61166 ha (9.7%); $h > 5.0$ –92544 ha (14.7 %).

These indicators show that in 305,080 hectares (48.5 %) of the irrigated area of the Kura-Araz plain in the zone of influence of the MMC, the groundwater depth is within the range of < 1.0 – 2.0 m, which is mainly less than the crisis depth.

Irrigated areas with a groundwater depth of $h = 1.0$ – 2.0 m are -158,954 ha (72.8 %) in the Mughan-Salyan plain, -50,145 ha (26.1 %) in the Karabakh plain, and 95,981 ha (44 %) in the Mil plain [7, 8].

In the irrigated areas under consideration, the areas with groundwater mineralization < 1 gr/l are 118500 ha (18.9 %), the areas with 1.0 – 3.0 gr/l are 297303 ha (47.4 %), and the areas with > 3.0 gr/l are 212918 ha (33.7 %).

As a result of the research, it can be said that although 61 independent collector-drainage systems are operated in the impact zone of the Kura-Araz plain, they cover only 62.8 percent of the total irrigated area of 628421 ha. On the other hand, the drainage provision in the regions of the territory is quite different, and this indicator is higher than all in the Mughan-Salyan plain (96.2 %).

However, since the majority of permanent drains there – 92.6 percent – are built in open structures, and only 7.4 percent are covered, their technical condition and operating conditions are at a low level.

The reason for this is that the construction of the first collector-drainage networks in the Kur-Araz plain began in the Mughan-Salyan plain and at that time mainly open drains were used [7, 8, 16].

Table 2. Information on the drainage provision and land reclamation status of irrigated lands in the impact zone of the Kura-Araz plain

Num-ber of rows	Names of regions	Total irrigated area, ha	Drainage provision of irrigated lands, ha				Number of collector–drainage systems	Salinization status of irrigated lands, ha				Salinity status of irrigated lands, ha		
			Total	open	covered	Vertical		Unsalted	Weakly salted	Medium salted	Highly saline	Non-saline	Weakly saline	Moderately and highly saline
1	Mugan-Salyan	218305	209930	194439	15491	–	17	84413	102679	21664	9549	55560	132705	30040
2	Karabakh	192340	67240	11810	49400	6030	32	138246	18350	20682	5062	108258	63331	20751
3	Mil	217776	117629	58377	54134	5158	12	120300	62605	18849	16022	129065	68509	20202
4	Total	628421	394799	264586	119025	11188	61	342959	193634	61195	30633	292883	264545	70993

Table 3. Information on the depth and mineral content of groundwater in the irrigated areas of the Kura-Araz plain within the impact zone of the MMC

Num-ber of rows	Names of regions	Depths of groundwater, m						Mineral content of groundwater, gr/l		
		< 1.0	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 3.0	3.0 – 5.0	> 5.0	< 1.0	1.0 – 3.0	> 3.0
1	Mugan-Salyan	4786	28546	125622	50324	8307	720	–	138359	79946
2	Karabakh	6563	7902	35680	43104	22414	76677	102762	59786	29792
3	Mil	8444	22679	64858	76203	30445	15147	15738	99758	102280
4	Total	19793	59127	226160	169631	61166	92544	118500	297903	212018

The drainage provision in the Karabakh plain is much lower – 35 percent; 17.6 % of these are open, 73.5 % are covered structures, and 8.9 % are vertical drainage. The drainage provision in the Mil plain is relatively higher – 54 percent; 49.6 % of these are open, 46 % are covered structures, and 4.4 % are vertical drainage. As can be seen, in the Shirvan, Karabakh and Mil plains, where collector-drainage networks were built relatively later, more covered drains were built. It should also be noted that in 48.5 percent of the total irrigated land area of 628421 ha, the depth of mineral groundwater is between < 1.0 – 2.0 m, approximately 45.4 percent of the total area is saline to varying degrees, and 53.4 percent is also saline. In addition, in the Mughan-Salyan plains, which are distinguished by higher drainage provision in the Kura-Araz plain (96.2 %), as well as the presence of soil cover with relatively high water permeability, and where easily soluble chloride and sulfate-chloride salt compounds predominate, 61.3 percent of the total irrigated land is saline to varying degrees, and 74.5 percent is saline.

