

# ВЕСТНИК

## БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2024 № 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*

<b>Е. И. Бекиш, Е. Е. Мантур.</b> Современное состояние и направления повышения конкурентоспособности ОАО «Витебский мясокомбинат».....	5
<b>И. В. Журова, Е. Н. Клипперт.</b> Организационно-методические положения учета животных на выращивании и откорме .....	10
<b>Д. В. Ильеня.</b> Дебиторская задолженность как важнейший компонент краткосрочных активов сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь.....	13
<b>Н. Н. Минина.</b> Методы устойчивого ведения растениеводства .....	18
<b>А. А. Рудой.</b> Структурный анализ организаций, занятых производством плодово-ягодной продукции в Республике Беларусь.....	23
<b>А. Г. Ефименко, И. В. Журова.</b> Перспективные направления обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций .....	28

#### *ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО*

<b>Т. А. Гасанова, Г. Ф. Аскерова</b> Современные почвенные исследования горно-лесных почв Малого Кавказа.....	32
<b>Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик.</b> Анализ сортов винограда ампелографической коллекции Центра биотехнологии Таджикского национального университета по хозяйственно ценным признакам .....	37
<b>И. П. Козловская, И. А. Чекалов.</b> Формирование ассимиляционного аппарата растений озимого ячменя при различных сроках сева в природно-климатических условиях Витебской области.....	41
<b>Х. И. Бободжанова, М. М. Джураева, Н. К. Биркеланд.</b> Биохимические свойства изолятов рода <i>Agrobacterium</i> , выделенных в Таджикистане .....	46
<b>Т. В. Мельникова, Р. В. Мельников.</b> Изучение стабильности урожайности зерна сортообразцов генофонда мягкой озимой пшеницы и её сопряжённость с морфологическими признаками .....	51
<b>В. Н. Костеневич, Н. Ф. Надточаев, А. З. Богданов.</b> Влияние погодных условий и азотных удобрений на рост растений кукурузы при её повторном выращивании .....	58
<b>В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Барбасов, С. В. Егоров, Е. В. Егорова.</b> Биохимический состав новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.....	64

<b>Д. В. Гатальская, А. С. Журавский.</b> Сравнительная экономическая оценка перспективных сортообразцов жёлтого люпина .....	69
<b>О. К. Лобач.</b> Обоснование целесообразности осеннего применения глифосатсодержащих гербицидов для снижения вредоносности многолетних сорных растений в посевах ячменя ярового и кукурузы .....	74
<b>Д. В. Гатальская.</b> Создание исходного материала люпина желтого методом мутагенеза .....	78
<b>Н. В. Дыдышко, Т. В. Никонович.</b> Взаимосвязь урожайности, эффекта гетерозиса и экологической стабильности у гибридов перца острого .....	84
<b>С. С. Мосур.</b> Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность, содержание и сбор сырого и переваримого протеина и энергетическую ценность кукурузы при возделывании на зелёную массу .....	89
<b>Н. В. Дыдышко Т. В. Никонович.</b> Корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками у образцов перца острого .....	94
<b>С. С. Мосур.</b> Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на качество урожая, содержание и вынос основных элементов питания, и энергетическую ценность кукурузы при возделывании на зерно .....	99
<b>М. Ф. Степура, В. И. Меньков.</b> Влияние гуминовосодержащих удобрений на урожайность, качество и сохранность плодов перца сладкого при капельном орошении .....	105
<b>В. А. Емелин, Б. В. Шелюто.</b> Химический состав и питательная ценность силоса из сильфии пронзеннолистной в зависимости от стадии фазы цветения растений в северо-восточной части Беларуси .....	110
<b>А. Г. Хмарский, М. М. Добродькин.</b> Оценка комбинационной способности исходных форм томата черри по комплексу хозяйственно ценных признаков .....	115
<b>Д. А. Дрозд.</b> Особенности биологического развития различных по скороспелости сортов клевера лугового в зависимости от почвенной влагообеспеченности .....	120
<b>В. А. Радовня, Д. А. Романьков, А. С. Мастеров, А. Ч. Скируха.</b> Законы земледелия в применении к отрасли растениеводства. Часть I. Законы земледелия как теоретическая база растениеводства .....	125
<b>Н. М. Белоусов, И. Г. Волчкевич.</b> Структура сорного ценоза в посевах моркови столовой на территории Республики Беларусь .....	134
<b>М. М. Адилов.</b> Подбор сортов и гибридов краснокочанной капусты для повторной культуры в Узбекистане .....	139

### ***МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ***

<b>К. В. Щурин, А. П. Карлюк.</b> Анализ методов оценки эффективности магнитной активации дизельного топлива .....	144
<b>М. В. Цайц, В. А. Левчук, В. О. Коцуба, А. В. Шик, Д. Ю. Босак, И. А. Савченко.</b> Обоснование продольного угла наклона боковой поверхности бича к плоскости диска роторно-бильного обмолачивающего аппарата .....	149
<b>В. С. Астахов.</b> Проект машины для двухстрочного рядового посева семян кукурузы и других культур пневматической системой группового дозирования конструкции УО БГСХА .....	154

### ***МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО***

<b>С. В. Набздоров.</b> Фенологические фазы развития сахарной свеклы при возделывании в условиях орошения .....	159
---	-----

# BULLETIN

## OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

---

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

2024 № 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*

<b>E. I. Bekish, E. E. Mantur.</b> Current state and directions for increasing the competitiveness of OAO «Vitebsk Meat Plant» .....	5
<b>I. V. Zhurova, E. N. Klippert.</b> Organizational-methodical provisions for recording the growth and fattening of animals .....	10
<b>D.V. Ilenia.</b> Accounts receivable as a critical component of short-term assets of agricultural organizations in the Republic of Belarus .....	13
<b>N. N. Minina.</b> Methods of sustainable plant growing.....	18
<b>A. A. Rudoi.</b> Structural analysis of organizations engaged in fruit and berry production in the Republic of Belarus.....	23
<b>A. G. Efimenko, I. V. Zhurova.</b> Promising directions for ensuring sustainable economic development of agricultural organizations.....	28

#### *FARMING AND PLANT-GROWING*

<b>T. A. Hasanova, G. F. Asgarova.</b> Modern soil research in mountain forest soils of the Lesser Caucasus .....	32
<b>Kh. I. Bobodzhanova, N. V. Kukharchik.</b> Analysis of grape varieties of ampelographic collection of biotechnology centre of Tajik national university according to economically valuable traits .....	37
<b>I. P. Kozlovskaja, I. A. Chekalov.</b> Formation of assimilation apparatus of winter barley plants at different sowing time in the natural-climatic conditions of Vitebsk region .....	41
<b>Kh. I. Bobodzhanova, M. M. Dzhuraeva, N. K. Birkeland.</b> Biochemical properties of isolates of Agrobacterium genus isolated in Tajikistan .....	46
<b>T. V. Melnikova, R. V. Melnikov.</b> Studying the stability of grain yield of variety samples of gene pool of winter soft wheat and its connection to morphological traits.....	51

<b>V. N. Kostenevich, N. F. Nadtochaev, A. Z. Bogdanov.</b> The influence of weather conditions and nitrogen fertilizers on corn plant growth during its re-growing .....	58
<b>V. N. Bosak, T. V. Sachivko, N. V. Barbasov, S. V. Egorov, E. V. Egorova.</b> The biochemical composition of new varieties of spicy-aromatic and essential oil crops.....	64
<b>D. V. Gatal'skaia, A. S. Zhuravskii.</b> Comparative economic estimation of promising variety samples of yellow lupine .....	69
<b>O. K. Lobach.</b> Justification of the autumn application of glyphosate-containing herbicides for the reduction of harmfulness of perennial weeds in crops of spring barley and corn .....	74
<b>D. V. Gatal'skaia.</b> Creation of the initial material of yellow lupine by the method of mutagenesis.....	78
<b>N. V. Dydyshko, T. V. Nikonovich.</b> Interrelation of productivity, heterosis effect and ecological stability in hot pepper hybrids .....	84
<b>S. S. Mosur.</b> The influence of organic, macro- and micro-fertilizers and growth regulators on the productivity, content and output of raw and digestible protein and energetic value of corn cultivated for green mass .....	89
<b>N. V. Dydyshko, T. V. Nikonovich.</b> Correlations between economically valuable traits of hot pepper samples .....	94
<b>S. S. Mosur.</b> The influence of organic, macro- and micro-fertilizers and growth regulator on yield quality, content and output of the main nutrients and energy value of corn cultivated for grain .....	99
<b>M. F. Stepuro, V. I. Menkov.</b> The influence of humic-containing fertilizers on productivity, quality and preservation of sweet pepper fruits under drip irrigation.....	105
<b>V. A. Emelin, B. V. Sheliuto.</b> Chemical composition and nutritional value of silage from <i>Silphium perfoliatum</i> depending on the phase of plant flowering in the north-eastern part of Belarus .....	110
<b>A. G. Khmarskii, M. M. Dobrodkiin.</b> Evaluation of combination ability of starting forms of cherry tomato according to a complex of economically valuable traits .....	115
<b>D. A. Drozd.</b> Features of biological development of meadow clover varieties with different terms of maturing depending on soil moisture content.....	120
<b>V. A. Radovnia, D. A. Romankov, A. S. Masterov, A. Ch. Skirukha.</b> Farming laws applied to plant growing branch. Part I. Farming laws as a theoretical base of plant growing.....	125
<b>N. M. Belousov, I. G. Volchkevich.</b> The structure of weed cenosis in carrot crops on the territory of the Republic of Belarus .....	134
<b>M. M. Adilov.</b> Selection of varieties and hybrids of red cabbage for re-cultivation in Uzbekistan .....	139

#### ***MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING***

<b>K. V. Shchurin, A. P. Karliuk.</b> Analysis of methods of estimation of efficiency of magnet activation of diesel fuel.....	144
<b>M. V. Tsaits, V. A. Levchuk, V. O. Kotsuba, A. V. Shik, D. Iu. Bosak, I. A. Savchenko.</b> Justification of the longitudinal angle of inclination of the lateral surface of beater to the plane of disc of rotor-beater threshing device .....	149
<b>V. S. Astakhov.</b> The project of a machine for two-line row sowing of seeds of corn and other crops by a pneumatic system of group dosing constructed in EE BSAA .....	154

#### ***MELIORATION AND LAND USE PLANNING***

<b>S. V. Nabzdorov.</b> Phenological phases of development of sugar beets cultivated under irrigation conditions .....	159
--	-----

## АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОАО «ВИТЕБСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ»

**Е. И. БЕКИШ**

*УО «Федерации профсоюзов Беларуси Витебский филиал «Международный университет «МИТСО»»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: bekish\_e@tut.by*

**Е. Е. МАНТУР**

*УО «Белорусский национальный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: E\_Mantur@tut.by*

*(Поступила в редакцию 29.09.2023)*

*При проведении оценки и анализа изменения показателей выручки от реализации продукции в организации за последние три года выявлено их увеличение. Изучение себестоимости реализованной продукции за 2020–2022 гг. подтвердило постоянное ее снижение. В течение исследуемого периода она уменьшилась на 8442 тыс. руб., или на 3,56 %. Анализ динамики показателей рентабельности выявил их положительную тенденцию роста, что подтверждает стабильность работы и эффективность развития Витебского мясокомбината. Для повышения конкурентоспособности организация производит широкий ассортимент высококачественных и безопасных для здоровья людей мясных продуктов. Сочетая старинные рецепты с современным производством, используют инновации мясной промышленности и освоили производство колбасных изделий с добавлением говядины и гипоаллергенного мяса индейки. Впервые в Республике Беларусь освоили уникальный выпуск колбасных изделий и полуфабрикатов на линии непрерывного производства безоболочных колбас. Высокое качество выпускаемой продукции торговой марки «Мясковит» соответствует международным требованиям и стандартам. Для этого осуществляется ежедневный контроль сырья и готовой продукции в производственной лаборатории, аккредитованной на техническую компетентность в соответствии с требованиями СТБ ISO / МЭК 17025. Сертификаты и победы в конкурсах значительно повышают доверие потребителей и формируют имидж предприятия в Беларуси и за рубежом, что увеличивает шансы в успешном продвижении выпускаемых мясных продуктов на высококонкурентных внешних рынках. Основные внешние рынки комбината – Россия, Казахстан и Узбекистан. Изучаются вопросы выхода и закрепления на рынках Азербайджана, Армении, Туркменистана и Китая, что позволит увеличить выручку от реализации и улучшить финансовое состояние, что обеспечит дальнейшее развитие производства.*

**Ключевые слова:** состояние, выручка, себестоимость, рентабельность, конкурентоспособность, качество, организация.

*When assessing and analyzing changes in revenue indicators from sales of products in the organization over the past three years, their increase was revealed. Study of the cost of goods sold during 2020–2022 confirmed its constant decline. During the study period, it decreased by 8442 thousand rubles, or by 3.56%. An analysis of the dynamics of profitability indicators revealed their positive growth trend, which confirms the stability of work and the efficiency of development of the Vitebsk Meat Processing Plant. To increase competitiveness, the organization produces a wide range of high-quality meat products that are safe for human health. Combining ancient recipes with modern production, they use innovations in the meat industry and have mastered the production of sausages with the addition of beef and hypoallergenic turkey meat. For the first time in the Republic of Belarus, they mastered the unique production of sausages and semi-finished products on a continuous production line of casingless sausages. The high quality of the Myaskovit brand products meets international requirements and standards. For this purpose, daily control of raw materials and finished products is carried out in a production laboratory accredited for technical competence in accordance with the requirements of STB ISO / IEC 17025. Certificates and victories in competitions significantly increase consumer confidence and form the image of the enterprise in Belarus and abroad, which increases the chances of successful promotion of manufactured meat products in highly competitive foreign markets. The main foreign markets of the plant are Russia, Kazakhstan and Uzbekistan. Issues of entering and consolidating the markets of Azerbaijan, Armenia, Turkmenistan and China are being studied, which will increase sales revenue and improve financial condition, which will ensure further development of production.*

**Key words:** condition, revenue, cost, profitability, competitiveness, quality, organization.

#### **Введение**

В современный период ухудшения общей экономической ситуации в результате постоянно принимаемых санкций и давления на Республику Беларусь и Российскую Федерацию при постоянном колебании курсов мировых валют, из-за последствий пандемии коронавируса работа белорусских организаций сильно усложнилась. Поэтому в настоящее время вопросы состояния и конкурентоспособности их деятельности в Беларуси приобретают особую актуальность. Эффективность деятельности представляет собой важнейшее направление в стратегии развития организации и возможности ее

выхода на внешние рынки в условиях динамичной внешней среды [1, с. 112].

В научной литературе проблеме состояния и устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом основной акцент нередко сделан на экономической составляющей устойчивости [2, с. 391].

О хорошем финансовом состоянии предприятия свидетельствуют рост выручки и способность финансирования дальнейшей своей деятельности. В результате оценка финансового состояния имеет особое значение в современных условиях деятельности белорусских организаций. При этом в современных условиях, как в стране, так и в мире вопросы о конкурентоспособности становятся все более актуальными. Успешное функционирование организаций в сложившихся условиях обусловлено факторами, которые определяют конкурентоспособность предприятия. Несмотря на то, что исследованию конкуренции и конкурентоспособности посвящены многие работы, анализ механизмов обеспечения конкурентоспособности предприятий в полной мере не изучен [3, с. 49].

С этой целью проведены анализ и оценка состояния для определения направлений его повышения и конкурентоспособности организации.

#### Основная часть

В Республике Беларусь животноводство имеет большое значение. От его развития зависит деятельность мясоперерабатывающих предприятий. Сегодня в Беларуси переработкой мяса занимаются 21 крупный мясокомбинат, подчиненный Минсельхозпроду, и более 450 предприятий различных форм собственности [4, с. 255].

ОАО «Витебский мясокомбинат» является одним из ведущих производителей мясной продукции в Беларуси. Оно уже более 90 лет производит качественную мясную продукцию из свинины и говядины под торговой маркой «Мясковит». Мясокомбинат входит в состав Государственного объединения «Витебский концерн «Мясо-молочные продукты»», которое является крупнейшим в Беларуси объединением компаний по выпуску мясо-молочной продукции. В его состав входят 18 перерабатывающих предприятий, 10 обслуживающих, 3 торговых и 111 сельскохозяйственных организаций [5].

Основной вид деятельности акционерного общества – производство мясных изделий, для которых используют только натуральное сырье (свинина и говядина). Сырьевой базой предприятия в основном являются сельскохозяйственные организации Витебской области. Производя техническое перевооружение существующих объектов, для внедрения новейших современных мировых технологий организация стремится достигнуть высокого качества и надежности выпускаемых продуктов, которые позволят обеспечить динамичный ежегодный рост объемов производства и продаж [6, с. 35].

Важнейшим источником денежных накоплений для возмещения затрат за произведенную продукцию и образования доходов организаций является выручка от реализации, которая определяет финансовый результат деятельности предприятия и является важнейшим источником роста прибыли.

Представление широкого ассортимента мясных изделий от этого предприятия в крупных торговых сетях Беларуси, но и других регионов, в том числе ближнего и дальнего зарубежья способствует увеличению объема продаж и выручки от реализации продукции [7, с. 41].

Изменение показателей выручки от реализации продукции в организации за последние три года представлено на рис. 1.

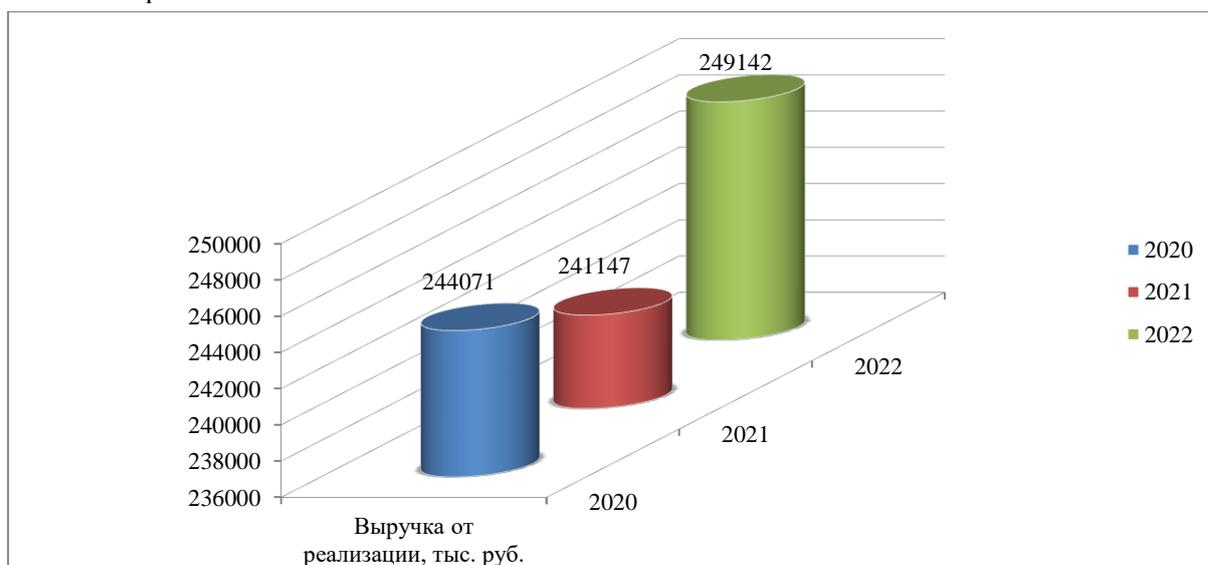


Рис. 1. Динамика выручки от реализации продукции

Из представленной информации на рис. 1, следует, что показатели выручки от реализации продукции за исследуемый период увеличились. Если в 2020 году выручка от реализации продукции составляла 244071 тыс. руб., то уже в 2022 году она повысилась на 5071 тыс. руб., или на 2,08 %. Это подтверждает эффективность деятельности компании.

К основным показателям финансового состояния относится себестоимость продукции, анализ которой имеет исключительное значение в качестве критерия оценки эффективности производства. От величины себестоимости зависят такие экономические показатели, как прибыль и рентабельность.

Поэтому проанализируем себестоимость реализованной продукции за последние годы, показатели которой отражены на рис. 2.

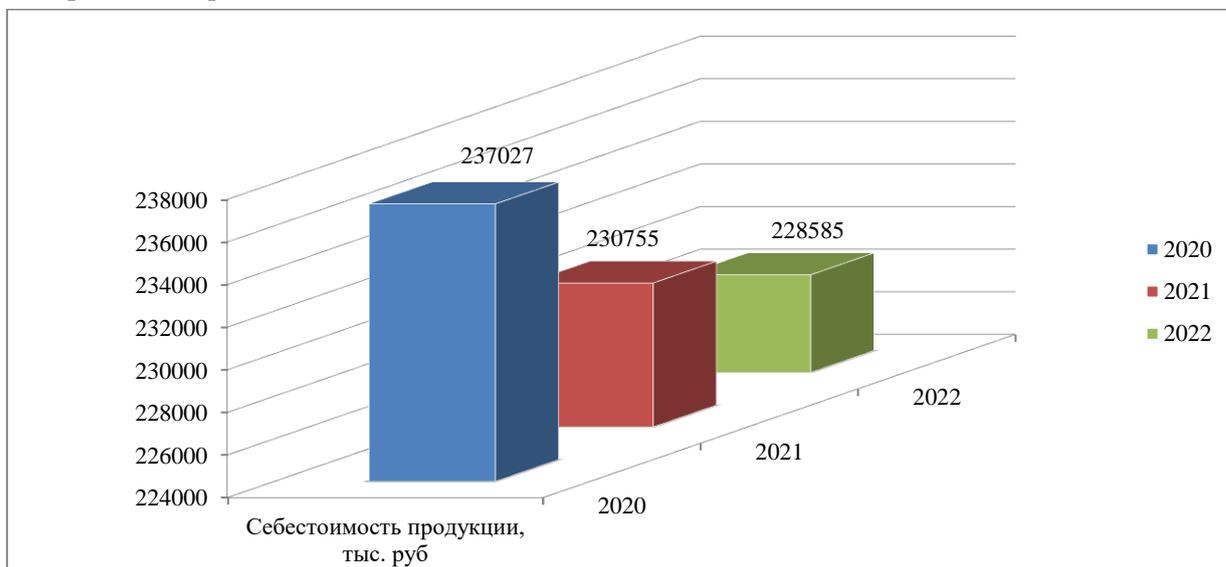


Рис. 2. Показатели себестоимости реализованной продукции, товаров, работ, услуг за 2020–2022 гг., тыс. руб.

Анализируя представленную информацию на рис. 2, видно, что на протяжении исследуемого периода себестоимость реализованной продукции с каждым годом снижалась. В 2022 году она снизилась по сравнению с 2020 годом на 8442 тыс. руб., или на 3,56 %.

Для оценки финансовых результатов функционирования различных компаний в качестве относительных показателей используют показатели рентабельности, которые формируются под влиянием значительного количества взаимосвязанных факторов, влияющих на полученные результаты деятельности. Рентабельность используют в качестве индикатора оценки финансового состояния организаций.

С этой целью проведем анализ рентабельности от реализации, товаров, работ, услуг мясокомбината за последние годы на представленном рис. 3.

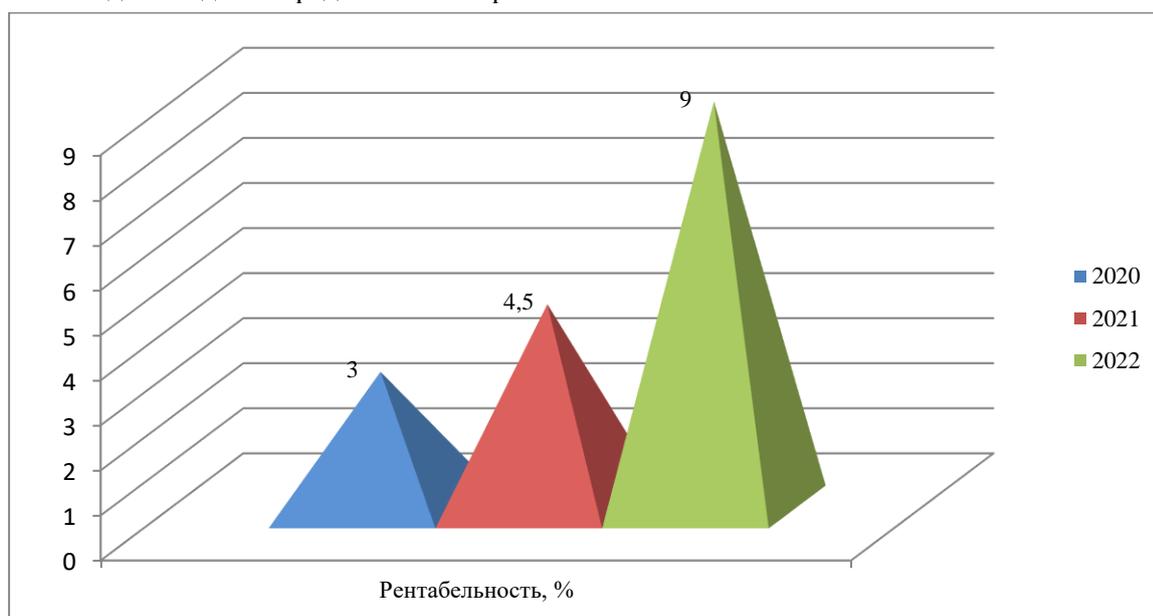


Рис. 3. Рентабельность от реализации, товаров, работ, услуг предприятия за 2020–2022 гг., %

Анализ изменения показателей рентабельности от реализации, показал, что они имеют положительную динамику. Рост рентабельности за последние три года составил 6 п. п. Это значит, что компания стабильно работает и развивается. При этом следует отметить, что необходимо принимать решения для дальнейшего повышения рентабельности и эффективности деятельности мясокомбината.

Учеными и практиками установлено, что устойчивое развитие предприятия обеспечивает его конкурентоспособность, важнейшими показателями которой являются разнообразие ассортимента продуктов и их качество. Для создания высококачественных мясных продуктов Витебский мясокомбинат постоянно осуществляет техническое переоснащение и современную модернизацию производства.

В настоящий период времени ассортимент продукции организации состоит из более 400 наименований: колбасные изделия, продукты из свинины, говядины и индейки, полуфабрикаты, пельмени. Специалисты стремятся сочетать старинные рецепты с современным производством. При этом сохраняя традиции, они используют инновации мясной промышленности, которые способствуют повышению устойчивости организации. Учитывая новые тенденции рынка мясных изделий и рекомендации врачей по здоровому питанию, освоено производство колбасных изделий с добавлением говядины и гипоаллергенного мяса индейки. Здесь впервые в Беларуси освоен уникальный выпуск колбасных изделий и полуфабрикатов на линии непрерывного производства безоболочных колбас.

Одним из важнейших показателей конкурентоспособности является качество продуктов. Чтобы повысить конкурентоспособность и осваивать новые рынки сбыта в зарубежных странах, продукция предприятия сертифицирована на соответствие требованиям международных стандартов [8, с. 61].

Конкурентоспособность продукции акционерного общества на внутреннем и внешнем рынке обеспечивает работающая система качества. Основной задачей организации в области качества и безопасности является обеспечение выпуска конкурентоспособных и безопасных для здоровья людей продуктов, которые отвечают законодательным требованиям и позволяют обеспечивать стабильный рост прибыли. На каждом этапе производства осуществляется строгий контроль и используется только высококачественное и отборное сырье [6, с. 35].

Для осуществления ежедневного контроля сырья и готовой продукции на мясокомбинате функционирует производственная лаборатория, аккредитованная на техническую компетентность в соответствии с требованиями СТБ ISO / МЭК 17025.

На предприятии внедрены и функционируют современные системы менеджмента качества и безопасности продукции СТБ ISO 9001-2009, ISO 22000 и система менеджмента безопасности пищевых продуктов на основе анализа опасностей и критических контрольных точек HACCP [9].

Высокое качество продукции торговой марки «Мясковит» подтверждает ее сертификация в соответствии с требованиями ЕС Халяль-01:2012, MS 1500:2004, MS 1500:2009. Наличие такого сертификата значительно повышает доверие потребителей и увеличивает шансы в успешном продвижении мясных продуктов на высококонкурентных азиатских рынках.

О качестве выпускаемых мясных деликатесов мясокомбината свидетельствуют постоянное награждение из года в год дипломами лауреатов конкурса «Лучшие товары Республики Беларусь» и премия Витебского облисполкома за достижения в области качества, присужденная за результаты системной работы по повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Победы в конкурсах подтверждают высокие достижения компании, которые формируют ее имидж в Беларуси и за рубежом, создавая основу для стабильного и эффективного развития [10, с. 31].

В настоящее время основными рынками присутствия комбината являются Россия, Казахстан и Узбекистан. Компания вынуждена переориентировать ранее налаженные экспортные поставки европейского и украинского направлений. Ведется работа по освоению и закреплению на рынках Азербайджана, Армении, Туркменистана и Китая. Для повышения объемов продаж на отечественном и зарубежном рынке предприятие постоянно принимает участие во всех проводимых мероприятиях. Демонстрация выпускаемых мясных изделий торговой марки «Мясковит» специалистами маркетинга в международных форумах и выставках оказывает содействие в формировании имиджа и создании положительного мнения о продукции у покупателей и тем самым позволяет закрепить свои позиции на ранее освоенных рынках и обеспечивает выход на новые рынки.

Так, на проходившей в мае Международной пищевой выставке «SIAL Shanghai – 2023» в г. Шанхай, Китайской Народной Республики благодаря представленной продукции Витебского мясокомбината было заключено долгосрочное сотрудничество с Китаем, а за активное участие компания удостоена Диплома выставки. Это позволит наращивать объемы поставок продуктов в Китай.

### **Заключение**

Установлено, что показатели выручки от реализации продукции за исследуемый период увеличились на 5071 тыс. руб., или на 2,08 %.

Проведенный анализ себестоимости реализованной продукции компании за 2020–2022 гг. под-

твердил постоянное ежегодное ее снижение. В течение анализируемого времени она снизилась на 8442 тыс. руб., или на 3,56 %.

Изучение динамики показателей рентабельности за последние три года выявило их положительную тенденцию повышения, что является подтверждением стабильной работы и эффективного развития предприятия.

Конкурентоспособность продукции обеспечивает высокое качество продуктов, подтвержденное сертификатами и наградами.

Постоянное участие в выставках и форумах, проводимых в Беларуси и зарубежных странах, формирует имидж мясных изделий бренда «Мясковит», содействует закреплению позиций на ранее освоенных рынках и обеспечивает продвижение продукции на новые рынки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Князева, Е. В. Эффективность деятельности предприятия и факторы, влияющие на нее / Е. В. Князева, Е. В. Шаповал // Вестник университета. – 2018. – № 2. – С. 112–115.
2. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.
3. Хлусова, О. С. Направления повышения конкурентоспособности предприятия с целью укрепления его финансовой устойчивости / О. С. Хлусова, И. С. Моисеева // Вестник Академии знаний. – 2015. – № 12 (1). – С. 49–58.
4. Шафранский, И. Н. Современное состояние и стратегия развития ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат» / И. Н. Шафранский, И. В. Шафранская // Современная аграрная экономика: наука и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции, Горки, Беларусь, 09–10 марта 2021 года. – Горки, Беларусь: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 253–261.
5. Официальный сайт «Государственное объединение «Витебский концерн «Мясо-молочные продукты»» [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <http://vitmmp.by/material/o-nas/> – Дата доступа: 21.06.2023.
6. Бекиш, Е. И. Использование направлений маркетинга для повышения эффективности деятельности организации / Е. И. Бекиш, Е. Е. Мантур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 33–37.
7. Бекиш, Е. И. Использование рекламы для повышения эффективности маркетинговой деятельности предприятия / Е. И. Бекиш, Л. А. Слинкова, Е. Е. Мантур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 38–41.
8. Бекиш, Е. И. Значение интеграции маркетинга и логистики в условиях конкуренции / Е. И. Бекиш, О. А. Брагина, Е. Е. Мантур // Право. Экономика. Психология. – 2022. – № 3(27). – С. 60–64.
9. Официальный сайт ОАО «Витебский мясокомбинат» [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <http://vmk.by/sistema-menedzhmenta/> – Дата доступа: 15.06.2023.
10. Бекиш, Е. И. Использование логистики для повышения эффективности деятельности организации / Е. И. Бекиш, Е. Е. Мантур // Право. Экономика. Психология. – 2023. – № 1(29). – С. 28–33.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕТА ЖИВОТНЫХ НА ВЫРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ

И. В. ЖУРОВА, Е. Н. КЛИППЕРТ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 01021871@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.11.2023)

*Животноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства Республики Беларусь, которая характеризуется высокой технологичностью и быстрыми темпами развития. В то же время принятие эффективных решений по управлению этой отраслью базируется на данных бухгалтерского учета. С точки зрения экономики, особым объектом учета в сельском хозяйстве являются животные на выращивании и откорме. Это обусловлено тем, что животные на выращивании и откорме имеют ряд специфических характеристик, которые следует принять во внимание бухгалтеру. Особенностью является то, что, с одной стороны, молодняк животных является незавершенным производством отрасли животноводства, т.е. предметом труда, с другой стороны, он выступает в процессе производства как средство труда. Благодаря своим физиологическим свойствам, молодняк, как средство труда, способствует переработке кормов в качественно иной вид продукции – прирост живой массы. С вступлением в силу Национального стандарта Республики Беларусь по бухгалтерскому учету и отчетности «Запасы» № 64 от 28.12.2022 г. в отношении порядка признания и учета животных на выращивании и откорме в настоящее время возникло очень много разночтений. Ввиду отсутствия на данный момент нормативно-правовой базы, законодательно регулирующей учет молодняка животных, животных на выращивании и откорме сельскохозяйственные организации должны прописать все методологические аспекты в учетной политике организации, как основном локальном правовом акте. В статье рассмотрены актуальные вопросы первоначального признания животных на выращивании и откорме, их оценки, проблемы определения и соблюдения критериев отнесения данных активов к запасам в сельскохозяйственных организациях в соответствии с действующим законодательством.*

**Ключевые слова:** животные на выращивании и откорме, первоначальное признание, критерии признания, биологические активы, отчетность.

*Livestock farming is one of the most important sectors of agriculture in the Republic of Belarus, which is characterized by high technology and rapid development. At the same time, making effective decisions to manage this industry is based on accounting data. From an economic point of view, a special object of accounting in agriculture is animals being raised and fattened. This is due to the fact that animals being raised and fattened have a number of specific characteristics that the accountant should take into account. The peculiarity is that, on the one hand, young animals are work in progress in the livestock industry, i.e. the subject of labor, on the other hand, it acts in the production process as a means of labor. Due to their physiological properties, young animals, as a means of labor, contribute to the processing of feed into a qualitatively different type of product – live weight. With the entry into force of the National Standard of the Republic of Belarus for accounting and reporting «Inventories» №. 64 dated December 28, 2022, a lot of discrepancies have now arisen regarding the procedure for recognizing and accounting for animals for growing and fattening. Due to the current lack of a regulatory framework legislatively regulating the accounting of young animals and animals for growing and fattening, agricultural organizations must prescribe all methodological aspects in the accounting policy of the organization, as the main local legal act. The article discusses current issues of the initial recognition of animals for growing and fattening, their assessment, problems of determining and complying with the criteria for classifying these assets as stocks in agricultural organizations in accordance with current legislation.*

**Key words:** animals for growing and fattening, initial recognition, recognition criteria, biological assets, reporting.

### Введение

Животные, как неотъемлемая часть сельскохозяйственного производства, в настоящее время рассматриваются в качестве биологического актива. Животные сельскохозяйственного назначения подразделяются на две большие группы: животные основного стада и животные на выращивании и откорме. В зависимости от того, к какой группе относятся животные, отражение их в учете и отчетности, включая порядок их оценки, имеет существенные отличия.

Животные на выращивании и откорме представляют собой особую группу активов. Это связано с тем, что, с одной стороны, их можно рассматривать как незавершенное производство отрасли животноводства. С другой стороны, им присущ ряд особенностей, которые обуславливают их учет как материальных активов. Суть этих особенностей состоит в том, что молодняк в любое время может быть забит на мясо, реализован заготовительным организациям, переведен в основное стадо и т. д.

Целью исследования стало исследование организационно-методических положений учета животных на выращивании и откорме.

Информационный материал для написания статьи получен на основе изучения научных публикаций и других официальных периодических изданий аналитического характера [1–5].

### Основная часть

Как показали проведенные исследования действующего в настоящее время в Республике Беларусь законодательства, в отношении порядка учета животных на выращивании и откорме с 1 января 2023 года действует ограниченное количество нормативно-правовых актов, что вызывает у сельско-

хозяйственных организаций ряд трудностей с определением порядка признания и оценки данных видов активов (табл. 1).

Таблица 1. Анализ нормативно-правовых актов Республики Беларусь по учету животных на выращивании и откорме

Наименование нормативного документа	Раскрываемые вопросы
Закон РБ «О бухгалтерском учете и отчетности» № 57-3 от 12.07.2013 г.	Определяет правовые и методологические основы бухгалтерского учета, требования к составлению и представлению бухгалтерской и (или) финансовой отчетности
Инструкция о порядке применения Типового плана счетов № 50 от 29.06.2011 г.	Определяет порядок отражения движения животных на выращивании и откорме на счетах бухгалтерского учета
Письмо Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 04-2-1-32/178 от 14.01.2016 г.	Определяет порядок учета затрат на содержание животных на выращивании и откорме, калькулирования фактической себестоимости прироста и живой массы скота
Приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 268 от 01.07.2011 г.	Определяет порядок документального оформления движения животных на выращивании и откорме и получаемой от них продукции
Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» № 104 от 12.12.2016 г.	Определяет порядок раскрытия информации о стоимости животных на выращивании и откорме в индивидуальной бухгалтерской отчетности
Инструкции о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов № 37/18/6 от 27.02.2009	Определяет порядок начисления амортизации по рабочему скоту и животным основного стада
Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь №66 от 01.10.2021г. «Об установлении норм товарных потерь»	Определяет нормы естественной убыли и технологических потерь, необходимые для обеспечения производственного процесса в животноводстве
Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь №63 от 16.06.2022г. «Об установлении норм технологических потерь крупного рогатого скота»	Определяет нормы технологических потерь крупного рогатого скота

Примечание: Таблица составлена авторами на основании анализа нормативно-правовых актов Республики Беларусь.

Проведенный анализ нормативно-правовой базы в отношении животных на выращивании и откорме показал, что в настоящее время не раскрыт порядок их принятия и отражения в учете.

Руководствуясь нормами Национального стандарта бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» № 104 от 12.12.2016 г. при составлении бухгалтерского баланса животных на выращивании и откорме, учитываемых на счете 11 «Животные на выращивании и откорме» необходимо включать в состав запасов. В то же время, Национальный стандарт Республики Беларусь по бухгалтерскому учету и отчетности «Запасы» № 64 от 28.12.2022 г. прямо указывает на то что «запасы - активы, от использования (реализации) которых организация предполагает получение экономических выгод в течение периода не более 12 месяцев или обычного операционного цикла, превышающего 12 месяцев, а также специальная (защитная), форменная и фирменная одежда и обувь».

К запасам в соответствии с данным нормативным документом (п. 2.2 гл. 1) относятся следующие активы: сырье, материалы, покупные полуфабрикаты, комплектующие изделия, топливо, запасные части, тара (за исключением тары, используемой организацией для технологического процесса производства (технологическая тара) и для хозяйственных нужд; инвентарь (в том числе тара, используемая организацией для технологического процесса производства (технологическая тара) и для хозяйственных нужд), хозяйственные принадлежности, инструменты, специальная оснастка (специальный инструмент, специальные приспособления, специальное оборудование), специальная (защитная), форменная и фирменная одежда и обувь; незавершенное производство, полуфабрикаты собственного производства; готовая продукция; товары; отгруженная продукция, отгруженные товары, выручка от реализации которых определенное время не может быть признана в бухгалтерском учете. Таким образом, в отношении животных на выращивании и откорме данный стандарт не действует и в качестве запасов их не признает.

Инструкцией по бухгалтерскому учету основных средств № 26 от 30.04.2012 г. в качестве критериев признания активов организации в составе основных средств определено соответствие следующим условиям:

- активы предназначены для использования в деятельности организации, в том числе в производстве продукции, при выполнении работ, оказании услуг, для управленческих нужд организации, а также для предоставления во временное пользование (временное владение и пользование), за исключением случаев, установленных законодательством;
- организацией предполагается получение экономических выгод от использования активов;
- активы предназначены для использования в течение периода продолжительностью более 12 месяцев;
- организацией не предполагается отчуждение активов в течение 12 месяцев с даты приобретения;
- первоначальная стоимость активов может быть достоверно определена.

Анализ соответствия животных на выращивании и откорме, как объекта учета, вышеперечисленным условиям признания позволяет сделать вывод о возможности их признания в составе основных средств.

В соответствии с МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство» животные на выращивании и откорме составляют особую группу оборотных средств организации и должны учитываться как биологические активы. В национальном законодательстве сущность понятия «биологические активы» и вопросы их учета не раскрываются.

В отсутствие документа, определяющего четкий порядок признания животных на выращивании и откорме в составе запасов или основных средств организации, возникают разночтения в отношении порядка учета данного вида актива.

В такой ситуации сельскохозяйственные организации должны руководствоваться п. 5 ст. 9 Закона Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» № 57-3 от 12.07.2013 г. «...если в отношении конкретных хозяйственных операций, отдельных составляющих активов, обязательств, собственного капитала, доходов, расходов организации в законодательстве не установлен порядок их отражения в бухгалтерском учете и отчетности, такой порядок разрабатывается организацией самостоятельно с применением профессионального суждения исходя из требований, установленных законодательством» и раскрыть все методологические аспекты учета животных на выращивании и откорме в учетной политике организации, как основном локальном правовом акте.

Например, сельскохозяйственная организация в учетной политике может оговорить следующие критерии для отнесения данных активов к основным средствам либо к запасам (табл. 2).

Таблица 2. Критерии признания животных на выращивании и откорме и порядок их оценки (на примере крупного рогатого скота)

Группа активов	Критерий признания	Порядок оценки
Запасы	Молодняк животных до наступления продуктивного возраста, в том числе: телки до первого отела и оценки фактической продуктивности, но позднее трех месяцев после отела; быки – до восемнадцатимесячного возраста.	Приплод – по нормативно-прогнозной (плановой) себестоимости с доведением ее в конце года до фактической путем списания калькуляционных разниц. Животные, поступившие со стороны – по фактической себестоимости приобретения, с учетом расходов по доставке животных в организацию.
	Животные на откорме после выбраковки из основного стада	Варианты: а) по первоначальной стоимости животных; б) по остаточной стоимости животных, если учетной политикой организации предусмотрено начисление амортизации по продуктивному скоту.
Основные средства	Продуктивный скот основного стада	При переводе из запасов – по нормативно-прогнозной (плановой) себестоимости 1 ц живой массы с доведением ее в конце года до фактической путем списания калькуляционных разниц. Животные, поступившие со стороны – по фактической себестоимости приобретения, с учетом расходов по доставке животных в организацию.

Примечание: Таблица составлена авторами на основании собственных исследований.

## Заключение

Таким образом, признание животных в составе основных средств или запасов – начальный и довольно сложный этап учетного процесса этих биологических активов. Учет животных на выращивании и откорме в настоящее время не урегулирован, в полном объеме, ни одним действующим нормативным актом в связи, с чем сельскохозяйственным организациям необходимо учитывать аспекты в их отношении максимально подробно прописать в учетной политике. Сложившаяся ситуация с одной стороны позволяет сельскохозяйственным организациям самостоятельно определять особенности, связанные со спецификой их деятельности, с другой – обуславливает необходимость разработки национального стандарта бухгалтерского учета и отчетности в отношении биологических активов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Великоборец, Н. В. Актуальные вопросы сближения национального учета с МСФО / Н. В. Великоборец, Е. Н. Клиперт, Е. Л. Путникова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 67–71.
2. Горло, В. И. Актуальные проблемы учета основных средств / В. И. Горло // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. X междунар. науч.-практ. конф. В 4-х ч. Ч. 2. Брянск, 2019. – С. 61–66.
3. Куруленко, Т. А. Соблюдение критериев признания основных средств как важное условие релевантности отчетной информации сельскохозяйственных организаций / Т. А. Куруленко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 28–31.
4. Куруленко, Т. А. Состояние и развитие учета животных основного стада и многолетних насаждений как части биологических активов / Т. А. Куруленко // Бухгалтерский учет и анализ. – 2022. – № 6. – С. 43–46.
5. Путникова, Е. Л. Организационно-методические положения учетного обеспечения производственных активов / Е. Л. Путникова, В. А. Яцкевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 21–34.

## ДЕБИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТЬ КАК ВАЖНЕЙШИЙ КОМПОНЕНТ КРАТКОСРОЧНЫХ АКТИВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д. В. ИЛЬЕНЯ

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

(Поступила в редакцию 27.12.2023)

*В данной статье проведен анализ основных показателей эффективности использования дебиторской задолженности сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь. В современных условиях, характеризующихся внешнеэкономической нестабильностью, волатильностью цен и несбалансированностью конъюнктуры товарных и сырьевых рынков, важно обеспечить устойчивый процесс формирования и использования краткосрочных активов сельскохозяйственных организаций, который является основой достижения планируемых производственно-экономических показателей. Дебиторская задолженность является одним из основных составляющих данных активов, она выполняет роль промежуточного звена между отгрузкой продукции и исполнением обязательств, что обеспечивает процесс реализации продукции. Управление дебиторской задолженностью – важная часть финансового менеджмента, от эффективности которой зависит финансовая устойчивость организации. Управление предполагает комплекс мер, направленных на предотвращение появления сомнительной задолженности путем тщательного анализа и ранжирования контрагентов и охватывает весь процесс финансового и правового администрирования. Одним из этапов управления дебиторской задолженностью является анализ параметров ее использования. В данной статье проведен анализ по нескольким из основных показателей эффективности: коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, длительность погашения дебиторской задолженности, доля дебиторской задолженности в общем объеме краткосрочных активов и доля сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности. Выявлено, что сельскохозяйственные организации Республики Беларусь в целом эффективно используют дебиторскую задолженность, однако выделена такая проблема в управлении ею, как повышение доли сомнительной дебиторской задолженности в общем объеме дебиторской задолженности. И для повышения эффективности функционирования сельскохозяйственных организаций им следует найти способы решения данной проблемы.*

**Ключевые слова:** краткосрочные активы, дебиторская задолженность, эффективность, анализ, коэффициент оборачиваемости, сомнительная дебиторская задолженность.