Studies show that the current situation was caused by the disruption of the normal operating mode of the Mugan-Salyan water discharger, which provided drainage water for the region due to the problems caused by the rise in the water level in the Caspian Sea to 2.5 in 1978–1993, as well as the fact that most of the primary regulating drains (92.6 %) were of open construction, so their cross-sections often collapsed, silted up, and shrunk as a result of being blocked by reeds and bushes, and the deterioration of their normal regulation regimes. Saline and saline soils constitute the Karabakh plain (28 %; 43 %) and the Mil plain (44.8 %; 40.7 %) and are relatively less widespread. In conclusion, it should be noted that the reclamation of partially saline and

saline lands in the irrigated areas of the Kur-Araz plain, including in the zone of influence of the MMMC, which is of great importance in ensuring food security and the sustainable development of the agricultural sector as a whole, and the creation of favorable water-salt regimes there are extremely urgent and necessary problems [8, 17–19].

As a result of the high organizational and determination of the President of the Republic of Azerbaijan, Mr. Ilham Aliyev, as a result of the large-scale construction and restoration work currently being carried out in the country, city and regional centers are taking on a new look and being improved. A sound economic foundation and strong will ensure the sustainable development of the country, strengthen its place and role in the system of international relations. A strong, powerful, and influential Azerbaijan is a source of pride for each of us.

Conclusions and suggestions

1. The possibilities of intensification of irrigated agriculture are possible if the necessary water management systems are created to provide private farms with water and measures are taken to optimize water productivity and combat salinity in farms.

2. Since it is necessary to improve the drainage and land reclamation conditions of existing irrigated lands in the future in order to put new irrigated areas into operation in our republic, taking into account the possibility of increasing irrigated land areas in the Kur-Araz plain to 1.29 million hectares, measures should be developed to plan the necessary work in this direction.

3. Systematic monitoring should be carried out to assess the technical conditions and operational conditions of existing collector-drainage systems in the impact zone of the Main Mil-Mugan collector and the land reclamation conditions of the irrigated lands they cover.

4. In order to prevent the process of repeated salinization in the irrigated lands of the study area (in the zone of influence of the Main Mil-Mugan collector) and to ensure the establishment of a normal water-salt regime in these areas, a phased action plan should be prepared and implemented to improve the technical conditions of existing drainages and drainage provision. If these processes are implemented, the land reclamation condition of the lands in these areas will gradually improve and ultimately it will be possible to increase productivity by 20–25 %.