*This article analyzes the main indicators of the efficiency of using receivables of agricultural organizations of the Republic of Belarus. In modern conditions, characterized by external economic instability, price volatility and unbalanced conditions in commodity and raw materials markets, it is important to ensure a sustainable process of formation and use of short-term assets of agricultural organizations, which is the basis for achieving planned production and economic indicators. Accounts receivable is one of the main components of these assets; it acts as an intermediate link between the shipment of products and the fulfillment of obligations, which ensures the process of sales of products. Accounts receivable management is an important part of financial management, the effectiveness of which determines the financial stability of the organization. Management involves a set of measures aimed at preventing the occurrence of doubtful debts through careful analysis and ranking of counterparties and covers the entire process of financial and legal administration. One of the stages of accounts receivable management is the analysis of the parameters of its use. This article analyzes several of the main performance indicators: the accounts receivable turnover ratio, the duration of repayment of accounts receivable, the share of accounts receivable in the total volume of short-term assets and the share of doubtful debts in accounts receivable. It has been revealed that agricultural organizations of the Republic of Belarus, in general, effectively use receivables, but a problem in their management has been highlighted, such as an increase in the share of doubtful receivables in the total volume of receivables. And to increase the efficiency of the functioning of agricultural organizations, they should find ways to solve this problem.*

**Key words:** short-term assets, accounts receivable, efficiency, analysis, turnover ratio, doubtful accounts receivable.

### Введение

Наиболее актуальной проблемой в современных условиях для сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь является проблема их платежеспособности в связи с дефицитом краткосрочных активов. В этих условиях возрастает значение разработки эффективной системы управления дебиторской задолженностью, как одного из важнейших компонентов краткосрочных активов, на основе проведения ее комплексного постоянного анализа.

Разработкой системы связанной с управлением дебиторской задолженности, а также методов учета и контроля занимались такие ученые, как О. Г. Блажевич, А. Н. Гридюшко, П. О. Евдокимов, Е. В. Крючева. Но современные условия диктуют необходимость продолжения работы по исследованию мероприятий, направленных на более эффективное системное управление дебиторской задолженностью и нахождения более современных подходов.

Контроль дебиторской задолженности должен повысить уровень ответственности контрагентов по ее погашению и обеспечить своевременность движения денежных потоков в организации.

Исходя из этого, целью данной статьи является проведение анализа показателей эффективности использования дебиторской задолженности сельскохозяйственными организациями Республики Беларусь для выявления основных проблем.

### Основная часть

Важными условиями эффективного функционирования сельскохозяйственной отрасли являются достаточная обеспеченность краткосрочными активами и эффективное их использование.

Непрерывность и ритмичность работы сельскохозяйственных товаропроизводителей напрямую зависят от оптимальности размеров имеющихся у них краткосрочных активов. В этой связи интенсивному росту сельскохозяйственного производства, а также повышению его результативности, конкурентоспособности и устойчивости может способствовать применение эффективных форм и механизмов управления упомянутыми активами.

Краткосрочные активы в соответствии с классификацией по функциональному признаку принято подразделять на краткосрочные активы в сфере производства и краткосрочные активы в сфере обращения [1, 9, 10]. Наглядно данная классификация представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация краткосрочных активов по функциональному признаку

Сельскохозяйственные организации не только производят продукцию, но и занимаются ее реализацией, поэтому, кроме краткосрочных активов, в сфере производства располагают еще и краткосрочными активами в сфере обращения. К последним относятся: готовая продукция и товары для перепродажи на складах; товары в пути (отгруженная продукция); средства в расчетах (дебиторская задолженность) – долги покупателей и заказчиков, выданные авансы, векселя к получению, задолженность учредителей по взносам в уставный капитал; денежные средства в кассе и на счетах [2, 6].

Дебиторская задолженность является важным компонентом ненормируемых краткосрочных активов. Удельный вес дебиторской задолженности в структуре краткосрочных активов отражен в табл. 1.

Таблица 1. Удельный вес дебиторской задолженности в общем объеме краткосрочных активов, %

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Средняя величина дебиторской задолженности	5045,7	5760,3	5822,9	5896,0	6305,3
Средняя сумма краткосрочных активов организации в рассматриваемом периоде	14914,9	15976,6	17110,9	18335,1	19899,4
Удельный вес дебиторской задолженности в общем объеме краткосрочных активов, %	33,8	36,1	34,0	32,2	31,7

В целом, можно отметить, что дебиторская задолженность составляет около трети краткосрочных активов сельскохозяйственных организаций. Ее удельный вес в общем объеме краткосрочных активов за исследуемый период уменьшился на 2,1 п. п. Данное снижение свидетельствует о том, что в сельскохозяйственных организациях растет эффективность использования дебиторской задолженности.

В настоящее время принято выделять четыре основных подхода к определению дебиторской задолженности [3].

Первый подход – юридический – предусматривает дебиторскую задолженность как сумму долгов третьих лиц перед предприятием.

Второй подход является экономико-правовым и определяет дебиторскую задолженность как часть имущества, активов хозяйствующего субъекта.

Третий подход – «экономический», рассматривает дебиторскую задолженность как кредит, предоставляемый хозяйствующим субъектом своим дебиторам.

Четвертым подходом является «бухгалтерский». Он базируется на том, что с позиций бухгалтерского учета дебиторская задолженность – это обязательство, информация о котором должна определенным образом отражаться в бухгалтерском учете.

Приведенные выше подходы к определению дебиторской задолженности являются взаимодополняющими друг друга, каждое из них в той или иной мере характеризует сущность данного понятия.

В данном исследовании под дебиторской задолженностью будем понимать часть краткосрочных активов, представляющих собой сумму долгов, причитающихся хозяйствующему субъекту от покупателей и прочих дебиторов по текущим операциям.

Величина дебиторской задолженности зависит от множества внутренних и внешних факторов [4, 8]. К внешним факторам относятся:

- состояние экономики в стране (спад, подъем производства, размер инфляции, состояние платежеспособного спроса);
- состояние расчетов в стране (кризис неплатежей, размер денежной массы);
- вид продукции, уровень конкуренции по данному виду экономической деятельности;
- емкость рынка и степень его насыщенности (при высоком насыщении рынка возникают трудности с реализацией продукции).

Внутренние факторы:

- кредитная политика предприятия (установление сроков и условий предоставления кредитов, система скидок при своевременной или досрочной оплате счетов, принятые к использованию критерии кредитоспособности, риски);
- виды расчетов, используемых предприятием (использование расчетов, гарантирующих платеж, сокращает размеры дебиторской задолженности);
- состояние контроля за дебиторской задолженностью;
- профессионализм финансового менеджмента, занимающегося управлением дебиторской задолженностью.

Контроль дебиторской задолженности должен повысить уровень ответственности контрагентов по ее погашению и обеспечить своевременный приток денежных средств в организации. Однако иногда отсутствует уверенность в полном и своевременном возвращении задолженности. Такая ситуация приводит к ухудшению финансового состояния субъектов хозяйствования. Поэтому особого внимания заслуживает контроль операций с дебиторской задолженностью, поскольку он обеспечивает защиту от ошибок и злоупотреблений и играет важную роль в обеспечении сохранности имущества предприятия.

Анализ дебиторской задолженности проводят с помощью ряда показателей [5, 7]. Первый показатель – это коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, который рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{ДЗ} = В / ДЗ,$$

где  $K_{ДЗ}$  – коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, оборотов; В – выручка от реализации продукции, работ, услуг; ДЗ – средняя величина дебиторской задолженности.

Данный показатель характеризует, насколько эффективно организовано управление дебиторской задолженностью. Его повышение свидетельствует об улучшении платежной дисциплины контрагентов, а снижение сигнализирует о росте числа неплатежеспособных покупателей. Динамика коэффициента напрямую зависит от эффективности проводимой кредитной политики.

Следующим показателем является период погашения дебиторской задолженности, который рассчитывается по формуле:

$$Д_{ДЗ} = Д / K_{ДЗ},$$

где  $Д_{ДЗ}$  – длительность погашения дебиторской задолженности, в днях; Д – отчетный период, в днях.

Этот показатель следует рассматривать по контрагентам, видам продукции, условиям расчетов, то есть по условиям заключения сделок. Чем продолжительнее период погашения дебиторской задолженности, тем выше риск ее невозврата.

Далее необходимо проанализировать долю дебиторской задолженности в общем объеме краткосрочных активов следующим образом:

$$У_{дз} = ДЗ \times 100 / КА,$$

где КА – средняя сумма краткосрочных активов организации в рассматриваемом периоде;  $У_{дз}$  – удельный вес дебиторской задолженности в общем объеме краткосрочных активов, %.

Чем выше величина показателя, тем менее мобильна структура имущества организации.

Доля сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности определяется следующим образом:

$$У_{сдз} = СЗ \times 100 / ДЗ,$$

где  $У_{сдз}$  – удельный вес сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности, %; СЗ – сомнительная дебиторская задолженность.

Данный коэффициент характеризует «качество» дебиторской задолженности. Тенденция к его росту свидетельствует о снижении ликвидности средств.

На основе данных сводных бухгалтерских балансов сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь был проведен расчет основных показателей, которые необходимы для анализа состояния дебиторской задолженности данных организаций за 2017–2021 годы.

Результаты расчета и анализа представлены в табл. 2–4.

Таблица 2. Динамика коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Выручка от реализации продукции, работ, услуг, млн. руб.	11363,3	12152,6	13426,9	15041,8	15311,0
Средняя величина дебиторской задолженности, млн. руб.	5045,7	5760,3	5822,9	5896,0	6305,3
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, оборотов, млн. руб.	2,25	2,11	2,31	2,55	2,43

Расчеты показывают (табл. 2), что коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности увеличился за исследуемый период на 0,18 оборота. Это говорит о том, что в целом эффективность использования дебиторской задолженности повышается.

Таблица 3. Динамика длительности погашения дебиторской задолженности

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, оборотов	2,25	2,11	2,31	2,55	2,43
Отчетный период, в днях	365	365	365	365	365
Длительность погашения дебиторской задолженности, в днях	162	173	158	143	150

Как показывает анализ (табл. 3), длительность погашения дебиторской задолженности в 2021 г. по сравнению с 2017 г. сократилась на 12 дней, что является положительным моментом. Сокращение длительности погашения произошло за счет ускорения оборачиваемости дебиторской задолженности.

Таблица 4. Удельный вес сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сомнительная дебиторская задолженность, млн. руб.	704,5	853,6	860,2	1599,8	1623,6
Средняя величина дебиторской задолженности, млн. руб.	5045,7	5760,3	5822,9	5896,0	6305,3
Удельный вес сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности, %	13,9	14,8	14,8	27,1	25,7

Расчеты показывают (табл. 4), что удельный вес сомнительной задолженности в составе дебиторской задолженности в 2021 г. по сравнению с 2017 г. увеличился на 11,8 п.п. Можно предположить, что данное увеличение произошло в связи с тяжелой экономической ситуацией для хозяйствующих субъектов не только в Республике Беларусь, но и в странах-партнерах белорусского АПК.

### Заключение

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Дебиторская задолженность составляет около трети краткосрочных активов сельскохозяйственных организаций (31,7–36,1 %), что свидетельствует о важнейшей роли этой задолженности в хозяйственной деятельности сельских товаропроизводителей.

2. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, отражающий отношение денежной выручки дебиторской задолженности, имеет тенденцию к росту, что свидетельствует о повышении эффективности использования дебиторской задолженности.

3. Для повышения эффективности функционирования сельскохозяйственных организаций следует найти способы решения проблемы повышения доли сомнительной задолженности в общем объеме дебиторской задолженности.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Блажевич, О. Г. Сущность классификации и особенности управления оборотными активами предприятия / О. Г. Блажевич // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 8. – С.19-27.
2. Гридюшко, А. Н. Формирование источников финансовых ресурсов в сельском хозяйстве / А. Н. Гридюшко, Е. Н. Гридюшко // Проблемы экономики: сб. науч. тр. – 2022. – № 1 (34). – С. 30–41.
3. Евдокимов, П. О. Исследование понятия дебиторской задолженности хозяйствующего субъекта / П. О. Лебедев // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – №6. – С. 168–173.
4. Гридюшко, А. Н. Анализ сбалансированности структуры активов сельскохозяйственных организаций Беларуси / А. Н. Гридюшко // Проблемы экономики: сб. науч. тр. – 2022. – № 1 (34). – С. 21–29.
5. Крючева, Е. В. Эффективность использования оборотных средств в сельском хозяйстве и пути ее повышения: монография / Е. В. Крючева, Е. В. Кремянская, В. И. Перцухов, Л. В. Бондаренко. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 164 с.
6. Гридюшко, А. Н. Источники финансовых ресурсов в сельском хозяйстве / А. Н. Гридюшко, Е. Н. Гридюшко // Аграрное образование и наука для АПК: матер. респ. науч.-практ. конф. Белорусская агропромышленная неделя БЕЛАГРО-2023 / редкол. В. А. Самсонович (гл. ред.) и др. – Горки, 2023. – С. 136–139.
7. Гридюшко, А. Н. Организация ресурсообеспечения сельскохозяйственных товаропроизводителей: отечественный и зарубежный опыт / А. Н. Гридюшко, Е. Н. Гридюшко // Проблемы экономики: сб. науч. тр. – 2014. – № 2 (19). – С. 31–41.
8. Гридюшко, А. Н. Особенности ресурсообеспечения сельскохозяйственного производства / А. Н. Гридюшко // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 3. – С. 18–23.
9. Гридюшко, А. Н. Особенности финансового обеспечения сельскохозяйственного производства / А. Н. Гридюшко // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. XI междунар. науч.-практ. конф., 5–6 марта 2020 г. – В 4 ч. – Ч. 2. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2020. – С. 67–73.
10. Гридюшко, А. Н. Принципы эффективного ресурсообеспечения сельскохозяйственных товаропроизводителей / А. Н. Гридюшко // Проблемы экономики: сб. науч. тр. – 2014. – № 2 (19). – С. 20–30.

**МЕТОДЫ УСТОЙЧИВОГО ВЕДЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА****Н. Н. МИНИНА**

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

(Поступила в редакцию 12.01.2024)

*В настоящее время перед сельским хозяйством Республики Беларусь стоит задача повышения устойчивости. Ее актуальность предопределена намеченными целевыми параметрами Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года, а также целевыми индикаторами Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. Устойчивое сельское хозяйство ориентируется на умеренное потребление невозобновляемых ресурсов с учетом воздействия на природу и потребностей будущих поколений. Этот подход предусматривает переход на экономное землепользование, возобновляемые источники энергии и ликвидацию загрязнения окружающей среды.*

*В статье представлены основные показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь. Анализ данных показателей свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости аграрного сектора страны.*

*Автором были выделены и охарактеризованы следующие методы устойчивого ведения растениеводства, в той или иной степени применяемые сельскохозяйственными организациями Республики Беларусь: использование севооборотов; применение орошения; посев покровных культур; минимальная или нулевая обработка почвы; комплексная борьба с сорняками, болезнями и вредителями; органическое земледелие; пермакультура; посев с переменной нормой высева. Расширение практического использования данных методов будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности, экономии ресурсов и защиты окружающей среды, повышению уровня жизни людей, занятых сельскохозяйственным производством, и сельского населения в целом и темпов экономического роста.*

*Данные для точной и надежной аналитики при принятии управленческих решений предоставляют технологии точного земледелия, дистанционного зондирования и анализа данных. Благодаря индивидуальному подходу и набору передовых инструментов указанные технологии позволяют сельскохозяйственным производителям адаптироваться к конкретным условиям производства, способствуя росту устойчивости ведения растениеводства.*

**Ключевые слова:** растениеводство, сельское хозяйство, рационализация, устойчивость, продовольственная безопасность.

*Currently, the agriculture of the Republic of Belarus faces the task of increasing sustainability. Its relevance is predetermined by the intended target parameters of the National Strategy for Sustainable Development of the Republic of Belarus until 2035, as well as the target indicators of the State Program “Agricultural Business” for 2021–2025. Sustainable agriculture focuses on moderate consumption of non-renewable resources, taking into account the impact on nature and the needs of future generations. This approach involves a transition to economical land use, renewable energy sources and the elimination of environmental pollution.*

*The article presents the main indicators of the sustainability of agriculture in the Republic of Belarus. Analysis of these indicators indicates that the country’s agricultural sector has achieved a fairly high level of sustainability.*

*The author has identified and characterized the following methods of sustainable crop production, used to one degree or another by agricultural organizations of the Republic of Belarus: the use of crop rotations; application of irrigation; sowing cover crops; minimal or no tillage; integrated control of weeds, diseases and pests; organic farming; permaculture; sowing with variable seeding rates. Expanding the practical use of these methods will help ensure food security, save resources and protect the environment, improve the living standards of people engaged in agricultural production and the rural population in general, and the rate of economic growth.*

*Data for accurate and reliable analytics for making management decisions are provided by precision agriculture, remote sensing and data analytics technologies. Thanks to a personalized approach and a set of advanced tools, these technologies allow agricultural producers to adapt to specific production conditions, contributing to the growth of sustainable crop production.*

**Key words:** crop production, agriculture, rationalization, sustainability, food security.

**Введение**

Утвердив в 2015 году Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, включающую 17 целей в области устойчивого развития и 169 соответствующих задач, мировое сообщество в очередной раз подтвердило свою приверженность этой важной теме. Обязательства обеспечить устойчивый, всеохватный и поступательный экономический рост, социальную интеграцию и защиту окружающей среды, намереваясь достичь их, находясь в партнерстве и в условиях мира, взяли 193 государства-члена ООН, в том числе Республика Беларусь [1].

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом основной акцент нередко сделан на экономической составляющей устойчивости [2].

Цель исследования – охарактеризовать методы устойчивого ведения растениеводства сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь.

**Основная часть**

Применялись общенаучные и частные методы исследования, работы отечественных и зарубежных ученых, данные ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Концепция устойчивого развития заключается в обеспечении стабильного непрерывного производства и его роста при сохранении достаточного количества ресурсов для будущего. Основные цели устойчивого сельского хозяйства: обеспечение продовольственной безопасности в настоящее время и в будущем; сохранение и повышение плодородия почвы и поощрение биоразнообразия; улучшение экологических условий и предотвращение загрязнения; экономия невозобновляемых ресурсов; поддержка экономического развития сельских районов; повышение качества здоровья и уровня жизни людей, занятых сельскохозяйственным производством, и сельского населения в целом; повышение экологической осведомленности и ответственности людей.

С 2020 г. по 2021 г. уровень умеренного или острого отсутствия продовольственной безопасности в Республике Беларусь снизился с 1,22 % до 0,712 %.

Анализ показателей, приведенных в табл. 1, 2, свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости сельского хозяйства Беларуси.

Таблица 1. Основные показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь за 2017–2022 гг.

Показатели	Годы					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество генетических ресурсов, предназначенных для производства продовольствия и сельского хозяйства, которые хранятся на специальных объектах либо среднесрочно-го, либо долгосрочного хранения, ед.:						
ресурсов растительного происхождения	29800	38406	41089	43965	46722	49420
ресурсов зоологического происхождения	21100	21105	24594	25377	28980	28200
Индекс ориентированности на сельское хозяйство, определяемый по структуре государственных расходов	0,8	0,8	0,9	0,7	1	0,9
Доля сельского хозяйства в государственных расходах, %	4,98	4,54	5,21	4,69	5,21	
Доля добавленной стоимости сельского хозяйства в ВВП, %	7,57	6,59	6,79	7,08	6,8	
Индекс аномалий цен на продовольствие (IFPA) по индексу потребительских цен на продовольствие	0,18	-0,18	0,14	-0,35	0,14	
Индекс аномалий цен на зерно пшеницы (IFPA) в разбивке по видам продуктов	0,3	-0,1	0,4	-0,42	-0,61	
Эффективность водопользования в сельском хозяйстве, долларов США/м <sup>3</sup>			0,1	0,1		
Уровень дефицита воды в сельском хозяйстве, %	1,42	1,37	1,21	1,21		
Ежегодный темп роста реального ВВП на душу населения, %	102,6	103,3	101,6	99,7	103,2	96,1
Ежегодный темп роста реального ВВП на каждого занятого, %	103,7	103,5	101,5	99,6	103,2	96,8
Доля затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в ВВП, %	0,58	0,60	0,58	0,54	0,46	0,48
Доля площадей земель, подверженных различным видам деградации почв, %:						
республика	9,8	9,6	9,5	9,4	9,4	9,2
сельскохозяйственные земли, подверженные водной и ветровой эрозии	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
сельскохозяйственные земли, подвергшиеся радиоактивному загрязнению	4,5	4,2	4,1	4	4	3,8
земли с деградированными торфяными почвами	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
земли, загрязненные радионуклидами, выбывшие из сельскохозяйственного оборота	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Объем финансирования мероприятий, направленных на регулирование распространения и численности инвазивных растений, тыс. долларов США:						
республика		478,4	811,1	735,2	823,0	872,4
республиканский бюджет		10,2	9,5	7,8	11,0	10,6
местный бюджет		468,1	801,6	727,4	812,0	861,8

Примечание: Составлено автором на основе данных ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Таблица 2. Показатели устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь за 2021 г.

Показатели	2021 г.
Доля сельскохозяйственных площадей, занятых продуктивным и устойчивым сельским хозяйством, %	62
Доля площади сельскохозяйственных угодий, на которой достигнут приемлемый или желаемый уровень, %:	
стоимости сельскохозяйственной продукции на гектар	62
продовольственной безопасности	62
внесения удобрений	100
обращения с пестицидами	100
чистого дохода фермерского хозяйства	96
механизмов снижения рисков	100
деградации почв	100
использования методов, поддерживающих агробиоразнообразие	100
вариации водообеспеченности	100
заработной платы в сельском хозяйстве	100

Примечание: Составлено автором на основе данных ФАО и Национального статистического комитета Республики Беларусь.

К методам устойчивого ведения растениеводства относятся следующие: использование севооборотов; применение орошения; посев покровных культур; минимальная, или нулевая, обработка поч-

вы; комплексная борьба с сорняками, болезнями и вредителями; органическое земледелие; пермакультура; посев с переменной нормой высева. Рассмотрим данные методы более подробно.

1. Севооборот сводит к минимуму уплотнение почвы благодаря растениям с различными корневыми системами; повышает содержание органических веществ и стимулирует активность микрофлоры почвы; снижает уровень истощения почвы; помогает в борьбе с вредителями и болезнями культур и способствует сокращению применения средств защиты растений; при применении азотфиксирующих растений насыщает почву азотом без уменьшения содержания в ней полезных бактерий и риска ухудшения процесса воспроизводства почвы, в отличие от применения азотных удобрений; способствует росту урожайности культур; снижает риски ведения сельского хозяйства.

2. Устойчивое развитие направлено на удовлетворение потребностей растений в увлажнении при одновременной оптимизации потребления энергии и воды. Дождевальное и капельное орошение хорошо работают в сельском хозяйстве для удовлетворения потребностей различных типов почв и сортов культур, а орошение с переменной скоростью еще больше повышает эффективность сельского хозяйства, позволяя точно управлять циклами полива. Использование дождевой воды (сбор во время выпадения осадков и хранение ее для последующего применения) снижает зависимость от внешних поставок и помогает уменьшить нагрузку на водоемы и водоносные горизонты. Посадка засухоустойчивых и местных культур, севооборот помогают продвигать устойчивое использование воды в сельском хозяйстве и минимизировать последствия засухи для растений. Благодаря применению современных информационных технологий становятся доступными сведения о влажности почвы, вегетационный индекс, показывающий содержание влаги в растениях, историческая аналитика и прогноз погоды, что позволяет корректировать график полива. Точное орошение также обеспечивает растения питательными веществами, когда полив сочетается с внесением удобрений (при фертигации).

3. Посев покровных культур в межсезонье способствует защите полей от сорных растений, вредителей и эрозии почв, сохранению влаги в почве, накоплению органического вещества и азота при использовании покровных культур в качестве сидерата и снижению таким образом затрат на удобрения, а при цветении покровные культуры поддерживают популяцию пчел и других насекомых-опылителей.

Густые покровные насаждения физически замедляют скорость капель воды до того, как они соприкоснутся с поверхностью почвы, предотвращая вымывание питательных веществ в более глубокие слои почвы и эрозионный поверхностный сток. Обширные корневые сети покровных культур помогают закрепить почву на месте, увеличить ее пористость, создавая подходящую среду обитания для почвенной макрофауны. Покровные культуры также повышают активность почвенных микробов. Это способствует обогащению почвы в течение нескольких следующих лет.

Биологическая азотфиксация является альтернативой промышленной азотфиксации в попытке сохранить или увеличить будущие уровни производства продуктов питания. Кроме того, в отличие от промышленной, биологическая азотфиксация лишена такого недостатка, как попадание азотных удобрений в водные пути, ведущего к эвтрофикации (росту биологической продуктивности водоема вследствие насыщения биогенными элементами), последующей гипоксии (кислородному истощению) больших водоемов и, следовательно, к истощению и отмиранию обитающей в водоемах флоры и фауны, ухудшению химического состава воды и вымирания экосистемы водоемов.

Перед уборкой в покровных культурах содержится значительное количество влаги. Когда их заделывают в почву или оставляют на поверхности почвы, влажность почвы увеличивается. В то же время, в регионах с умеренным климатом, особенно в годы с количеством осадков ниже среднего уровня, покровные культуры могут истощать запасы воды в почве весной. Покровные культуры подавляют сорняки как время роста и после гибели. Применение покровных культур позволяет сократить рост сорняков на 99 %. Некоторые покровные культуры, например, горчица, подавляют популяции грибковых заболеваний за счет выделения природных токсичных химических веществ. Другие покровные культуры могут использоваться в качестве «культур-ловушек», чтобы отвлечь вредителей от ценных товарных культур и направить их к тем покровным культурам, которые вредитель считает более благоприятной средой обитания. Пример – посев после зерновых культур редьки или горчицы белой [3].

4. При нулевой обработке почва не обрабатывается, а ее поверхность укрывается измельченными остатками растений – мульчей. Посев осуществляется в растительные остатки [4].

При минимальной обработке почвы хозяйства выполняется неглубокая обработка почвы для ее подготовки к посеву. В отличие от традиционной обработки почвы, которая может включать несколько проходов по полю и глубокую обработку для подготовки почвы, минимальная обработка почвы обычно включает один или два прохода, что снижает затраты на топливо и рабочую силу. Минимизация обработки достигается: высокой технической оснащенностью предприятия комбиниро-

ванными почвообрабатывающими и посевными агрегатами, совмещающими до 4–5 технологических операций в одном рабочем процессе; сокращением числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок в севооборотах на плодородных почвах с благоприятными агрофизическими свойствами при условии использования по мере необходимости гербицидов; заменой глубоких основных обработок поверхностными и мелкими под некоторые культуры севооборота (например, зерновые).

Минимальная и нулевая обработка почвы, в отличие от обычной вспашки в традиционном земледелии, имеют преимущества: обеспечивают сохранение влаги; предотвращают переуплотнение почвы (уплотнение снижает, например, полевую всхожесть семян озимой пшеницы на 25 % и урожайность на 12–30 %); содействуют активизации микрофлоры грунта и являются базисом для воспроизводства плодородного пласта почвы и дальнейшего роста урожайности; сокращают время работы, затраты труда и расход горючего (при обычной технологии возделывания культур на обработку приходится до 25 % трудовых и 40 % энергетических затрат); предотвращают ветровую и водную эрозию; способствуют экономической и экологической стабильности [5].

В то же время минимальная и нулевая обработка почвы имеют недостатки: могут способствовать росту засоренности посевов (могут сохраняться семена сорняков); давления болезней и вредителей (растительные остатки могут служить средой обитания этих организмов); уплотнению почвы со временем (с увеличением мощности тракторов, при чрезмерном использовании тяжелой техники); повышению уровня влажности почвы (в дождливые периоды растительные остатки могут способствовать удержанию влаги в почве и в итоге распространению болезней и вредителей); временному снижению плодородия почвы (растительным остаткам требуется время для разложения). Чтобы избежать этого, необходимо применение дополнительных мер по борьбе с указанными негативными факторами: использование покровных культур, севооборота или применение гербицидов для борьбы с сорняками; применение севооборота, устойчивых сортов или мониторинг вредителей для борьбы с болезнями и вредителями; аэрация почвы, периодическое глубокое рыхление или посев покровных культур для предотвращения или устранения уплотнения почвы; управление водными ресурсами по мере необходимости для поддержания оптимального роста культур; увеличение доз внесения удобрений, применение дополнительных почвенных добавок для поддержания оптимального уровня плодородия почвы.

5. Роль интегрированной системы защиты растений в устойчивом сельском хозяйстве заключается в минимизации вреда для людей и природы в целом за счет отказа от химических веществ и внедрения экологически чистых методов. Устойчивые стратегии борьбы с сорняками, болезнями и вредителями включают: использование энтомофагов (божьих коровок для уничтожения тли, домашней птицы после сбора урожая для поедания вредителей, их личинок и яиц); выбор сроков посадки (растения, посеянные в благоприятные сроки, менее подвержены вредителям или достаточно сильны, чтобы противостоять им, а слишком ранняя посадка может привести к развитию корневых гнилей из-за чрезмерной влажности почвы); скашивание сорняков сразу после цветения, но до образования семян для предотвращения появления новых поколений сорняков; нагревание или пропаривание почвы для борьбы с вредителями, их яйцами и личинками, патогенами и семенами сорняков; использование натуральных или синтетических химических веществ для отпугивания или искоренения вредителей; применение устойчивых видов культур, покровных культур; ручную и механическую прополку; использование насекомых и птиц для уничтожения сорняков, аллелопатии определенных растений (их свойства выделять химические соединения, которые тормозят или подавляют развитие других растений); севообороты и другие меры контроля в органическом земледелии.

Для того чтобы сохранить энтомофагов в природе, необходимо проводить работу по улучшению фитосанитарного состояния агроландшафта: расширять площади и видовой состав энтомофильных культур, возделываемых в хозяйствах: рапс, сидераты, многолетние травы и др.; обеспечивать в структуре посевных площадей не менее 37–40 % пропашных культур (кукуруза, сахарная свекла, кормовые корнеплоды, картофель и др.); осуществлять посев нектароносных растений вокруг поля; размещать посевы энтомофильных культур в виде полос шириной не менее 250 м, чередуя их с посевами сельскохозяйственных культур; выполнять посев многолетних трав (бобово-злаковых смесей, клевера, люцерны и др.) на отдельных участках или вдоль лесополос; обеспечивать наличие естественных стадий дикорастущего цветущего разнотравья, шлейфовых лесополос, обочин полей [6].

6. Органическое земледелие. Специалисты по устойчивому развитию вместо химических удобрений и пестицидов используют биологические средства защиты, азотфиксирующие растения, животные и растительные отходы в качестве удобрений, различные приемы обработки почвы, эффект севооборотов для восстановления почвы и борьбы с вредителями и болезнями [7]. Низкие темпы развития органического, в том числе пермакультурного, сельского хозяйства обусловлены высокими затратами

по созданию необходимой инфраструктуры и ограниченностью спроса на дорогое продовольствие. Продукция органического земледелия дороже обычных продуктов питания на 50–650 % [8].

7. Пермакультура – подход к проектированию окружающего пространства и система ведения сельского хозяйства, основанные на взаимосвязях естественных экосистем. Пермакультура как направление развития органического земледелия предполагает создание замкнутой самофункционирующей системы производства сельскохозяйственной продукции, в которой используются современная наука и техника и традиционные методы ведения сельского хозяйства. Наиболее распространена пермакультура Хольцера. Она включает: создание террас на склонах холмов, оборудованных канавой для хранения гумуса; применение приподнятых грядок из громоздких материалов; оптимизация естественных моделей поведения животных и использование их для сокращения труда человека и машины; применение сидератов без уборки их осенью и использование естественного загнивания растений и др. [8]. Принципы создания симбиотической агрокультуры: совместимость растений; корнеоборот; выращивание растений в уплотненных и смешанных посевах; компостирование в высоких холмистых грядках; запуск почвенного биоконсорциума; мульчирование; выращивание по дернине, по целине, без глубокой почвообработки; микроклимат, солнечные ловушки; биологическая защита, использование растений с бактериальными и фунгицидными свойствами; накопители тепла, ветрозащита [9].

8. Посев с переменной нормой высева – это технология точного земледелия, которая позволяет регулировать норму высева в соответствии с изменчивостью рельефа, свойств почвы, метеорологических условий и иных факторов. Минеральные удобрения распределяются в соответствии с особенностями рельефа: на горизонтальных участках – более равномерно, а с возвышенностей они переносятся на более низкие участки рельефа, что способствует увеличению растительности на последних. Уменьшение нормы высева на участках со сниженными характеристиками урожайности увеличивает площадь питания растений, что помогает достичь урожайности, близкой к средней по полю. Данная технология использует аналитику спутниковых снимков и позволяет экономить на эксплуатационных расходах, таких как стоимость удобрений, средств защиты растений, семян и воды.

### **Заключение**

Проведенный автором анализ показателей устойчивости сельского хозяйства Республики Беларусь свидетельствует о достижении достаточно высокого уровня устойчивости аграрного сектора страны.

Расширение практического использования методов устойчивого ведения растениеводства будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности, экономии ресурсов и защиты окружающей среды, повышению уровня жизни сельского населения и темпов экономического роста.

В настоящее время достижения в области точного земледелия, дистанционного зондирования и анализа данных предоставляют новые инструменты и технологии для оптимизации управления ресурсами в сельском хозяйстве. Благодаря индивидуальному подходу и набору передовых инструментов эти технологии позволяют сельскохозяйственным производителям адаптироваться к конкретным условиям производства, способствуя росту устойчивости ведения растениеводства.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Дорожная карта Национального статистического комитета Республики Беларусь по разработке статистики по Целям устойчивого развития. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. – 127 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 05.01.2024.

2. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.

3. Покровная культура // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

4. Система нулевой обработки почвы // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

5. Минимальная обработка почвы // Агрономия, земледелие, сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru>. – Дата доступа: 05.01.2024.

6. Можейко, О. Особенности применения энтомофагов на полевых культурах / О. Можейко // Главагроном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru>. – Дата доступа: 05.01.2024.

7. Органическое сельское хозяйство // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

8. Пермакультура Хольцера // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

9. Пермакультура // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 05.01.2024.

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИЙ, ЗАНЯТЫХ ПРОИЗВОДСТВОМ ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. А. РУДОЙ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: rudoi1981@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 29.01.2024)*

*Республика Беларусь благодаря своему благоприятному климату и плодородным почвам предоставляет отличные возможности для развития сельского хозяйства, включая производство плодово-ягодной продукции. Плодово-ягодный подкомплекс представляет собой структурное звено АПК, объединяющее взаимосвязанные секторы и производства. Его главной целью является достижение максимальной эффективности при обеспечении внутреннего рынка высококачественными плодами и ягодами, продуктами их переработки, а также реализации конкурентной продукции на внешний рынок. Ключевым элементом плодово-ягодного подкомплекса являются организации, занятые производством плодово-ягодной продукции.*

*В последние десятилетия в Республике Беларусь осуществляется целенаправленная политика по развитию плодородства. Целью данной статьи является проведение количественного и качественного анализа организаций, занимающихся производством плодово-ягодной продукции. Структурный анализ этих организаций помогает лучше понять их текущее состояние, особенности и потенциал для дальнейшего развития.*

*В рамках данной статьи проведен структурный анализ и оценка эффективности организаций, занимающихся производством плодово-ягодной продукции за последние три года. Данные исследования охватили около 79 % всех площадей, занятых под плодово-ягодными культурами в сельскохозяйственных организациях.*

*Проведенные исследования выявляют сложную ситуацию в производстве плодово-ягодной продукции в сельскохозяйственных организациях, включая проблемы эффективности использования насаждений, низкую рентабельность и неоднозначную динамику производства и продаж. Общий анализ подчеркивает нестабильность и проблемы в плодово-ягодном подкомплексе, требующие внимательного рассмотрения и новых стратегических решений для улучшения эффективности и устойчивости организаций в данной области.*

**Ключевые слова:** *плодово-ягодная продукция, структура, площадь, валовой сбор, рентабельность.*

*The Republic of Belarus, thanks to its favorable climate and fertile soils, provides excellent opportunities for the development of agriculture, including the production of fruit and berry products. The fruit and berry subcomplex is a structural link in the agro-industrial complex, uniting interrelated sectors and production. Its main goal is to achieve maximum efficiency in providing the domestic market with high-quality fruits and berries, their processed products, as well as selling competitive products to the foreign market. The key element of the fruit and berry subcomplex are organizations engaged in the production of fruit and berry products.*

*In recent decades, a targeted policy has been implemented in the Republic of Belarus to develop fruit growing. The purpose of this article is to conduct a quantitative and qualitative analysis of organizations involved in the production of fruit and berry products. A structural analysis of these organizations helps to better understand their current state, characteristics and potential for further development.*

*Within the framework of this article, a structural analysis and assessment of the effectiveness of organizations engaged in the production of fruit and berry products over the past three years has been carried out. These studies covered about 79 % of all areas occupied by fruit and berry crops in agricultural organizations.*

*The conducted research reveals a difficult situation in the production of fruit and berry products in agricultural organizations, including problems of efficient use of plantings, low profitability and ambiguous dynamics of production and sales. The overall analysis highlights instability and challenges in the fruit and berry sub-complex that require careful consideration and new strategic solutions to improve the efficiency and sustainability of organizations in this area.*

**Key words:** *fruit and berry products, structure, area, gross yield, profitability.*

### **Введение**

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике Республики Беларусь, а производство плодово-ягодной продукции занимает важное место в структуре аграрной деятельности. Организации, занимающиеся выращиванием фруктов и ягод, формируют разнообразный ассортимент продукции, включая яблоки, груши, сливы, клубнику, малину, смородину и другие культуры.

В контексте обеспечения потребительского рынка и удовлетворения потребностей населения в продуктах питания, плодородству отводится особое место. Плоды и ягоды представляют собой важнейшие источники витаминов и биологически ценных веществ, оказывающих укрепляющее, а также лечебно-профилактическое влияние, способствующее нормальному функционированию человеческого организма. Обеспечение населения качественными плодами, ягодами и продуктами их переработки является одним из приоритетных задач отечественного агропромышленного комплекса в течение всего календарного года [1].

Относительно благоприятные почвенно-климатические условия в Беларуси способствуют успешному развитию плодородства. Эти условия не только обеспечивают внутренние потребности страны, но также открывают возможности для расширения экспорта плодово-ягодной продукции за пределы государства.

Многолетняя политика развития плодово-ягодного подкомплекса осуществляется через государ-

ственные программы, фокусирующиеся на соответствующих направлениях [2, 3], а также в рамках общего развития аграрного бизнеса [4].

Положения о необходимости устойчивого обеспечения жителей страны высококачественным продовольствием для повышения уровня их жизни включены в Доктрину национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [5] и являются частью Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [6].

В 2021 году уровень самообеспечения фруктами и ягодами в Беларуси составил 57,2 %, тогда как в 2022 году он вырос до 77,3 %. Производство на душу населения данных продуктов составило 66 кг в 2021 году и 89 кг в 2022 году [7]. Общая площадь плодово-ягодных насаждений составляет 76,8 тыс. га, из которых 31,1 %, или 23,9 тыс. га, приходится на сельскохозяйственные организации. Важно отметить, что за последние два года сельскохозяйственные организации обеспечивают лишь около 14 % от общего валового сбора фруктов и ягод [8].

Очевидно, что среди сельскохозяйственных организаций существует разнообразие по эффективности, включая как высокоэффективные, так и низкоэффективные хозяйства. Детальный структурный анализ организаций, занимающихся производством плодово-ягодной продукции в Республике Беларусь, позволит объективно оценить эффективность их деятельности.

### Основная часть

В условиях рыночной среды ключевым показателем экономической эффективности является уровень рентабельности. Также в современных внешнеполитических условиях обеспечение продовольственной безопасности становится важным элементом экономической стабильности Республики Беларусь.

Структурный анализ организаций, занимающихся производством плодово-ягодной продукции в Республике Беларусь, позволяет выявить ключевые черты подкомплеса, выделить его сильные и слабые стороны. Важно отметить, что любой анализ должен рассматриваться в контексте долгосрочных стратегий развития, чтобы обеспечить устойчивость и процветание данного сектора в будущем.

Проведем структурный анализ и оценку эффективности организаций, занимающихся производством плодово-ягодной продукции. Данные выборки по республике охватили примерно 79 % всех площадей сельскохозяйственных организаций под плодово-ягодными культурами.

Результаты расчетов представлены в табл. 1, представляющей собой обширный анализ состава и структуры организаций, занимающихся плодово-ягодным производством в Республике Беларусь, с фокусом на различных категориях и характеристиках. Анализ проведен на конец 2019–2021 годов.

Таблица 1. Состав и структура организаций, имеющие плодово-ягодные насаждения на конец года

Виды организаций	2019 г.		2020 г.		2021 г.		Отклонение (+,-) 2021 г. от 2019 г.	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	п.п.
Организации, имеющие плодово-ягодные насаждения на конец года	483	100	475	100	446	100	-37	—
в т. ч.: семечковые	478	99,0	468	98,5	438	98,2	-40	-0,8
косточковые	30	6,2	32	6,7	33	7,4	3	1,2
ягодные	42	8,7	43	9,1	40	9,0	-2	0,3
Организации, имеющие плодово-ягодные насаждения в плодоносящем возрасте	340	70,4	314	66,1	311	69,7	-29	-0,7
в т. ч.: семечковые	337	69,8	310	65,3	307	68,8	-30	-0,9
косточковые	27	5,6	27	5,7	27	6,1	0	0,5
ягодные	41	8,5	42	8,8	36	8,1	-5	-0,4
Организации, получившие валовую плодово-ягодную продукцию	87	18,0	81	17,1	75	16,8	-12	-1,2
в т. ч.: плодов	85	17,6	78	16,4	72	16,1	-13	-1,5
из них: семечковых	84	17,4	78	16,4	72	16,1	-12	-1,2
косточковых	17	3,5	19	4,0	18	4,0	1	0,5
ягод	24	5,0	25	5,3	23	5,2	-1	0,2
Организации, занятые переработкой плодово-ягодной продукции	10	2,1	8	1,7	8	1,8	-2	-0,3
Организации, имеющие плодово-ягодную продукцию на конец года	44	9,1	42	8,8	45	10,1	1	1,0
Организации, занятые товарным производством плодово-ягодной продукции	73	15,1	76	16,0	70	15,7	-3	0,6
в т. ч.: плодов	71	14,7	72	15,2	66	14,8	-5	0,1
ягод	23	4,8	27	5,7	25	5,6	2	0,8
Организации с убыточной реализацией плодово-ягодной продукции	41	8,5	41	8,6	43	9,6	2	1,2
в т. ч.: плодов	43	8,9	40	8,4	43	9,6	0	0,7
ягод	11	2,3	7	1,5	8	1,8	-3	-0,5
Организации, имеющие нулевую рентабельность реализации плодово-ягодной продукции	8	1,7	10	2,1	8	1,8	0	0,1
в т. ч.: плодов	8	1,7	10	2,1	7	1,6	-1	-0,1
ягод	4	0,8	9	1,9	5	1,1	1	0,3
Организации с рентабельной реализацией плодово-ягодной продукции	24	5,0	25	5,3	19	4,3	-5	-0,7
в т. ч.: плодов	20	4,1	22	4,6	16	3,6	-4	-0,6
ягод	8	1,7	11	2,3	12	2,7	4	1,0

Проведя анализ данных табл. 1, можно отметить уменьшение числа организаций, имеющих плодово-ягодные насаждения, на протяжении исследуемого периода. С 2019 года количество таких организаций уменьшилось на 37, что составляет 7,7 %. Большинство из них специализируется на производстве семечковых культур, охватывая от 98,2 % до 99 % всех организаций, в то время как косточковые и ягодные культуры занимают от 6,2 % до 7,4 % и от 8,7 % до 9,1 % соответственно.

Структурно, организации с плодово-ягодными насаждениями в плодоносящем возрасте составляют от 66,1 % до 70,4 % от общего числа организаций, занимающихся плодово-ягодным производством. Остальные организации либо вывели свои насаждения из плодоносящего возраста, либо еще не достигли этого этапа.

Выявлен самый негативный показатель: крайне низкое количество организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию – всего 75 в 2021 году. За исследуемый период доля таких организаций не превышала 18 % в структуре организаций, занимающихся плодово-ягодным производством, и составляла от 24,1 % до 25,8 % в структуре организаций, имеющих плодово-ягодные насаждения в плодоносящем возрасте. Это означает, что три четверти организаций с плодово-ягодными насаждениями в плодоносящем возрасте неэффективно используют свои насаждения, не получая с них продукцию.

Важно отметить, что лишь незначительное количество организаций, имеющих плодово-ягодные насаждения, занимается переработкой продукции внутри собственной структуры – от 1,8 % до 2,1 %, что составляет 9,9–11,5 % от числа организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию.

Организации, обеспечивающие население свежими плодами и ягодами, представлены теми, которые занимаются товарным производством плодово-ягодной продукции. Доля таких организаций составляет от 15,1 % до 16 % в структуре организаций, имеющих плодово-ягодные насаждения, и от 83,9 % до 93,8 % в структуре организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию.

Интересно отметить, что от 50,6 % до 60 % организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию, решают оставить часть продукции на хранение до нового года. Это может указывать как на наличие соответствующих хранилищ для продукции, так и на стратегию организаций по удержанию продукции до периода более высокого спроса и, следовательно, более высоких цен.

Анализируя рентабельность организаций, можно отметить, что в общей структуре организаций, имеющих плодово-ягодные насаждения, только 4,3–5,3 % являются рентабельными, 1,7–2,1 % имеют нулевую рентабельность, и 8,5–9,6 % организаций являются убыточными. Заметно, что от 84 % до 84,9 % организаций не производят вообще или не поставляют на рынок плоды и ягоды в переработанном виде.

В табл. 2 представлена динамика средних показателей плодово-ягодного производства в Республике Беларусь за период с 2019 по 2021 год.