REFERENCES

1. Aliyev F.Sh. –Use of subsoil waters and resources of the Azerbaijan Republic and geoecological problems. «Chashioglu» pub. Baki, 2000, p.301.
2. Azizov G. Z. –Water-Salt balance improving of soil-grounds in the Kur-Araz Lowland and scientific analysis of its consequences. “Elm” pub., Baki, 2006, p. 258.
3. Babaev M. P. – Irrigated soils of the Kura-Araks lowland and their productive capacity. Elm-1984, p. 176.
4. Data of Azerbaijan Melioration and Water Management OJSC. Report, 2008.
5. Hasanova A. Kh. «Natural and Economic Conditions of the Mugan-Salyan Massif and Modern Amelioration Status» Works of the Society of Soil Scientists of Azerbaijan, Baku-2019,391–396.
6. Kunyapiyeva GT, Zhapayev RK, Mustafaev MG, Kakimzhanov Y, Kyrgyzbay K, Seilkhan A. S. –Soil cultivation methods’ impact on soil water-physical properties under rainfed conditions of Southeast Kazakhstan.SABRAO J.Breed.Genet.55(6): 2115–2127, <http://doi.org/10.54910/sabrao.2023.55.6.23>.
7. Mammadov G. Sh. «Fundamentals of Soil Science and Soil Geography» Textbook, Baku-2007, p. 660.
8. Mammadova E. A. «Amelioration Hydrogeology» Textbook, Baku-2016, p. 268.
9. Mustafayev M. G. – Condition of the investigation of saline soils in the Kur-Araz Lowland. Problems of the irrigative land melioration: water-provision and effience use. Reports of the Republic scientific-practical conference (14-15sent.). Shimkent, 2006, p. 136–138.
10. Mustafayev M. G. Water and physical characteristics of irrigated soils in the Massif of Mugan-Salyan. Journal of Water and Land Development, Polsha, 2012, 17 (VII-XII), 61-67, PL ISSN 1429–7426.
11. Mustafayev, M. G. – Melioration state of irrigated saline soils of the Mugano-Salyan massif of the Kura-Araks lowland // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2014, № 1, P. 127–131.
12. Mustafayev, M. G. – Melioration state of irrigated saline soils of the Mugano-Salyan massif of the Kura-Araks lowland // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2014. – №. 1. – P. 127–131.
13. Mustafayev M. G. Criteria for the evaluation of reclamation status of soils in the Mugan-Salyan massif. Journal of water and Land Development, Polsha, 2015, 24 (I-III), 21–26.
14. Mustafayev, M. G. Change of the salt’s quantity and type in the irrigated soils of the Mugan Plain and their impact on plants productivity // Intern. Journ. of Food Science and Agriculture. – 2020. – №4(2). – P. 101–108. Doi: <http://dx.doi.org/10.26855/ijfsa.2020.06.001>.
15. Mustafayev M. G., Hajiyeu A. İ., Hasanova A. Kh. The potential development way of Azerbaijan’s melioration and water management area // Environmental safety and natural resources, Academic journal, 2023, Kyiv, Issue 3 (47).
16. State Land and Cartography Committee of the Republic of Azerbaijan «Atlas of the Republic of Azerbaijan» Baku Cartography Factory-2011.
17. Volobuyev V. R. – Genetical forms of soil salinity of the Kur –Araz Lowland. pub. AS. Azerb., SSR., Baki, 1965, p. 247.
18. Zhapayev R. K, Kunyapiyeva G. T, Mustafaev F. M, Bekzhanov S. Zh, Nurgaliev A. K. – Comparative assessment of pearl millet genotypes under arid conditions of Southeast Kazakhstan. SABRAO J.Breed. Genet. 2023, 55(5): 1678–1689. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.20>.
19. Zhapayev R. K, Kunyapiyeva G. T, Ospanbayev Zh, Sembayeva A. S, Ibash N. D, Mustafaev M. G. - Khidirov A. E-Structural-aggregate composition and soil water resistance based on tillage regimes in Southeast Kazakhstan.SABRAO J. Breed. Genet. 2023, 55(5): 1821–1830. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.33>.

Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» публикует результаты научных исследований сотрудников УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», других научных учреждений и организаций в области аграрной экономики, земледелия, селекции, растениеводства, мелиорации и землеустройства, механизации и сельскохозяйственно-го машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bgaa@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук;

сопроводительное письмо дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации);

контактная информация: фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п., или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзацный отступ 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц только книжная; использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается;

таблицы набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %;

формулы составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом;

рисунки вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм);

список литературы должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]).

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи: индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

инициалы и фамилия автора (авторов); аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области);

анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; **а также учитывать опыт ученых БГСХА, что должно быть отражено при оформлении пристатейного спис-**

ка литературы; здесь же указывается цель исследования; **основная часть** статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора). Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлекцией.

Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи. Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки. Публикация статей в журнале бесплатная.

Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями, – авторы.

Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается беспроцентное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных, либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Беларусь).

Папаскири Т. В., доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора Государственного университета по землеустройству (Россия).

Казарян Э. С., доктор экономических наук, профессор, президент Центра аграрной науки, образования и инноваций (Армения).

Титова В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии и агроэкологии биоэкологического факультета Нижегородского государственного агротехнологического университета (Россия).

Адилов М. М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры овощеводства и организации тепличного хозяйства Ташкентского государственного аграрного университета (Узбекистан).

Завалин А. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук, академик-секретарь отделения сельскохозяйственных наук РАН (Россия).

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Астахов В. С., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры механизации растениеводства и практического обучения.

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Бушуева В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и биотехнологии растений.

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Иванистов А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник научно-исследовательской части.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихащевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии и почвоведения.

Саскевич П. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры защиты растений.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технический Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bгаа@yandex.ru

© **Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025**

Подписано в печать 05.03.2025 Дата выхода 11.03.2025 г. Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 21,86 Уч.-изд. л. 18,25 Заказ 407 Тираж 50 экз.

**Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-оформительских работ
центра научно-методического обеспечения учебного процесса УО БГСХА**

213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5