Таблица 2. Динамика средних показателей в организациях, занятых производством плодово-ягодной продукции

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем за три года	2021 г. в % к 2019 г.
Средняя площадь плодово-ягодных насаждений, га	43,2	42,4	42,5	42,7	98,4
в т. ч.: семечковые	41,5	40,8	41,2	41,2	99,3
косточковые	7,2	5,6	4,2	5,7	58,3
ягодные	19,4	19,9	19,8	19,7	102,1
Средняя площадь плодово-ягодных насаждений в плодоносящем возрасте, га	42,6	43,4	43,3	43,1	101,6
в т. ч.: семечковые	40,6	42,3	41,4	41,4	102,0
косточковые	3,9	3,0	3,4	3,4	87,2
ягодные	16,6	17,6	18,3	17,5	110,2
Средний объем валового производства, т	564,4	741,9	717,4	674,6	127,1
в т. ч.: плодов	566,2	755,6	730,5	684,1	129,0
из них: семечковых	570,1	749,9	725,7	681,9	127,3
косточковых	14,0	23,3	19,0	18,8	135,7
ягод	40,6	46,2	52,5	46,4	129,3
Средний объем продукции, отправленной в переработку, т	108,7	181,9	135,9	142,2	125,0
Средний объем плодово-ягодной продукции на конец года, т	187,3	405,5	309,3	300,7	165,1
Средний объем товарного производства, т	739,0	634,0	749,2	707,4	101,4
в т. ч.: плодов	746,3	643,1	772,9	720,8	103,6
ягод	41,7	69,5	57,1	56,1	136,9
Средний уровень рентабельности (убыточности) от реализации плодов и ягод, %	-16,6	-9,2	-21,6	-15,8	-5,0 п.п.
в т. ч.: плодов	-17,9	-11,5	-24,5	-18,0	-6,6 п.п.
ягод	-2,6	18,6	22,9	13,0	25,5 п.п.

Из табл. 2 видно, что в среднем за три года по исследуемым организациям площадь плодово-ягодных насаждений составляет 42,7 га. Средняя площадь плодово-ягодных насаждений в плодоносящем возрасте составляет 43,1 га, в том числе семечковых – 41,4 га, косточковых – 3,4 га, ягодных – 17,5 га. Можно отметить относительную стабильность общей средней площади насаждений, при четкой выраженной тенденции роста ягодных насаждений в плодоносящем возрасте.

Средний объем валового производства на одну организацию составляет 674,6 т, а товарного производства – 707,4 т. Объемы семечковых и косточковых культур существенно колеблются по годам, в то время как объемы ягодных культур имеют тенденцию к росту. Согласно общим изменениям в валовом производстве, наблюдаются колебания в объемах продукции, отправляемой на переработку, хранение и реализацию.

Средний уровень убыточности от реализации плодов и ягод составляет – 15,8 %, включая – 18 % для плодов. Средний уровень рентабельности ягод равен 13 %. Следует отметить, что в среднем производство плодов было убыточным на протяжении всего рассматриваемого периода, тогда как производство ягод в последние два года оказалось рентабельным, и данная рентабельность продолжает увеличиваться.

Рассмотрим на рисунке более подробно структуру организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию за последние три года.

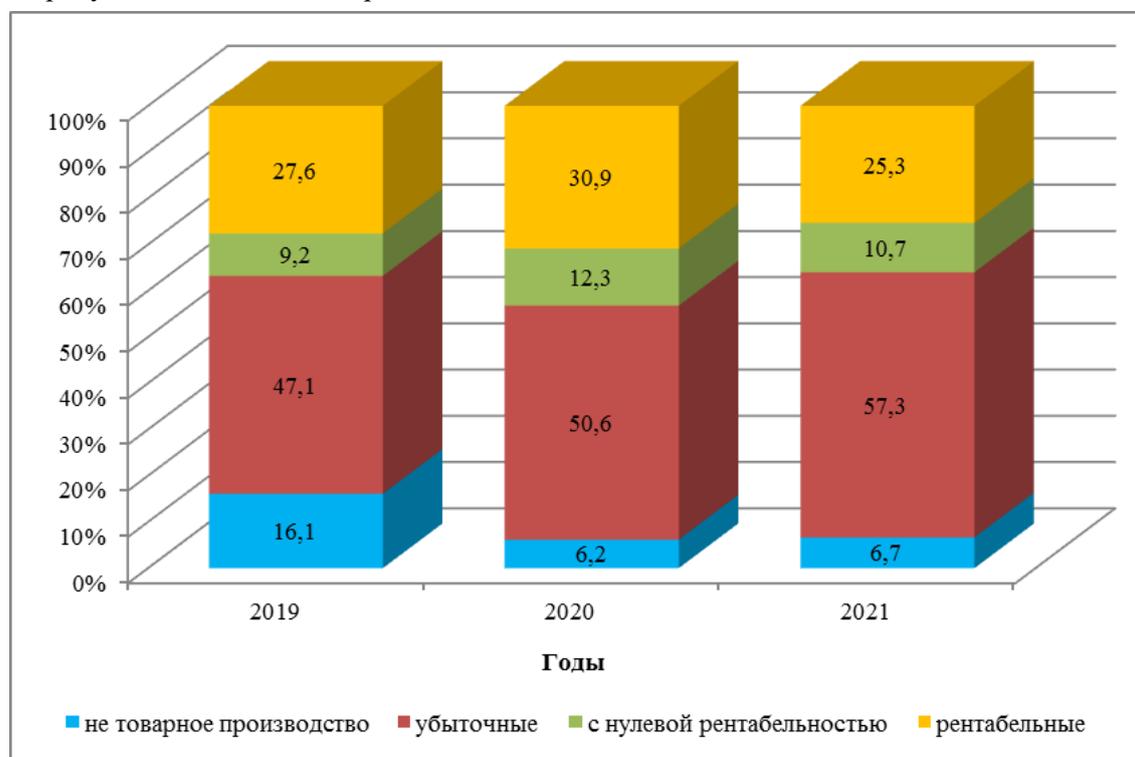


Рис. Структура организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию

За последние три года в структуре организаций, получивших валовую плодово-ягодную продукцию, можно отметить, что 47,1–57,3 % из них реализовали продукцию с убытком. Продажи по себестоимости осуществили 9,2–12,3 % организаций, в то время как только 25,3–30,9 % организаций смогли получить прибыль от реализации. От 6,2 % до 16,1 % организаций вовсе не реализовали свежие плоды и ягоды, направив их на внутрихозяйственные нужды.

### Заключение

Проведенные исследования указывают на снижение числа организаций, занимающихся плодово-ягодным производством. Большинство предприятий ориентировано на выращивание семечковых культур (98,2–99 %), в то время как доля организаций, занимающихся косточковыми и ягодными культурами, существенно ниже.

Плодово-ягодные насаждения в плодоносящем возрасте занимают от 66,1 % до 70,4 % организаций. Очень ограниченное количество предприятий (не более 18 %) получают валовую плодово-ягодную продукцию. Три четверти организаций с плодово-ягодными насаждениями в плодоносящем возрасте неэффективно используют свои насаждения, не извлекая из них продукции.

Объемы производства колеблются, особенно в случае с семечковыми и косточковыми культурами,

но у ягодных культур наблюдается тенденция к росту.

Организации, специализирующиеся на товарном производстве плодово-ягодной продукции, играют ключевую роль в обеспечении населения свежими плодами и ягодами. В среднем реализация плодов является убыточной, в то время как ягоды оказываются рентабельными. Значительная доля организаций осуществляет продажи с убытками, что может свидетельствовать о проблемах в маркетинге или недостаточной конкурентоспособности продукции. Только от 25,3 % до 30,9 % организаций, получивших продукцию, извлекают прибыль от реализации.

Эти выводы указывают на сложную ситуацию в производстве плодово-ягодной продукции в сельскохозяйственных организациях, характеризующуюся проблемами эффективности использования насаждений, низкой рентабельностью и неоднозначной динамикой производства и реализации продукции. Общий анализ данных подчеркивает нестабильность и проблемы в плодово-ягодном подкомплексе, требующие внимательного рассмотрения и новых стратегических решений [9, 10] для улучшения эффективности и устойчивости организаций в данной области.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рудой, А. Анализ современного состояния производства плодово-ягодной продукции / А. Рудой // *Аграрная экономика*. – 2019. – № 9 (292). – С. 66–72.
2. Об утверждении Государственной целевой программы развития плодородства на 2004–2010 годы «Плодородство» [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 мая 2004 г. № 645 // *Право. Законодательство Республике Беларусь*. – Режим доступа: <http://pravo.kulichki.com/zak/year2004/doc01657.htm>. – Дата доступа: 21.09.2023.
3. О Государственной комплексной программе развития картофелеводства, овощеводства и плодородства в 2011–2015 годах [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 дек. 2010 г. № 1926: в ред. постановлений Совмина от 20.07.2015 № 611 / М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/programms/ed65fa463097e67e.html>. – Дата доступа: 21.09.2023.
4. Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 11 марта 2016 г., № 196: в ред. постановлений Совета Министров Респ. Беларусь от 22.11.2018 г., № 846 // *Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы»*. – Минск, 2023.
5. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962 // *Бизнес-инфо / ООО «Профессиональные правовые системы»*. – Минск, 2023.
6. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> – Дата доступа: 21.09.2023.
7. Статистический ежегодник Республики Беларусь / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – 322 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – 35 с.
9. Рудой, А. А. Особенности инновационного развития плодово-ягодного подкомплекса Республики Беларусь / А. А. Рудой // *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м. Київ, 13 жовтня 2021 року* / редкол. О. С. Волошкина та ін. – К.: ІТТА, 2021. – С. 918 – 921.
10. Рудой, А. А. Зарубежный опыт инновационного развития плодово-ягодного подкомплекса / А. А. Рудой // *Современная аграрная экономика: наука и практика: материалы международной научно-практической конференции* / редкол.: И. В. Шафранская (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 136–142.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. Г. ЕФИМЕНКО, И. В. ЖУРОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 01021871@mail.ru

(Поступила в редакцию 07.02.2024)

*В настоящее время достижение устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь приобретает особое значение, так как они являются ведущим элементом, формирующим агропродовольственный рынок, обеспечивают продовольственную и экономическую безопасность. Устойчивое экономическое развитие овощеводства достигается за счет повышения эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций, как основного поставщика овощной продукции для удовлетворения потребности страны и наращивания объемов внешней торговли. В статье отражены результаты исследования актуальных направлений обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта. На основании проведенного комплексного исследования предложена концептуальная модель обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта. Практическая значимость предлагаемой модели заключается в разработке алгоритма обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта на основе комплексного подхода, позволяющего учитывать особенности овощеводства открытого грунта, факторы, условия, результаты деятельности данных организации для определения перспективных направлений.*

*Для достижения устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощной продукции открытого грунта необходимо постоянно анализировать показатели эффективности ее деятельности, и на основе полученных данных разрабатывать мероприятия, необходимые для исправления сложившейся ситуации, и планировать направления их дальнейшего развития. В статье представлены результаты проведенного анализа и ранжирования сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, производящих овощную продукцию, с выделением двух типов: устойчивый и неустойчивый. На основе полученных результатов обоснованы потенциальные направления их развития в соответствии с целями ООН в области устойчивого развития, а также задачами обеспечения национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь.*

**Ключевые слова:** овощи, сельскохозяйственная организация, модель, устойчивое экономическое развитие.

*Currently, achieving sustainable economic development of agricultural organizations of the Republic of Belarus is of particular importance, since they are the leading element shaping the agri-food market and ensure food and economic security. Sustainable economic development of vegetable growing is achieved by increasing the efficiency of agricultural organizations as the main supplier of vegetable products to meet the country's needs and increase foreign trade volumes. The article reflects the results of a study of current trends in ensuring sustainable economic development of agricultural organizations for the production of open-ground vegetable products. Based on a comprehensive study, a conceptual model for ensuring sustainable economic development of agricultural organizations for the production of open-ground vegetable products has been proposed. The practical significance of the proposed model lies in the development of an algorithm for ensuring sustainable economic development of agricultural organizations for the production of open-ground vegetable products based on an integrated approach that allows taking into account the characteristics of open-ground vegetable growing, factors, conditions, and results of the organization's activities to determine promising directions.*

*To achieve sustainable economic development of an agricultural organization for the production of open-ground vegetable products, it is necessary to constantly analyze the performance indicators of its activities, and, based on the data obtained, develop the measures necessary to correct the current situation and plan directions for its further development. The article presents the results of the analysis and ranking of agricultural organizations of the Republic of Belarus producing vegetable products, highlighting two types: sustainable and unsustainable. Based on the results obtained, potential directions for their development are substantiated in accordance with the UN sustainable development goals, as well as the objectives of ensuring national food security of the Republic of Belarus.*

**Key words:** vegetables, agricultural organization, model, sustainable economic development.

### Введение

В настоящее время в Республике Беларусь проблема устойчивого развития сельскохозяйственных организаций является определяющей для достижения экономического роста и продовольственной безопасности.

Ряд вопросов, связанных с обеспечением устойчивого экономического развития организаций АПК, раскрыт в трудах отечественных ученых: В. И. Бельского, Г. И. Гануша, В. Г. Гусакова, Л. Н. Давыденко, Л. Ф. Догиля, И. В. Новиковой, Н. В. Киреенко, С. А. Кондратенко, С. А. Константинова, Л. В. Лагодич, Р. К. Ленковой, А. В. Микулича, Л. В. Пакуш, А. В. Пилипука, А. С. Сайганова, Н. С. Яковчика и др.

Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2021–2025 гг. в целях создания условий для устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь предусмотрено повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, наращивание экспортного потенциала, развитие экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности страны, обеспечение полноценного питания и здорового образа жизни населения [4].

Целью исследования стало определение перспективных направлений обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций.

Объектом исследования явились сельскохозяйственные организации по производству овощной продукции открытого грунта.

Информационный материал для написания статьи получен на основе изучения научных публикаций и других официальных периодических изданий аналитического характера [1–5].

### Основная часть

В настоящее время овощеводство является одной из приоритетных отраслей сельского хозяйства Республики Беларусь, поскольку овощи занимают особое положение в рационе питания человека. Всемирная организация здравоохранения рекомендует для формирования здорового рациона питания человека ежедневно потреблять более 400 г фруктов и овощей.

Для построения правильного и здорового рациона питания населения страны важное значение имеет эффективность структуры рынка продовольственных товаров.

В соответствии со сложившейся в Республике Беларусь структурой рынка овощной продукции основным источником удовлетворения потребности страны в овощах является собственное производство (в 2023 году объем производства находится на уровне 2801,2 тыс. т) за счет которого в среднем за последние пять лет обеспечивается около 165 % общей потребности страны. С учетом экспорта продукции самообеспеченность находится на уровне примерно 129 %.

Более 70 % от общего объема производимых в стране овощей приходится на личные подсобные хозяйства населения. На долю крестьянских (фермерских) хозяйств приходится около 13 %. Наименьший объем овощной продукции производится сельскохозяйственными организациями – около 7 %, причем по данной категории поставщиков зафиксировано снижение доли в структуре предложения на 1,5 п. п. по отношению к уровню 2019 года (табл. 1).

Таблица 1. Динамика производства овощной продукции по категориям хозяйств (тыс. т)

Наименование	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Темп роста 2023 г./2019 г., %
Хозяйства всех категорий	2952,0	2796,4	2724,5	2861,4	2801,2	94,9
Сельскохозяйственные организации	236,6	210,4	185,9	202,8	166,3	70,3
Крестьянские (фермерские) хозяйства	379,8	352,5	361,4	402,6	399,4	105,2
Хозяйства населения	2335,6	2233,5	2177,2	2256,0	2235,5	95,7

Снижение объемов производства вызвано изменением количества сельскохозяйственных организаций, осуществляющих возделывание овощных культур ввиду невысокой прибыльности овощеводства.

Анализ данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций, наиболее прибыльными видами овощной продукции являются морковь и столовая свекла (за исследуемый период около 66 % производителей получили прибыль от реализации столовых корнеплодов). Менее прибыльными являются средняя и поздняя капуста и лук репчатый (около 50 % организаций получили прибыль от реализации).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в настоящее время овощеводство открытого грунта развивается недостаточно эффективно, что требует разработки соответствующих мероприятий.

С учетом вышеизложенного разработана концептуальная модель, включающая пять блоков и определяющая направления обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта (рис. 1).

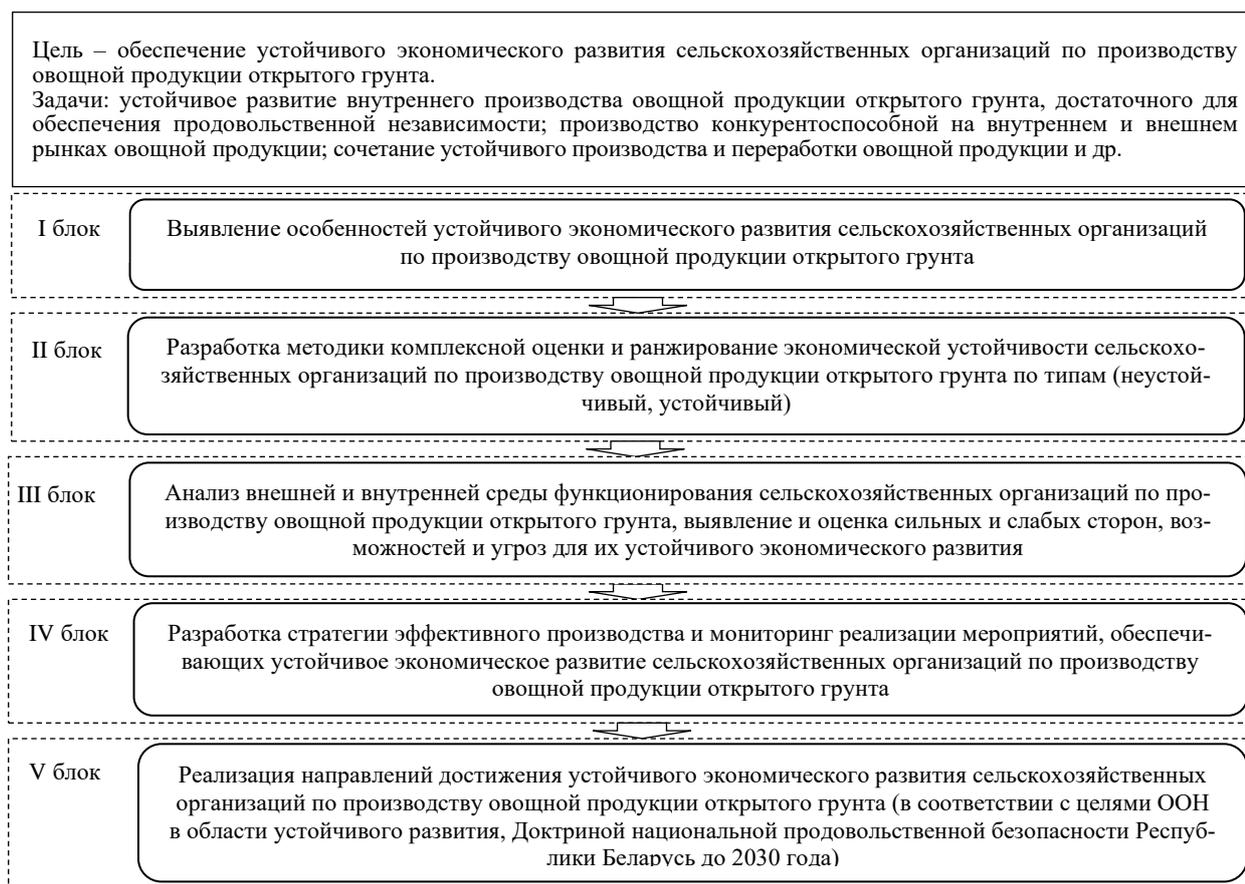


Рис. 1. Концептуальная модель обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта

Реализация первого блока предложенной модели позволила выделить следующие особенности производства овощной продукции открытого грунта, оказывающие влияние на обеспечение устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций:

1. Большое разнообразие видов и сортов овощных растений с очень непохожими биологическими свойствами и признаками, агротехникой, специфическими агроприемами выращивания.
2. Высокая трудоемкость возделывания овощных культур.
3. Множество каналов использования овощной продукции (на продовольственные, кормовые цели, для получения семян).
4. Высокий уровень доходности на единицу земельной площади.

Во втором блоке выполнен анализ и ранжирование сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, производящих овощную продукцию открытого грунта объемом свыше 100 т ежегодно, с выделением двух типов: устойчивый, неустойчивый. При этом к устойчивому типу отнесены КСУП «Брилево», ОАО «Рассвет имени К. П. Орловского», ОАО «Пастовичи», ОАО «БВО», КУП «Минская овощная фабрика» и др. за счет увеличения объема производства, эффективного использования имеющихся ресурсов и расширения рынков сбыта овощной продукции открытого грунта. В то же время ОАО «Нивы», КСУП «Дзержинский-агро», ОАО «Фирма «Кадино», ОАО «Горецкое» и др. отнесены к неустойчивому типу, что свидетельствует о низкой производственной, сбытовой и финансовой устойчивости данных сельскохозяйственных организаций.

Проведенный анализ влияния внутренней и внешней среды на деятельность сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта позволил выявить следующие перспективные направления их развития:

- наращивание объемов производства овощной продукции, расширение ее ассортимента;
- увеличение переработки овощной продукции для обеспечения роста добавленной стоимости товарной продукции;
- построение логистических цепочек продвижения и сбыта овощной.

В качестве важного направления развития переработки овощной продукции открытого грунта следует выделить развитие производства быстрозамороженной овощной продукции, как одного из

наряду с производством овощных соков, овощных чипсов и др. направлений расширения ассортимента овощной продукции на основе углубления ее переработки.

С учетом выявленных перспективных направлений развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта разработана стратегия развития эффективно-го производства овощной продукции открытого грунта и алгоритм ее реализации. Реализация предложенной стратегии включает:

– обоснование оптимальной структуры производства и ассортимента возделываемых овощей в открытом грунте в сельскохозяйственных организациях с использованием сортов и гибридов овощных культур белорусской селекции. Расчеты показали, что в результате оптимизации структуры производства и ассортимента возделываемых овощных культур в открытом грунте прирост валового сбора продукции составит 767,1 т (на 9,1 %);

– реализация инвестиционного проекта технологической линии по производству импортозамещающей быстрозамороженной овощной продукции с целью роста добавленной стоимости производимой продукции на базе ОАО «Рассвет имени К. П. Орловского» Кировского района. Установлено, что предложенный инвестиционный проект является эффективным, чистый дисконтированный доход за исследуемый период составит 1396,7 тыс. руб., индекс рентабельности равен 1,27;

– создание регионального информационно-консультационного центра по сбыту овощной продукции. На основе проведенной оценки потребительского потенциала продовольственных рынков и с учетом спроса на овощи обосновано размещение регионального информационно-консультационного центра по сбыту овощной продукции в Могилеве, а складских помещений – в агрогородках Кадино (Могилевский район), Мышковичи (Кировский район), Ректа (Горецкий район). Особенностью функционирования регионального информационно-консультационного центра является то, что он осуществляет маркетинговое, юридическое и аналитическое обеспечение, оказывает соответствующие комплексные услуги по оформлению (фитосанитарному, таможенному, сертификации) овощной продукции.

### **Заключение**

Устойчивое экономическое развитие сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта достигается на основе комплекса мероприятий, осуществляемых на основе высокой гибкости и оперативности производственных и сбытовых процессов с учетом особенностей овощеводства, потенциальных рисков и факторов. Практическая значимость предлагаемой концептуальной модели заключается в разработке алгоритма обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта на основе комплексного подхода, позволяющего учитывать особенности овощеводства открытого грунта, факторы, условия, результаты деятельности данных организации для определения перспективных направлений.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Волкова, Е. В. Оценка и пути повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции / Е. В. Волкова // Стратегические приоритеты развития экономики и ее информационное обеспечение: материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых и преподавателей вузов (г. Краснодар, 09–10 декабря 2021 г.) / сост. Ю. И. Сигидов, Н. С. Власова. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – С. 212–220.

2. Ефименко, А. Г. Стратегическое планирование устойчивого развития зерноперерабатывающих организаций / А. Г. Ефименко, М. И. Какора, О. П. Громыко // Управление регионом: тенденции, закономерности, проблемы: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 10–11 июня 2020 г., г. Горно-Алтайск / под общ. ред. Т. А. Куттубаевой, А. В. Глотко. Ч. 1. – Горно-Алтайск: БиЦ ГАГУ, 2020. – С. 226–232.

3. Какора, М. И. Обеспечение устойчивого развития перерабатывающих организаций АПК на основе системы сбалансированных показателей / М. И. Какора, А. Г. Ефименко, О. П. Громыко // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2021. – № 1(30). – С. 75–82.

4. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by.html>. – Дата доступа: 12.11.2023.

5. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения – 2019. Сельские территории в пространственном развитии страны: потенциал, проблемы, перспективы : материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 21–22 окт. 2019 г. / Моск. гос. ун-т, Всерос. ин-т аграр. проблем и информатики, Вол. экон. о-во России ; отв. ред. А. В. Петриков. – М., 2019. – С. 391–392.

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

UOT 631. 46

Orcid id: 0000-0002-5040-2599

### MODERN SOIL RESEARCH IN MOUNTAIN FOREST SOILS OF THE LESSER CAUCASUS

HASANOVA TURKAN ALLAHVERDI

*Ministry of Science and Education of the Azerbaijan Republic,  
Baku, Azerbaijan. Az1073*

ASGAROVA GUNEL FARHAD

*Institute of Soil Science and Agrochemistry,  
Baku, Azerbaijan. Az1073*

*(Поступила в редакцию 03.06.2023)*

*The aim of the research was to obtain new information about the state, main diagnostic features, flora, and properties of the mountain forest soils of the Lesser Caucasus and to determine the taxonomic affiliation of these soils in accordance with the International Soil Classification in accordance with the Soil Resources Database. Since Azerbaijan is a country with little soil, in recent years it has been one of the very topical issues for soil scientists to study the agroecology of soils and vegetation, and the cultivation of environmentally friendly industrial crops. The research area is in the western part of the republic. This zone includes low-mountain and mid-mountain regions of Gadabay, Dashkesan, Goygol, Gazakh, Goranboy, Tovuz, Shamkir, Agstafa regions. As a systematic and scientific innovation of the natural vegetation cover in the study area, the dependence of the amount and group composition of humus in the soil profile on the average annual precipitation and the dependence of the content of absorbed bases in the soil was established. humus was identified for the first time.*

**Key words.** *flora, dominant species, agrochemical properties, irrational grazing.*

*Целью исследований было получение новой информации о состоянии, основных диагностических признаках, флоре и свойствах горно-лесных почв Малого Кавказа и определение таксономической принадлежности этих почв в соответствии с Международной классификацией почв и базой данных о почвенных ресурсах. Поскольку Азербайджан является малоземельной страной, в последние годы одним из весьма актуальных вопросов для почвоведов является изучение агроэкологии почв и растительности, выращивание экологически чистых технических культур. Район исследований находится в западной части республики. В эту зону входят низкогорные и среднегорные районы Кедабекского, Дашкесанского, Гейгельского, Газахского, Геранбойского, Товузского, Шамкирского, Агстафинского районов. В качестве систематического и научного новшества в изучении естественного растительного покрова на исследуемой территории была установлена зависимость количества и группового состава гумуса в почвенном профиле от среднегодовой суммы осадков. Впервые была установлена зависимость гумуса от содержания поглощенных оснований в почве.*

**Ключевые слова:** *флора, доминирующие виды, агрохимические свойства, нерациональный выпас.*

#### Introduction

Use of the soil resources in agriculture affects all the processes in soil and natural landscape. A main problem of the rational use of soil resources is soil protection. It is necessary to note that Azerbaijan has a rare soil genephone. Azerbaijan has 9 out of 11 global climatic zones, which are characterized by the development of unique and endemic soil types. Today's leading area of soil science is the study of the development of modern soil processes. One of the regions of our republic with great economic potential for the development of agriculture is the slopes of the Lesser Caucasus [1, 3, 6].

Research carried out on the soils of the northeastern slopes of the Lesser Caucasus is very important for Azerbaijani soil scientists. Because these soils are highly productive, and if they are properly used in agriculture, a high yield is obtained. Since the emergence of agricultural culture, the general direction of development has been in the direction of obtaining a larger crop from a smaller area by eliminating the factors that limit soil fertility [2, 5].

As a result of unsystematic, non-seasonal, and excessive livestock grazing in the summer pastures located in the mountain-meadow zone of the southern slopes of the Lesser Caucasus, which is the study area, the condition of the meadows and pastures has deteriorated significantly, and the erosion process has intensified. The research area is in the western part of the republic [4, 7, 10]. This zone includes low-mountain and mid-mountain regions of Gadabay, Dashkesan, Goygol, Gazakh, Goranboy, Tovuz, Shamkir, Agstafa regions. Its

total area is 611.9 thousand hectares, which is 7,0 % of the country's territory. Solar radiation, air circulation, and surface cover are considered the area's main climatic factors. The studies carried out that the anthropogenic impact on the land cover due to human economic activity in this province has become increasingly widespread in recent decades. The modern statistical analysis of the physical and chemical soil indicators particular importance from the point of view of the high degree of the territory in terms of increase in the productivity of agricultural plants. Academician G. S. Mammadov notes that modern agriculture cannot be imagined without agrochemicals [8, 9].

The use of special approaches specific to Azerbaijan allowed the establishment of a soil museum based on the laboratory of genesis and geography. It is possible to solve the problem of increasing soil productivity through assessment of its quality, registration, and detailed study of the problems in soil formation.

**Object and Methods of Research.** The inclined plain with 4041–4120 northern latitude and 4045–4700 eastern longitude is in the western part of the intermountain Kur-Araks depression from the place where the Khrum river flows into the Kur river-near the city Mingachevir at the intersection of the southern slope of mountains. The relief-inclined plain is separated into dominant denudation and accumulative forms.

The soils of the studied territories are represented mainly by mesophilic forests, xerophilic forests, and mountain forest soils formed under shrubs. The modern soil-ecological conditions of the Lesser Caucasus were studied, and several field and operator works were carried out. Studied the important role of vegetation in the process of soil formation and especially in the formation of humus, the surface phytocomplex, and the root mass of plants were determined in different seasons of the year. The amount of phytomass was determined during the period of maximum vegetation development (the second decade of May and the first decade of June). The determination of the aerial parts of plants was collected from 1 m<sup>2</sup> and 2 m<sup>2</sup> of area. To highlight the important role of vegetation in the process the several plant species prevailing in the collected herbarium materials were determined. The amount of root mass was studied based on a monolithic method (25 × 25 cm) 3 times at a depth of 0–25, and 25–55 cm with plant species prevailing in the collected herbarium materials. Samples were taken from certain areas for soil analysis. Water-physical properties (hygroscopic moisture) – N. A. Kaczynski; absorbed bases – K. K. Hedroits; the content of total nitrogen and humus – according to Tyurin; using a pH-ionometer. The study held the main life of rare species analysis of forms in the flora according to the system of I.Q. Serebryakov.

### Results

As a result of our research in the Ganja-Gazakh zone of the Lesser Caucasus, it was found that the soils common here are heavy loamy and loamy in their granulometric composition. It is also favorable for the development of plant roots, the normal movement of water and air. In the middle part of the profile, the accumulation of particles of silt and physical clay was observed. The amount of easily hydrolyzable nitrogen, mobile phosphorus, and exchangeable potassium in the upper layers is 72.1, respectively; 15.4 and 316.3 mg/kg. The change in the distribution of humus along the profile, depending on the content of absorbed bases, determined by a complete analysis of soil water content, is shown in the graphs below. (Fig.1, 3)

The monitoring conducted in the region in 2019–2023 indicates that the environmental indicators and chemical and biological properties of soils in deforestation zones have undergone fundamental changes. Natural vegetation in areas of the territory is subject to anthropogenic impacts, and the number of valuable plant species is reduced or destroyed. It gradually negatively affects the ecosystem showing its effect. Natural dominant species in studied area: Aceraceae Juss., Apiaceae Lindl., Axteraceae Dumort, Brassicaceae Burnett, Caryophyllaceae Juss., Chenopodiaceae Vent., Axplenlaceae Newm, Anacardiaceae Lindl., Dipsacaceae Juss., Convolvulaceae Juss., Euphorbiaceae Juss., Fabaceae Lindl., Gentianaceae Juss., Cyperaceae Juss., Papaveraceae Juss., Poaceae Barnhart, Papaveraceae Juss., Polygonaceae Juss., Pyrolaceae Dumort., Rhamnaceae Juss., Rosaceae Juss., Rubiaceae Juss., Salicaceae Mirb., Saxifragaceae Juss., Scrophulariaceae Juss., Solanaceae Juss., Orchidaceae Lindl., Malvaceae Juss., Melanthlaceae Batsch, Liliaceae Juss., Tamaricaceae Lindl., Ranunculaceae L., Violaceae Batsch, Vitaceae Juss.

New ranges of variations of several species named below were discovered by us for the first time. Endemic plant species of the study area: *Aphanopleura zangelanica* Goghina et Matz., *Allium dictyoprasum* C. A. Mey.ex Kunth., *Allium.egorovae* M. V.Agap.et Ogan., *Allium kunthianum* Vved., *Allium leucanthum* C.Koch., *Allium maria* Bordz., *Allium szovitsil* Regel., *Astragalus brachypetalus* Trautv., *Astragalus caspicus* Bieb., *Astragalusflnitimus* Bunge., *Acantholimon tenuflorum* Boiss., *Pistacia mutica* Fisch.et C. A. Mey., *Carthamus oxyacanthus* Bieb., *Cirsium aduncum* Fisch.et C. A.Mey., *Cirsium elodes* Bieb., *Cirsium rhizocephalum* C. A. Mey., *Cirsium szovitsii* (C. Koch) Boiss., *Cousinia cynaroides* (Bieb) C. A. Mey., *Cachrys microcarpa* Bieb., *Carum komarovii* Kaijag., *Hieracium cincinnatum* Fries., *Hieracium rubrobauhini* (Schelk.et Zahn) Juxip., *Hieracium sericicaule* (Schelk.et Zahn) Juxip., *Malabaila sulcata* Boiss., *Peucedanumpauciradiatum* Tamamsch., *Jurinea grossheimii* Sosn.

The systematic composition of rare and endangered species found in the areas of the study area is shown below (Table 1.).

Table 1. Systematic composition of higher taxa of rare plants

Higher taxa	Group		Species	
	Number	%	Number	%
Gymnospermae	2	5.34	3	2.90
Angiospermae	43	94.66	97	97.10
Dicotyledoneae	32	–	83	–
Monocotyledonae	9	–	13	–
Totally	44	100	99	100

We found that the amount of humus in the soil taken from the cut areas is 1.5–2 times less than in the soil under the forest. A minority of major constituents in the soil is indicative of future environmental issues and soil degradation in the area. During environmental monitoring, the current ecological and geographical position of the region was established. The protection of soil profiles and the implementation of successful reforestation activities can greatly affect the balance of chemical compounds and the amount of organic matter in the soil.

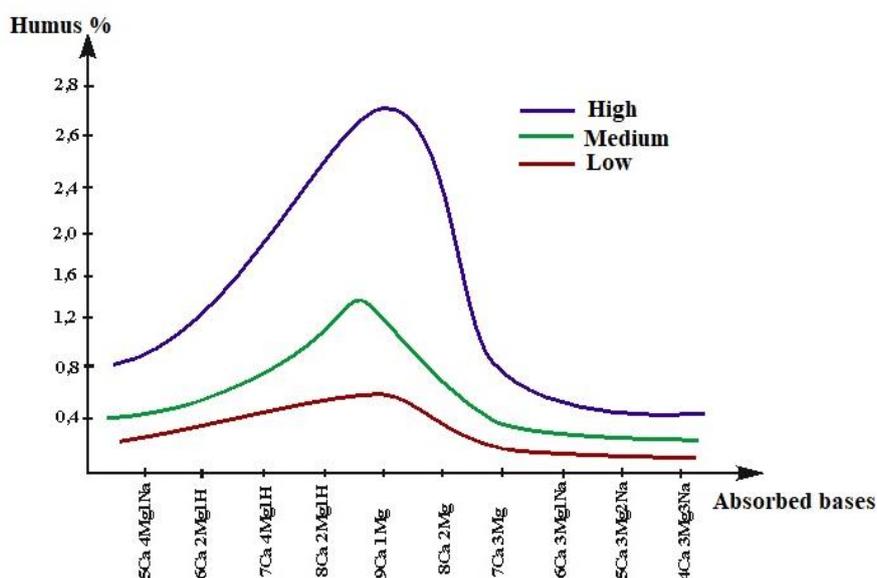


Fig. 1. Dependence of the amount of humus on the absorbed bases

The relationship between the distribution of humus in the soil profile and the average annual precipitation is shown in the graph below. (Fig.2). As can be seen, the optimal amount of precipitation and the amount of humus in arable soils are directly proportional.

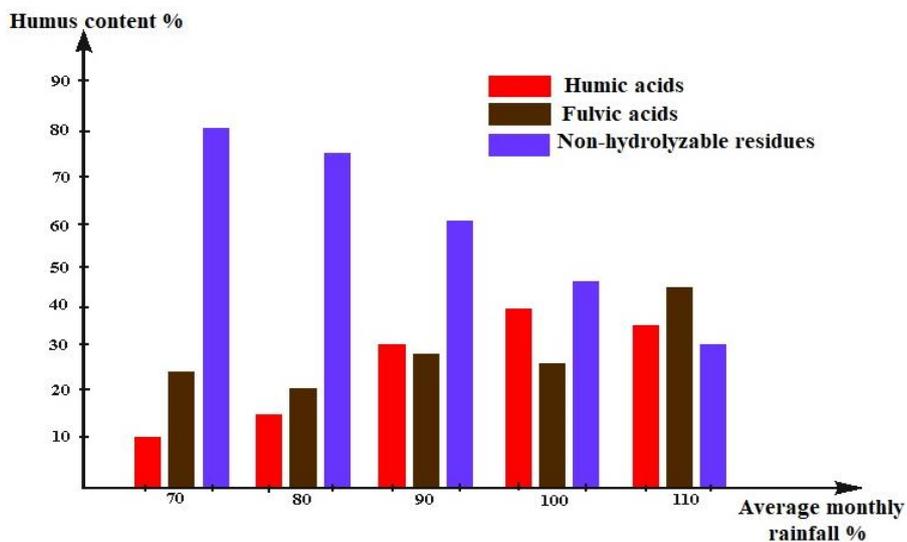


Fig. 2. Changes in the group composition of humus depending on the amount of precipitation

Mineralization of the river waters is weak – a total quantity of quickly dissolving salts doesn't reach 1 gr/l in the inclined plain. Turbidity of the river waters in the Ganja-Gazakh inclined plain changes by 140–239 g/m<sup>3</sup>, and this is less than 4–14 times from turbidity of the Kur River. The groundwaters are in the deep layer and don't directly participate in the soil-forming process. The vegetation consists of a group of white grasses, wormwood, and white grass, various ephemerals, ephemerals tree-like shrubs are characteristic.

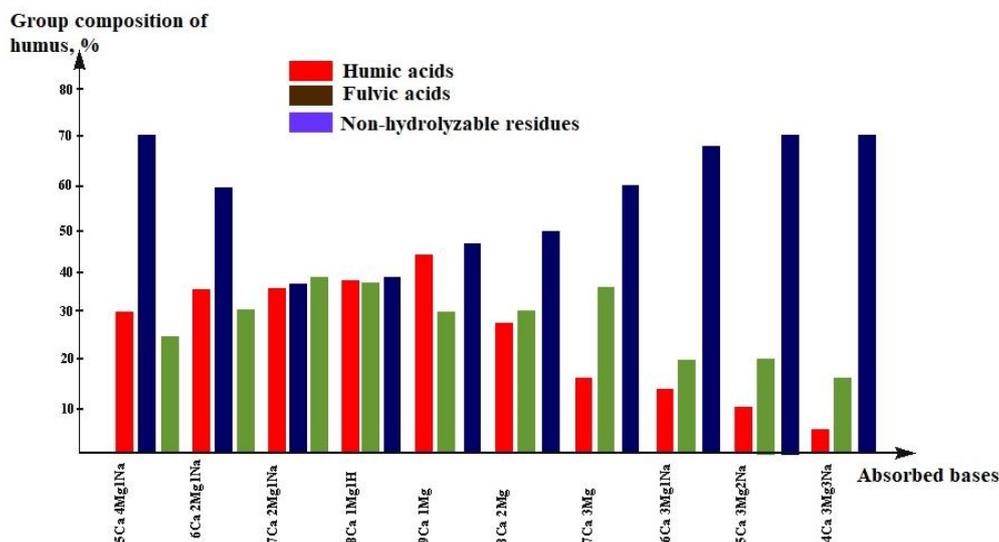


Fig. 3. Dependence of the group composition of humus on absorbed bases

The study of qualitative and quantitative indicators of soils is of great importance in their environmental assessment. The main environmental indicators are absorbed bases, pH, hygroscopic and total humidity, soil temperature, moisture capacity, and natural vegetation (Table 2).

Table 2. Some main agrochemical properties of selected soil profiles

Horizons, sm	Absorb. Ca %	Absorb. Mg %	Humus %	pH soil: water 1:5 extract	Hygroscopic moisture %
Profile No. 131					
0–21	50.5	11	10.3	6.75	6.279
21–40	51.4	7.6	8.1	7.04	6.092
40–63	41.9	3.1	4.0	7.36	4.933
63–88	30.3	5.7	2.3	7.67	3.132
88–110	32	11.5	2.1	7.85	2.893
Profile No. 146					
0–21	41.3	8.2	7.9	5.61	5.412
21–42	41.2	8.3	3.8	5.90	5.904
42–73	47.2	9.8	2.3	6.27	6.054
73–96	52.2	8.3	1.1	6.42	6.683
96–122	51.6	4.9	0.9	7.50	4.110
Profile No. 198					
0–12	32.2	9.8	10.4	5.64	4.892
12–26	33.6	6.4	15.5	5.92	2.899
26–58	37.7	24.3	17.8	5.94	4.141
58–85	38.7	15.3	19.8	5.96	4.913
85–116	34.2	16.8	18.7	6.00	4.939
Profile No. 216					
0–15	29.7	6.3	6.54	7.36	3.213
15–33	24	5.5	1.92	7.70	2.95
33–80	21.6	6.9	0.35	7.90	2.428
Profile No. 247					
3–22	14.8	5.7	6.38	5.46	7.335
22–58	35.9	4.1	2.24	5.20	4.756
58–86	35.9	14.6	1.65	5.96	4.197
86–105	43.8	3.7	1.32	6.02	5.874
105–118	36.3	8.7	1.38	6.14	5.227

## Conclusion

When compared with literary materials, we observe a weakening of the agrochemical properties of soils as a result of irrational grazing, the use of plant stems as fuel and increased erosion processes. Being such a fuel plant as saxaul, it is advisable to protect it in order to preserve its gene pool. Considering all this, it was included in the Red Book of Azerbaijan. Based on the analysis of comparative geographic and laboratory results, changes in the diagnostic parameters of brown mountain forest soils as a result of the influence of various anthropogenic processes were studied. Due to both erosional processes and the intensive involvement of these soils in crop rotation, a decrease in the amount of accumulative putrefactive layer, humus and nitrogen, absorptive capacity, and lightening of the granulometric composition was established.

## REFERENCES

1. Asgarova, G. F., Hasanova T. A. 2022 Significance impact of grazing on soil properties in Azerbaijan. Advances in Science and Technology. XLV International Scientific-Practical conference. Research and Publishing Center Actualnost. RF., Moscow, Russia, June 15. pp. 12–14.
2. Babayev, M. P., Ismayilov A. I., Huseynova S. M. (2017). Integration of the Azerbaijani national soil classification into the international system. Elm, Baku. 272 p.
3. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources (2014). International soil classification system for naming soil and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, 181 p.
4. FAO. (2015) World reference base for soil resources 2014/ International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps Update 2015. 192 p.
5. Hasanova, T. A. (2015) Complexes (Ecogroups) of the invertebrates, phytomass and dynamics of microbiological population and their importance at grey-brown soils diagnostics in Azerbaijan. Universal Journal of Agricultural Researches, Volume 3 Number 4. Horizon Researches Publishing, USA. pp. 130–135 <https://www.hrpub.org/20150620/ujar3-10403811>
6. Hasanova, T. A., Mammadova G. I, Gahramanova A. Y., Bunyatova L. N. (2021). Importance of biodiagnostics and irrigation grey-brown soils. Universal Journal of Agricultural Research. Horizon research publishing co., ltd. ISSN: 2332-2268. DOI: 10.13189/ujar.090301 Volume 9, No3. pp. 63-69 USA, CA [https://www.hrpub.org/journals/article\\_info.php?aid=11006](https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=11006)
7. Hasanova, T. A., Asgarova G. F. (2021) Phytomass of Gray-brown Soils Forming in Arid Ecosystem of Azerbaijan. Bulletin of Science and Practice Scientific Journal Publishing Center Science and Practice. Nizhnevartovsk, Russia. Volume 7 Issue 9 pp. 110–115 <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70>.
8. Mamedov, G. Sh., Babaev M. P., Ismailov A. I. (2002). Correlation of Azerbaijan soil classification with the WRB system. Elm, Baku. 252 p.
9. Nasirova, A. İ., Alieva M. M., Mammadova R. N., Hasanova T. A. (2022). Ecological edificators of gray-brown soils in Ganja-Gazakh massif (Azerbaijan). Environment and Ecology Research journal. USA CA. DOI: 10.13189/eer.2022.100307 Volume 10 / Number 3. pp. 120–134 [https://www.hrpub.org/journals/article\\_info.php?aid=12233](https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=12233).
10. World reference base for soil resources (2014) International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps Update 2015, 2017. Translated by I. A. Spiridonova; Ed. M. I. Gerasimova and P. V. Krasilnikov. FAO/ Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow. 203 p.

## АНАЛИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА АМПЕЛОГРАФИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЦЕНТРА БИОТЕХНОЛОГИИ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

**Х. И. БОБОДЖАНОВА**

*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 17.10.2023)*

*Проведен анализ сортимента винограда, собранного из трех основных зон выращивания на территории Таджикистана, в полевую коллекцию Центра биотехнологии. Объем коллекции составляет 121 сорт. Сорта отличаются происхождением, хозяйственно ценными признаками.*

*Ампелографическая коллекция винограда включает: столовые сорта – 56,2 %; кишмишно-изюмные сорта – 26,5 %; универсальные сорта – 7,4 %; технические сорта – 4,1 %. Очень высокой урожайностью характеризуются 66,1% сортов винограда собранной коллекции. Для основной части сортов коллекции (76,0 %) характерна слабая устойчивость к морозам. Высокоtransportable и transportable сорта составляют – 21,5 и 14,9 % ампелографической коллекции, соответственно. На долю средне- и слабоtransportable сортов приходится 15,7 и 9,9 % соответственно.*

*Значительная часть сортов, включенных в коллекцию, отличается размером ягоды: средний (33,9 %); крупный (36,4 %); очень крупный (16,5 %). Цвет ягоды винограда: белый – 44,6 %; чёрный – 32,2 %; розовый – 11,1 %.*

*По содержанию сахара можно выделить две группы. Сорта винограда, содержащие 20–23 г/100 см<sup>3</sup> сахара – составляют 28,1 %. Сорта винограда, содержащие менее 14 г/100 см<sup>3</sup> сахара – составляют всего 1,7 % от общего количества сортов ампелографической коллекции.*

**Ключевые слова:** *Таджикистан, зона выращивания, виноград, сорт, коллекция, хозяйственно ценные признаки.*

*An analysis of the grape assortment collected from three main growing zones in Tajikistan was carried out for the field collection of the Biotechnology Center. The volume of the collection is 121 varieties. Varieties differ in origin and economically valuable traits.*

*The ampelographic collection of grapes includes: table varieties – 56.2 %; sultana-raisin varieties – 26.5 %; universal varieties – 7.4 %; technical varieties – 4.1 %. 66.1 % of the grape varieties in the collection are characterized by very high yields. The main part of the collection varieties (76.0%) is characterized by weak resistance to frost. Highly transportable and transportable varieties make up 24.8 and 17.4 % of the ampelographic collection, respectively. The share of moderately and poorly transportable varieties accounts for 22.3 and 9.9 %, respectively.*

*A significant part of the varieties included in the collection differ in berry size: medium (33.9 %); large (36.4 %); very large (16.5 %). Grape berry color: white – 44.6 %; black – 32.2 %; pink – 11.1 %.*

*Based on sugar content, two groups can be distinguished. Grape varieties containing 20–23 g/100 cm<sup>3</sup> of sugar account for 28.1 %. Grape varieties containing less than 14 g/100 cm<sup>3</sup> of sugar make up only 1.7 % of the total number of varieties in the ampelographic collection.*

**Key words:** *Tajikistan, growing area, grapes, variety, collection, economically valuable traits.*

### **Ведение**

В Центре биотехнологии Таджикского национального университета г. Душанбе в 2011 году положено начало организации ампелографической коллекции местных, интродуцированных сортов винограда из разных регионов Республики Таджикистан.

По итогам экспедиционных работ, в период 2011–2019 гг., по сбору и сохранению винограда, организована ампелографическая коллекция, насчитывающая 121 сорт [1–4]. Сорта отличаются по хозяйственно ценными признакам.

Проведенный анализ сортимента винограда, представленного в полевой коллекции Центра биотехнологии Таджикского национального университета, показал, что сорта из трех основных зон выращивания (Согдийской, Гиссарской и Вахшской) значительно отличаются по хозяйственно ценным признакам [5].

Значительную часть сортов винограда, собранных в ампелографическую коллекцию Центра биотехнологии Таджикского национального университета, составляют сорта местной селекции и селекционеров Таджикистана (29 %). Среди сортов, полученных таджикскими селекционерами, большой популярностью пользуются такие, как Анзоб, Бабатаг, Вахдат, Гиссарский ранний, Зариф, Заррин, Зебо, Миёна, Мускат таджикский, Сангвор, Сарвар и Чилиаки Худжанди. В последние годы среди населения и фермеров популярен виноград сорта Шохона, полученный народным селекционером Н. Усмоновым.

Виноградные сорта по назначению подразделяются на столовые, универсальные (столово – технические) и технические. Кроме того, есть сорта винограда, которые особенно хороши для декорирования дачного участка. Столовые сорта винограда предназначены для употребления в свежем виде, универсальные годятся и для употребления в пищу, и для изготовления из них вина и сока, а из сугубо технических сортов получается прекрасное вино и не менее прекрасный сок [6].

Проведенный анализ сортов винограда, выращиваемых в Таджикистане, по их назначению основан на литературных данных отечественных и зарубежных исследователей. Ряд сортов винограда, выращиваемых в стране, не имеют достоверного описания, в Согдийской зоне – Ваткана кизил, Хуша дарози сафед, Чилияки юбилейный катагон; в Гиссарской зоне – Парвиз, Чилияки гиссарский и в Вахшской зоне – Шахритузский чёрный, Лунда, Шахритузский ранний красный. Не исключено, что под разными названиями выращиваются известные сорта или местные клоны.

Анализ сортимента винограда, собранного в коллекцию, представленного в трех основных зонах выращивания показал, что 56,2 % приходится на столовые сорта винограда, 25,6 % – кишмишно-изюмные, 7,4 – универсальные и 4,1 % – технические сорта винограда (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика сортов винограда по назначению

Назначение	Зоны выращивания сортов винограда				
	Согдийская	Гиссарская	Вахшская	всего	
	шт	шт	шт	шт	%
столовые	39	26	3	68	56,2
кишмишно-изюмные	18	10	3	31	25,6
технические	1	2	2	5	4,1
универсальные	5	3	1	9	7,4
нет описания	3	2	3	7	6,6
всего	66	43	12	121	

Преимущественное выращивание в стране столовых и кишмишно-изюмных сортов винограда обусловлено рядом факторов, среди них такие, как природно-климатические условия, большой спрос среди населения и экспортный потенциал. Кроме того, по свидетельству бывшего министра пищевой промышленности республики И. Курбанова, виноградари Таджикистана не видят выгоды от возделывания винных сортов этой культуры. Вместо них выращивают столовые виды, которые с успехом идут на продажу и экспорт, а винные сорта винограда раскорчеваны [7].

Критерием деления сортов винограда по качеству урожая является дегустационная оценка по 10-балльной шкале. Столовые сорта оцениваются в свежем, а кишмишные и в сушеном виде. Для технических (винных) и столово-технических сортов оценивается и вино.

В соответствии со стандартами, качество ягод винограда оценивается в баллах: шедевры – 9,5–10; отличные – 8,8–9,4; хорошие – 8,0–8,7; удовлетворительные – 7,7–7,9 и плохие – ниже 7,5. Баллы выставляются следующим образом: за вкус и аромат виноград получает от 1 до 5 баллов, за внешний вид – от 0,1 до 2 баллов, за консистенцию мякоти и кожицы – от 1 до 3 баллов [8]. К сожалению, в описаниях сортов дегустационная оценка встречается редко [8].

Сорта, собранные в ампелографическую коллекцию распределены по качеству урожая (дегустационной оценке), отмеченной в описании сорта литературных данных отечественных и зарубежных исследователей. Для 38 % из 121 сорта, собранного в коллекцию, дегустационная оценка не отмечена в описании сорта. Для 31,4 % сортов отмечена хорошее качество винограда, дегустационная оценка варьирует от 8,0–8,7 баллов. Сорта винограда с отличными (8,8–9,4 баллов) и шедевральными качествами (9,5–10 баллов) составляют 7,5 и 0,8 % в собранной коллекции. На долю сортов винограда с удовлетворительной и низкой дегустационной оценкой отмечено 7,4 и 14,5 %, соответственно.

Сорта винограда, собранные в ампелографическую коллекцию, отличаются урожайностью. Значительная часть сортов (66,1 %) характеризуется очень высокой урожайностью, составляющей свыше 10 т/га.

Очень высокая урожайность характерна для 66,1 % сортов и средняя для 5,0 % сортов винограда. В описании сорта не указана урожайность для 12 сортов винограда, что составляет 8,3 %.

Учитывая климатические условия выращивания винограда в Таджикистане, следует отметить, что для основной части сортов коллекции (76,0 %) характерна слабая устойчивость к морозам.

Большой экспортный потенциал винограда – также один из важных показателей при выборе сорта винограда для культивирования в промышленных масштабах, в значительной степени он определяется транспортабельностью свежего продукта. Высокотранспортабельные и транспортабельные сорта составляют 21,5 и 14,9 % коллекции соответственно. На долю средне- и слаботранспортабельных

приходится соответственно 15,7 и 9,9 %. Нет описания такого показателя для значительного количества (35,5 %) сортов винограда, представленных в коллекции (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика сортов винограда по транспортабельности

Транспортабельность	Зоны выращивания сортов винограда		
	Согдийская	Гиссарская	Вахшская
	шт	шт	шт
высокотранспортабельные	16	8	2
транспортабельные	7	11	-
среднетранспортабельные	13	4	2
слаботранспортабельные	6	5	2
нетранспортабельные	2	-	-
нет описания	22	15	6
всего	66	43	12

Потребителя привлекают крупный размер ягоды и её окрашивание. Значительная часть сортов, собранных в коллекции, характеризуется средней (32,2 %), крупной (33,9 %) и очень крупной (22,3 %) размерами ягоды.

Существует несколько градаций окраски. В «Каталоге ампелографических коллекций СССР» все сорта делят на белые и черные. М. А. Лазаревский выделяет группы белых, розовых, серых, красных и черных сортов [8]. Каждая группа цветов объединяет оттенки: белая, включает все сложные оттенки белого, зеленого и желтого цветов; розовая – это светло-розовая и темно-розовая; серая – это дымчато-серая и грязно-розовая; красная – красная и красно-фиолетовая; черная – это темно-красная и темно-синяя [8]. Все сорта, собранные в ампелографическую коллекцию, разделены на белые, розовые, серые, красные и черные.

Значительное количество сортов (45,5 %), собранных в коллекции, приходится на сорта с белым цветом ягод. Сорта винограда с черным цветом ягоды составили – 36,3 %, а с розовым – 13,2 %. Незначительная группа сортов, не имеющая помологического описания, составила 5 %.

На вкус и аромат столовых сортов винограда влияет содержание в ягодах сахара, органических кислот и ароматических соединений. Сорта, собранные в ампелографическую коллекцию, сгруппированы по сахаристости на основании отмеченных в описании сорта литературных данных отечественных и зарубежных исследователей (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика сортов винограда по сахаристости

Сахаристость, г/100 см <sup>3</sup>	Зоны выращивания сортов винограда				
	Согдийская	Гиссарская	Вахшская	Всего	
	шт	шт	шт	шт	%
более 23	26	24	8	58	47,9
20 до 23	5	5	-	10	8,3
17 до 20	12	4	-	16	13,2
14 до 17	13	3	-	16	13,2
менее 14	-	2	-	2	1,7
нет описания	8	7	4	19	15,7
всего	66	43	12	121	

Сахаристость, составляющая более 23 г/100 см<sup>3</sup>, отмечена для 47,9 %, менее 14 г/100 см<sup>3</sup> – для 1,7 %. Для 15,7 % сортов винограда, собранных в коллекции, показатель сахаристости не указан в помологическом описании литературных источников.

### Заключение

Проведен анализ сортамента винограда, собранного из трех основных зон выращивания на территории Таджикистана, в полевую коллекцию Центра биотехнологии. Объем коллекции составляет 121 сорт. Сорта отличаются происхождением, хозяйственно ценными признаками.

Ампелографическая коллекция винограда включает: столовые сорта – 56,2 %; кишмишно-изюмные сорта – 26,5 %; универсальные сорта – 7,4 %; технические сорта – 4,1 %. Очень высокой урожайностью характеризуются 66,1% сортов винограда собранной коллекции. Для основной части сортов коллекции (76,0 %) характерна слабая устойчивость к морозам. Высокотранспортабельные и транспортабельные сорта составляют – 21,5 и 14,9 % ампелографической коллекции соответственно. На долю средне- и плохотранспортабельных сортов приходится 15,7 и 9,9 % соответственно.

Значительная часть сортов, включенных в коллекцию, отличается размером ягоды: средний (32,2 %); крупный (33,9 %); очень крупный (22,3 %). Цвет ягоды винограда: белый – 44,6 %; чёрный – 32,2 %; розовый – 11,1 %.

По содержанию сахара можно выделить две группы. Сорта винограда, содержащие более 20–23 г/100 см<sup>3</sup> сахара – составляют 28,1 %. Сорта винограда, содержащие менее 14 г/100см<sup>3</sup> сахара, составляют всего 47,9 % от общего количества сортов ампелографической коллекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сохранение биоразнообразия винограда в Таджикистане / С. Ф. Абдулалिशоева, С. Х. Бабаева, Х. И. Бободжанова, Ш. К. Ясаулова // Актуальные проблемы экологии: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23–25 октября 2013 г. – Гродно, 2013. – Ч. 1. – С. 10–11.

2. Перспективные сорта винограда Таджикистана / Р. Ю. Каландаров, С. Ф. Абдулалिशоева, С. Х. Бабаева, Ш. К. Ясаулова, Х. И. Бободжанова // Современные проблемы естественных и социально-гуманитарных наук: материалы науч. конф., Душанбе, 28–29 ноября 2014 г. – Душанбе, 2014. – С. 88–89.

3. Создание коллекции винограда в Таджикистане / С. Х. Бабаева, Ш. К. Ясаулова, С. Ф. Абдулалिशоева, Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Плодоводство Беларуси: традиции и современность: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию образования РУП «Институт плодоводства», аг. Самохваловичи, 13–16 октября 2015 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – С. 228–231.

4. Бободжанова, Х. И. Ампелографическая коллекция Центра биотехнологии Таджикского национального университета / Х. И. Бободжанова, Р.Ю. Каландаров. – Душанбе: Эр-Граф, 2017. – 36 с.

5. Бободжанова, Х. И. Анализ сортов винограда ампелографической коллекции Центра биотехнологии Таджикского национального университета по срокам созревания. / Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 4. – С.82–85.

6. Как классифицировать виноград. Сорта винограда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obrezka-sada.ru/kak-klassificirovat-vinograd>. – Дата доступа: 18.07.2022 г.

7. Как возродить виноделие в Таджикистане? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asiaplustj.info/news/tajikistan/economic/20180825/kak-vozrodit-vinodelie-v-tadzhikistane>. – Дата доступа: 18.07.2022 г.

8. Классификация сортов винограда начинающему виноградарю. Ч.2 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vinogradacha.blogspot.com/2020/02/2\\_20.html](https://vinogradacha.blogspot.com/2020/02/2_20.html) – Дата доступа: 19.07.2022 г.

## ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ СЕВА В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

И. П. КОЗЛОВСКАЯ

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

И. А. ЧЕКАЛОВ

РУП Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси,  
г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: ivanchekalov@hotmail.com

(Поступила в редакцию 06.12.2023)

Для оценки влияния сроков сева на рост и развитие растений озимого ячменя (сорт Буслик) определяли площадь ассимиляционного аппарата в начале возобновления вегетации растений после зимовки. Измерения проводились в программе ImageJ leaf size.

Зависимость средней площади ассимиляционного аппарата растений озимого ячменя от сроков сева достаточно точно аппроксимируется полиномиальной функцией второй степени ( $R^2=0,96$ ), на которой видно, что наибольшую площадь ассимиляции растения озимого ячменя формируют при посеве в начале второй декады сентября. Сохранность растений озимого ячменя к началу весенней вегетации находится в линейной зависимости от сроков сева, и наибольшая отмечается при сроках сева в первой декаде сентября. Однако при посеве ячменя в первую декаду сентября, несмотря на хорошую сохранность растений, размеры ассимиляционного аппарата растений в ценозе составили  $8362,9 \text{ см}^2$  на  $\text{м}^2$ , что меньше, чем при посеве в начале второй декады, на  $4197,17 \text{ см}^2$ .

Более поздние сроки сева (15.09), наряду с уменьшением сохранности растений, обусловили снижение площади ассимиляционного аппарата до  $7304,32 \text{ см}^2$  на  $\text{м}^2$ . А при посеве в третьей декаде сентября за счет критически малой средней площади ассимиляционного аппарата растений озимого ячменя и низкой их сохранности в начале весенней вегетации площадь ассимиляционного аппарата оказалась всего  $1172,8 \text{ см}^2$ . При таких размерах ассимиляционного аппарата, даже при высокой скорости его формирования в случае активного весеннего роста, сохранившиеся растения не смогут конкурировать с сорняками.

Сроки сева озимого ячменя в природно-климатических условиях Витебской области оказывают существенное влияние на формирование ассимиляционного аппарата растений и их сохранность в период зимовки. Наибольшая площадь ассимиляции ( $12560,07 \text{ см}^2$  на  $\text{м}^2$ ) и сохранность растений озимого ячменя в зимний период достигается при посеве в начале второй декады сентября.

**Ключевые слова:** озимый ячмень, сроки сева, ассимиляционный аппарат, сохранность растений, возобновление вегетации.

To estimate the effect of sowing time on growth and development of winter barley plant (variety "Buslik") the area of assimilation apparatus is estimated at the beginning of vegetation resumption after winter. The measurements were performed using the ImageJ Leaf Size application.

The dependency between average winter barley plant assimilation apparatus area and sowing time is quite accurately approximated with a second-order polynomial function ( $R^2=0.96$ ), which shows that the largest winter barley plant assimilation area is formed when sowed at the beginning of the second 10-day period of September. The preservation of winter barley plants by the beginning of spring vegetation is in linear dependency with sowing time, and the largest one is determined when sowed at the first 10-day period of September. However, sowing barley in the first 10-day period of September, despite the good preservation of the plants, provides the plant assimilation apparatus size in cenosis of  $8362.9 \text{ cm}^2$  on  $\text{m}^2$  of soil, which is lower compared to sowing at the beginning of the second 10-day period by  $4197.17 \text{ cm}^2$ .

Later sowing times (Sep 15), along with lowering the preservation of the plants, stipulated lowering of the assimilation apparatus area to  $7304.32 \text{ cm}^2$  on  $\text{m}^2$  of soil. When sown in the third 10-day period of September, because of the critically low average area of winter barley plants assimilation apparatus and their low preservation at the beginning of spring vegetation, the area of assimilation apparatus turned out to be just  $1172.8 \text{ cm}^2$ . These assimilation apparatus sizes, even with very high speed of plant development in case of active spring growth, mean that preserved plants would not be able to compete with weed plants.

The sowing times of winter barley in natural and climatic conditions of the Vitebsk oblast significantly affect the formation of plants assimilation apparatus and their preservation over winter. The largest assimilation area ( $12560.07 \text{ cm}^2$  on  $\text{m}^2$  of soil) and the preservation of winter barley plants over winter is demonstrated when sown in the beginning of the second 10-day period of September.

**Key words:** winter barley, sowing times, assimilation apparatus, plant preservation, vegetation resumption.

### Введение

Одним из важнейших показателей, характеризующих продовольственную безопасность страны, является уровень самообеспечения основной сельскохозяйственной продукцией. Республика Беларусь более чем на 100 % покрывает собственные потребности в молоке, мясе, яйцах, картофеле и овощах. экспорт продукции сельского хозяйства (включая переработанную) превышает импорт [1].

В формировании продовольственных ресурсов страны особое значение имеет производство зерна, которое является незаменимым сырьём для производства продовольствия: хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий, круп.

Зерно широко используется в качестве фуража, на его основе производятся концентрированные, в том числе комбинированные, корма. Так как Беларусь имеет преимущественно животноводческую специализацию, формирование кормовой базы путем развития зернового хозяйства определяет интенсивность развития и эффективность всех отраслей животноводства [2].

Характеристика географических и климатических условий свидетельствует, что территория Беларуси пригодна для ведения сельскохозяйственного производства в разной степени. Наиболее благоприятны центральные, западные, восточные и юго-западные регионы. В северном почвенно-экологическом регионе (Витебская область) существуют природные ограничения для развития сельского хозяйства. Область находится в зоне рискованного земледелия. Из 21 района Витебской области 18 относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции [3].

Однако анализ современных характеристик основных агроклиматических показателей на территории Витебской области [4, 5] показал, что при традиционной специализации на выращивании кормовых и зерновых культур возможно расширение ассортимента зерновых за счет озимого ячменя. Эта культура созревает раньше ярового ячменя на 8–12 дней и обеспечивает животноводство концентрированным кормом именно в тот период, когда в нем ощущается дефицит. Посевные площади озимого ячменя в Витебской области уже сейчас около 60 тыс. га [6]. Поэтому совершенствование технологических приемов его возделывания в природно-климатических условиях Витебской области является актуальной научной задачей, и при успешном ее решении практическая реализация позволит увеличить производство зерна ячменя.

#### **Основная часть**

Озимый ячмень (*Hordeum vulgare* L. sensu lat) в условиях Беларуси может возделываться как продовольственная, зернофуражная и техническая культура, так как характеризуется высоким урожайным потенциалом и устойчивостью к весенней засухе. Однако от других озимых зерновых он отличается низкой зимостойкостью.

Для формирования устойчивости к неблагоприятным условиям зимне-весеннего периода растения озимого ячменя должны пройти все этапы закалывания в осенний период, что позволит им постепенно перейти от активной вегетации в состояние замедления всех физиологических процессов.

Осенний период роста и развития озимого ячменя особенно важен, от того, как он протекает, во многом зависят дальнейший рост растения, количество и качество урожая.

В осенний период солнечная погода способствует накоплению углеводов в узле кушения растений озимого ячменя. Именно этот запас формирует устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, в том числе и к отрицательным температурам. Углеводы, проникая в клетки растений, повышают в них осмотическое давление и обеспечивают способность растений выдерживать отрицательные температуры до  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Озимый ячмень в сравнении с другими озимыми зерновыми культурами имеет самый короткий вегетационный период, поэтому для полноценного развития растений и формирования зерна высокого качества необходимо эффективное использование комплекса всех факторов, определяющих формирование урожая и его качество.

Важным фактором в технологии возделывания озимых зерновых культур является срок сева. Посев в слишком ранние сроки ведет к перерастанию растений и снижению иммунитета в отношении болезней и устойчивости к поражению вредителями. Вследствие интенсивного роста растений и конуса нарастания, задерживается прохождение первой фазы закалки, в результате они снижают зимостойкость на 20–50 % [7]. При этом урожайность озимых снижается 1–1,2 % за одни сутки при отклонении от оптимальных сроков сева [8].

Поздний сев, особенно в сочетании с дефицитом влаги в осенний период, приводит к отставанию растений в развитии, недостаточной их закалке и изреживанию посевов во время перезимовки, снижению зимо- и морозостойкости. Посев озимых после оптимальных сроков снижает урожайность в пределах 0,9–1,0 % за сутки опоздания [7].

Ни у одной другой зерновой культуры сроки посева не имеют такого важного значения, как у озимого ячменя. При посеве озимого ячменя на 2–3 недели позже оптимальных сроков снижение урожайности может достигать 20 %. При ранних сроках сева увеличиваются как общая продолжительность вегетации, так и периоды прохождения отдельных, определяющих урожайность, стадий развития [9].

В связи с изменениями на территории республики характеристик теплообеспеченности озимых зерновых культур в течение осенних месяцев вегетации определение оптимальных сроков сева озимого ячменя в почвенно-климатических условиях Витебской области имеет большое научное и практическое значение.

Рост и развитие растений, потенциальное повышение их продуктивности зависит от формирования ассимиляционного аппарата, на формирование которого у озимых зерновых, несомненно, влияют сроки сева.

Для оценки влияния сроков сева на рост и развитие растений озимого ячменя (сорт Буслик) определяли площадь ассимиляционного аппарата в начале возобновления вегетации растений после зимовки. Измерения проводились в программе ImageJ leaf size [10, 11]. Полученные снимки были предварительно обработаны в графическом редакторе, где были удалены тени, корни и посторонние объекты (рис. 1).

Сроки сева озимого ячменя оказали существенное влияние на рост, развитие и сохранность растений (табл.1). Средняя площадь ассимиляционного аппарата одного растения весной составила 45,95 см<sup>2</sup> при посеве ячменя в первой декаде сентября, а перезимовавших растений оказалось 182 шт/м<sup>2</sup>. При более поздних сроках сева (вторая декада: 10 и 15 сентября) растения сформировали большую листовую поверхность, и площадь ассимиляционного аппарата составила 75,21 и 64,64 см<sup>2</sup> соответственно. Однако при посеве 10 сентября сохранность растений снизилась до 167 шт/м<sup>2</sup>, а при еще более позднем сроке сева (15 сентября) – до 113 шт/м<sup>2</sup>. Растения озимого ячменя, посеянные в последней декаде сентября (25.09), к началу возобновления вегетации выглядели ослабленными и имели среднюю площадь ассимиляционного аппарата всего 14,66 см<sup>2</sup>, при этом на 1м<sup>2</sup> сохранилось только 80 шт.

Зависимость средней площади ассимиляционного аппарата растений озимого ячменя от сроков сева достаточно точно аппроксимируется полиномиальной функцией второй степени ( $R^2=0,96$ ), на которой видно, что наибольшую площадь ассимиляции растения озимого ячменя формируют при посеве в начале второй декады сентября (рис. 2).

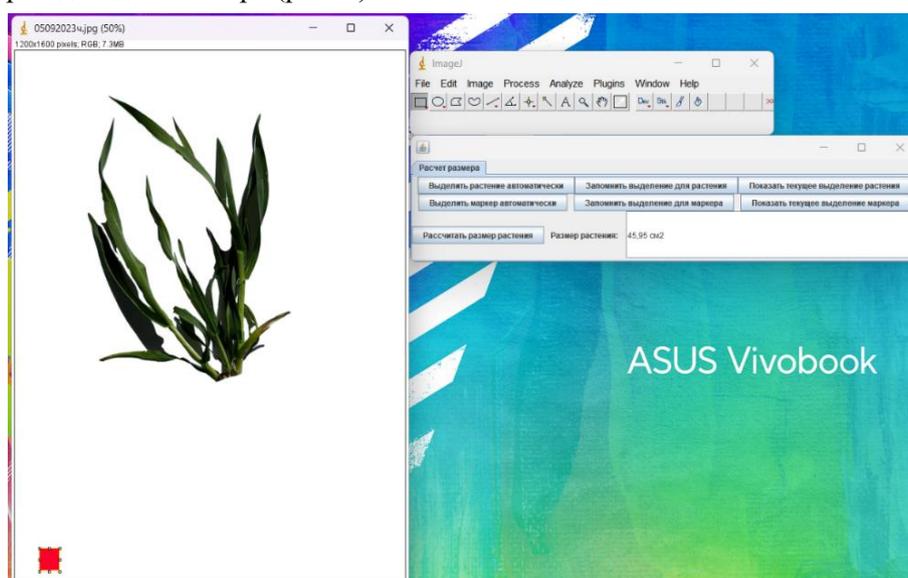


Рис. 1. Пример определения площади ассимиляционного аппарата озимого ячменя с помощью программы ImageJ leaf size

Таблица 1. Влияние сроков сева озимого ячменя на формирование ассимиляционного аппарата растений и их сохранность к возобновлению вегетации весной

Срок сева	Средняя площадь ассимиляционного аппарата одного растения, см <sup>2</sup>	Количество растений на м <sup>2</sup>
5 сентября	45,95	182
10 сентября	75,21	167
15 сентября	64,64	113
25 сентября	14,66	80

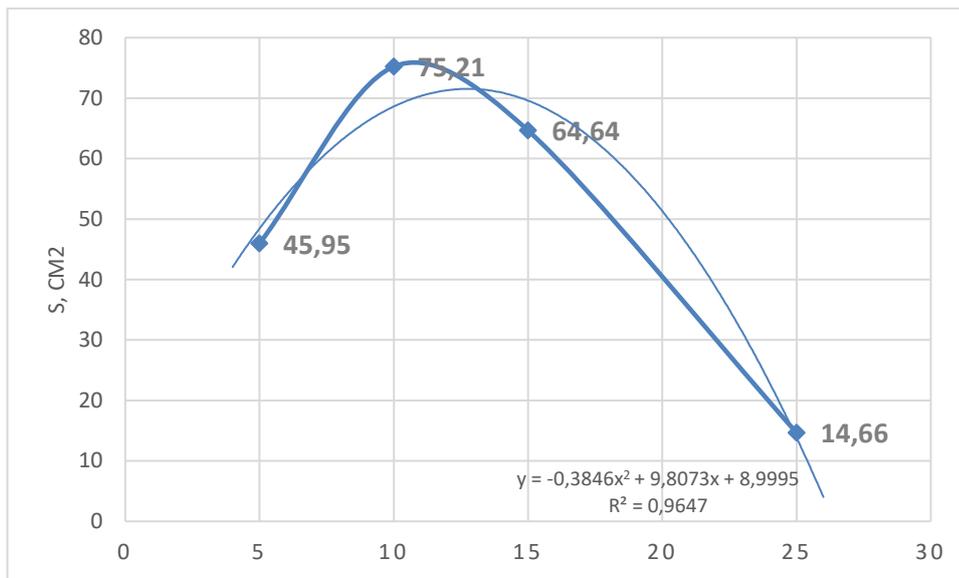


Рис. 2. Взаимосвязь средней площади ассимиляционного аппарата (S) и сроков сева озимого ячменя

Сохранность растений озимого ячменя к началу весенней вегетации находится в линейной зависимости от сроков сева (рис. 3).

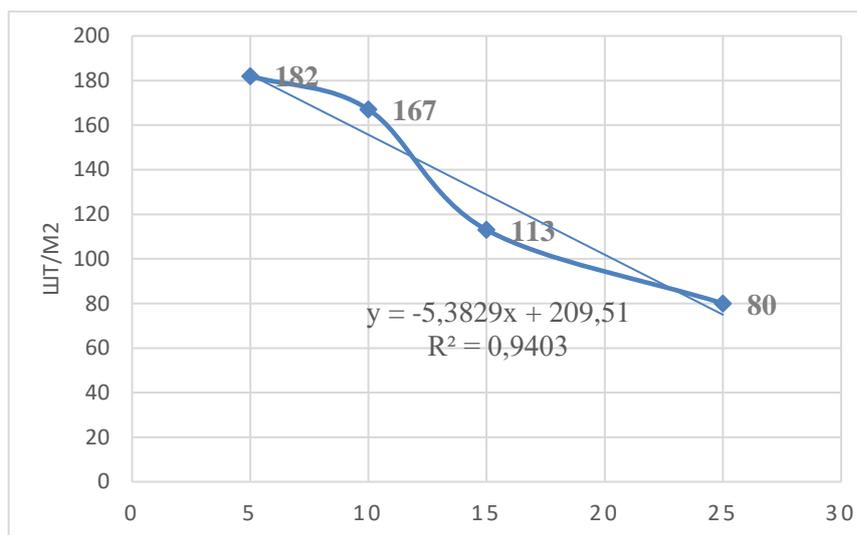


Рис. 3. Взаимосвязь сохранности растений к началу весенней вегетации и сроков сева озимого ячменя

Основными показателями, характеризующими фотосинтез растений в посевах, считаются размеры ассимиляционного аппарата и время его активного функционирования, а величина биологического урожая сельскохозяйственных культур определяется скоростью формирования и конечными размерами фотосинтетической поверхности листьев. Несмотря на различия в площади листьев у отдельных растений, суммарная поверхность листьев на гектаре посева может частично нивелироваться за счет увеличения числа растений [12].

Общие закономерности, определяющие фотосинтетическую продуктивность при формировании урожая в посевах, установленные для различных растений, необходимо выявить и для озимого ячменя.

Для оценки формирования ценоза после перезимовки озимого ячменя, посеянного в различные сроки, нами рассчитана площадь ассимиляционного аппарата на 1 м² поля (рис. 4).

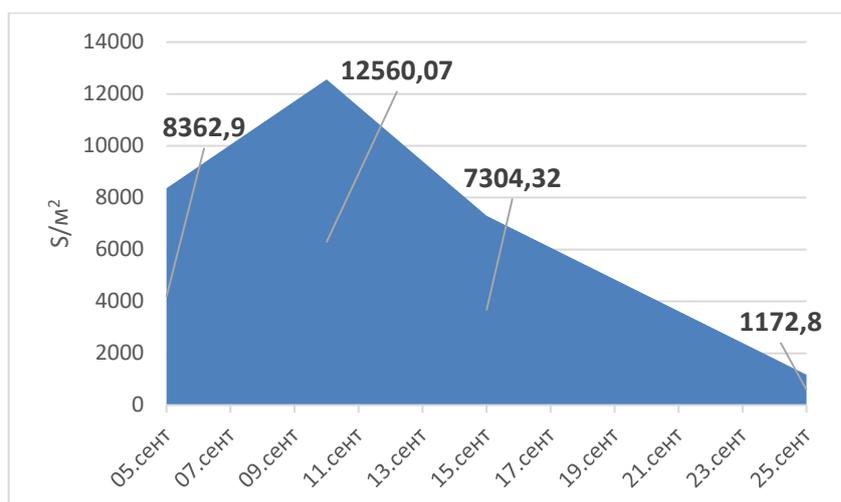


Рис. 4. Площадь ассимиляционного аппарата (см<sup>2</sup> на м<sup>2</sup> поля) озимого ячменя при различных сроках сева перед возобновлением вегетации весной

При посеве ячменя в первую декаду сентября, несмотря на хорошую сохранность растений, размеры ассимиляционного аппарата растений в ценозе составили 8362,9 см<sup>2</sup> на м<sup>2</sup> почвы, что меньше, чем при посеве в начале второй декады на 4 197,17 см<sup>2</sup>.

Более поздние сроки сева (15.09) наряду с уменьшением сохранности растений обусловили снижение площади ассимиляционного аппарата до 7304,32 см<sup>2</sup> на м<sup>2</sup> почвы. А при посеве в третьей декаде сентября за счет критически малой средней площади ассимиляционного аппарата растений озимого ячменя и низкой их сохранности к началу весенней вегетации площадь ассимиляционного аппарата оказалась всего 1172,8 см<sup>2</sup> на м<sup>2</sup>. При таких размерах ассимиляционного аппарата, даже при высокой скорости его формирования в случае активного весеннего роста, сохранившиеся растения не смогут конкурировать с сорняками.

#### Заключение

Сроки сева озимого ячменя в природно-климатических условиях Витебской области оказывают существенное влияние на формирование ассимиляционного аппарата растений и их сохранность в период зимовки. Наибольшая площадь ассимиляции (12560,07 см<sup>2</sup> на м<sup>2</sup> почвы) и сохранность растений озимого ячменя в зимний достигается при посеве в начале второй декады сентября.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. № 962.
2. Продовольственная безопасность Республики Беларусь: достижения и перспективы / А. В. Пилипук, Г. В. Гусаков, Н. В. Карпович, Л. Т. Ёнчик, Л. А. Лобанова, О. В. Свистун // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2020. – Т. 58. – № 1. – С. 24–41.
3. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by>. – Дата доступа: 09.12.23.
4. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. д-ра геогр. наук / В. И. Мельник. – Минск, 2004.
5. Мишин, А. Специфика и перспективы развития растениеводства Витебской области / А. Мишин // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://socio.bisr.by/posevnaja-i-perspektivy-razvitiya-sela>. – Дата доступа: 08.12.2023.
6. Возделывание озимого ячменя в Витебской области // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://vogiskzr.by/novosti/item/617-vozdelyvanie-ozimogo-yachmenya-v-vitebskoj-oblasti.html>. – Дата доступа: 24.08. 2023.
7. Урбан, Э. П. Оценка состояния растений озимых зерновых после перезимовки и рекомендации по уходу в весенне-летний период 2022 г. / Э. П. Урбан, В. Н. Буштевич, С. И. Гордей, А. А. Зубкович // Земледелие и растениеводство. – № 1 (140). – 2022. – С. 6–9.
8. Привалов, Ф. И., Шашко К. Г., Холодинский В. В. Технология выращивания озимых культур в осенний период // [Электронный ресурс] / Код доступа: <https://www.msnp.gov.by/special/ru/agriculture-ru/view/technologija-vyraschivaniya-ozimyx-kultur-v-osennij-period> Дата доступа: 09.12.2023.
9. Ячмень – Агроритм // [Электронный ресурс] / Код доступа: <http://agroritm.by/agronomiya/yachmen/> Дата доступа: 07.12.2023.
10. Современные проблемы фотосинтеза (том 1) / Под ред. С. И. Аллахвердиева, А. Б. Рубина, В. А. Шувалова. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 568 с.
11. Козловская, И. П. Компьютерное определение площади ассимиляционного аппарата зерновых / И. П. Козловская, Е. А. Головатая, Т. А. Юхо / Государственный регистр информационных ресурсов: рег. номер N 1142229145 от 17.07.2022 г.
12. Козловская, И. П. Метод определения площади ассимиляционного аппарата для оценки динамики ростовых процессов зерновых культур / И. П. Козловская, Е. А. Головатая // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 86–92.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОЛЯТОВ РОДА AGROBACTERIUM, ВЫДЕЛЕННЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Х. И. БОБОДЖАНОВА, М. М. ДЖУРАЕВА

Таджикский национальный университет,  
г. Душанбе, Таджикистан, 734025, e-mail: hrustalnaia\_maska@list.ru, bobojankh\_7@bk.ru

Н. К. БИРКЕЛАНД

Университет Бергена,  
г. Берген, Норвегия, NO-5020, e-mail: nils.birkeland@uib.no

(Поступила в редакцию 07.12.2023)

Исследования проводились в Центре биотехнологии Таджикского национального университета в период с 2018 по 2022 годы в рамках научно-исследовательской темы «Биотехнология производства оздоровленного посадочного материала и создание базовых коллекций оздоровленных растений плодовых и ягодных культур» на 2019–2023 гг. (№ государственной регистрации 0119TJ00971); международных проектов: Сеть для совершенствования научных исследований на основе высшего образования в фундаментальной и прикладной микробиологии (Network for improving research-based higher education in basic and applied microbiology) на 2016–2019 гг. (номер проекта CPEA-LT-2016/10095) и Сеть для проведения исследований на базе высшего образования в микробной биотехнологии (Network for research-based higher education in microbial biotechnology) на 2017–2021 гг. (номер проекта CPEA-LT-2017/10061).

*Agrobacterium tumefaciens* – возбудитель ризобииоза, характеризующегося образованием наростов и галлов на лозе, некротическими изменениями листьев, а иногда и корней винограда. В результате эпифитотического мониторинга выделены бактерии *Agrobacterium* spp. на виноградниках Гиссарской долины Таджикистана.

Бактериальный рак винограда является опасным заболеванием, которое наносит существенный ущерб сельскому хозяйству. Регулярное фитосанитарное обследование виноградников, диагностика и идентификация возбудителя бактериального рака винограда, разработка мер профилактики и борьбы – залог успешного развития промышленного виноградарства на территории Республики Таджикистан.

Анализ образцов материала от саженцев винограда из 15 районов Таджикистана позволил выделить 104 изолята разных видов и родов, из которых 43 отобраны для дальнейшей характеристики. В результате биохимической дифференциации бактерий выделено семь изолятов *Agrobacterium* (*Rhizobium*). Дана оценка антибиотикочувствительности выделенных изолятов.

**Ключевые слова:** бактериальный рак, виноград, изоляты, антибиотики, чувствительность.

Research was carried out at the Biotechnology Center of the Tajik National University from 2018 to 2022 within the framework of the research topic “Biotechnology for the production of healthy planting material and the creation of basic collections of healthy plants of fruit and berry crops” for 2019–2023 (state registration number 0119TJ00971); international projects: Network for improving research-based higher education in basic and applied microbiology for 2016–2019 (project number CPEA-LT-2016/10095) and Network for research-based higher education in microbial biotechnology for 2017–2021 (project number CPEA-LT-2017/10061).

*Agrobacterium tumefaciens* is the causative agent of rhizobiosis, characterized by the formation of growths and galls on the vine, necrotic changes in the leaves, and sometimes in the roots of grapes. As a result of epiphytotic monitoring, we isolated the bacteria *Agrobacterium* spp. in the vineyards of the Gissar Valley of Tajikistan.

Bacterial canker of grapes is a dangerous disease that causes significant damage to agriculture. Regular phytosanitary inspection of vineyards, diagnosis and identification of the causative agent of bacterial cancer of grapes, development of preventive and control measures are the key to the successful development of industrial viticulture in the territory of the Republic of Tajikistan.

Analysis of material samples from grape seedlings from 15 regions of Tajikistan made it possible to isolate 104 isolates of different species and genera, of which 43 were selected for further characterization. As a result of biochemical differentiation of bacteria, seven isolates of *Agrobacterium* (*Rhizobium*) were isolated. The antibiotic sensitivity of the isolated isolates was assessed.

**Key words:** bacterial cancer, grapes, isolates, antibiotics, sensitivity.

### Введение

*Agrobacterium tumefaciens* является возбудителем ризобииоза, характеризующегося, образованием наростов и галлов на виноградной лозе, некротическими изменениями листьев, а иногда корней винограда [1].

Вспышки ризобииоза в виноградарских хозяйствах регистрируются на территории Таджикистана с 2018 года [2, 3, 4, 5].

Для лечения и профилактики ризобииоза необходимо знать серовариантный состав циркулирующих штаммов и изолятов.

Цель работы: изучение биохимических свойств изолятов *Agrobacterium* spp., выделенных в неблагополучных по ризобииозу виноградарских хозяйствах на территории Таджикистана.

### Основная часть

В работе использовали 104 изолята, среди которых идентифицированы семь изолятов, относящихся к роду *Agrobacterium* spp., выделенные в виноградарских хозяйствах Гиссарской долины Таджикистана.

Для культивирования использовали полуселективную питательную среду Рой и Сассера (RSM) [6], агар МакКонки, питательную среду Хью-Лейфсона, цитратный агар Симмонса; картофельный декстрозный агар, соевый агар с триптиказой, соевый агар с триптоном (TSA); соевый бульон с триптиказой, соевый бульон с триптоном (TSB) [7]. Морфологию бактерий изучали в фиксированных мазках, окрашенных по Граму [8].

Биохимические свойства изолятов определяли посредством высева на дифференциально-диагностические среды, содержащие соответствующие факторы роста и моносахара, с использованием микрообъемного анализатора API 20NE [9]. У выросших культур проводили тест на цитохромоксидазу, каталазу и способность к расщеплению глюкозы в анаэробных и аэробных условиях на среде Хью-Лейфсона (О/Ф тест) [7].

Для определения оксидазной активности в чашку Петри клали полоску фильтровальной бумаги, смоченную смесью реактивов на цитохромоксидазу, и платиновой петлей переносили часть испытуемой культуры на фильтровальную бумагу. В случае положительной реакции бактериальная масса становится синей, розовой или коричневой (в зависимости от используемого реактива).

Для проверки каталазной активности на поверхность чистого обезжиренного стекла наносили каплю 3%-ного раствора перекиси водорода и эмульгировали с небольшим количеством изучаемой культуры. При положительной реакции происходило вспенивание взвеси.

Для определения способности к расщеплению глюкозы в среде Хью-Лейфсона исследуемую культуру засеивали проколом до дна в пробирку с высоким столбиком среды (7–8 см), посевы инкубировали при температуре 25–26 °С в течение 24 часов. Ферментация начинается в нижних слоях среды, окисление – сверху.

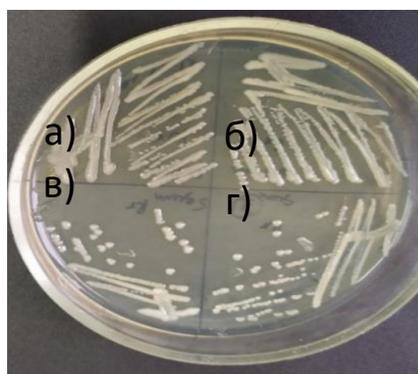
Ферментацию и газообразование учитывали на среде Хью-Лейфсона, подвижность – на среде TSA 0,5 % (неподвижные культуры растут строго по уколу, слабоподвижные – в виде основного стержня и боковых отростков, подвижные – вызывают помутнение всей среды). Окончательный учет результатов проводили на 4-й день. Чувствительность к антибиотикам проверяли с помощью теста диффузии диска Кирби-Бауэра [10].

Исследовали пробы патологического материала из виноградников Гиссарской долины Таджикистана. На основании дифференциальных сред и биохимического теста получено 104 изолята, из которых на среде Рой-Сассера отобрано 43 – для дальнейшей характеристики [5].

При дальнейшем бактериологическом анализе патматериала от растений разных возрастных групп, среди которых были здоровые, поражённые и погибшие экземпляры из неблагополучных виноградарских хозяйств Таджикистана – было выделено семь изолятов. Из которых один принадлежит к группе *Agrobacterium larrymoorei* и обозначен как *A. larrymoorei* LY1 [2]. Другие шесть изолятов принадлежат к *Agrobacterium tumefaciens* и обозначены – *A. tumefaciens* TUMOR 1, *A. tumefaciens* Soil 5, *A. tumefaciens* Soil 6, *A. tumefaciens* Fruit 8 [4, 5], *A. tumefaciens* Soil 22, *A. tumefaciens* Soil 23 [5]. Все изоляты по их потребностям к ростовым факторам отнесены к бактериям рода *Agrobacterium* (рис. 1).

На агаризованных питательных средах формируются выпуклые, круглые, гладкие непигментированные или слабо-бежевые колонии. На картофельном агаре – колонии приподнятые, влажно-блестящие, светло-бежевые. Край ровный, просвечивающий.

Выделенные микроорганизмы представляли собой мелкие грамтрицательные палочки в сочетании с кокковидными и единичными нитевидными формами.





3



4

Рис. 1. Чашки Петри с выросшими колониями *Agrobacterium* spp. на соевом агаре с триптоном (TSA):  
1. *A. larrymoorei* LY1, 2. *Agrobacterium tumefaciens*: а) *A. tumefaciens* TUMOR 1, б) *A. tumefaciens* Soil 5,  
в) *A. tumefaciens* Soil 6, г) *A. tumefaciens* Fruit 8, 3. *A. tumefaciens* Soil 22, 4. *A. tumefaciens* Soil 23

Наиболее значимые биохимические свойства изолятов представлены в табл. 1. Видно, что по основным признакам выделенные изоляты соответствуют виду согласно определителю Берджи [11, 12] и определителю патогенных грамотрицательных бактерий [13].

Таблица 1. Биохимические свойства изолятов бактерий рода *Agrobacterium* spp.

Наименование теста	Биохимические свойства вида <i>Agrobacterium</i> по Берджи	Изоляты						
		LY1	TUMOR 1	Soil 5	Soil 6	Fruit 8	Soil 22	Soil 23
каталаза	+	+	+	+	+	+	+	+
оксидаза	+	+	+	+	+	+	+	+
3 % КОН	d	+	+	+	+	+	+	+
подвижность	–	–	–	–	–	–	–	–
восстановление нитратов до нитритов	+	–	–	–	–	–	–	–
восстановление нитратов до азота	–	d	+	–	–	+	+	+
L-триптофан	+	–	–	–	–	–	–	–
D-глюкоза	–	–	–	–	–	–	–	–
L-аргинин	–	–	–	–	–	–	–	–
мочевина	+	+	+	+	+	+	+	+
эскулин цитрат железа	+	+	+	+	+	+	+	+
желатин (бычьего происхождения)	–	–	–	–	–	–	–	–
4-нитрофенил-βD-галактопиранозид	+	+	+	+	+	+	+	+
D-глюкоза	+	+	+	+	+	+	+	+
L-арабиноза	+	+	+	+	+	+	+	+
D-манноза	+	+	+	+	+	+	+	+
D-маннит	+	+	+	+	+	+	+	+
N-ацетилглюкозамин	+	+	+	+	+	+	+	+
D-мальтоза	+	+	+	+	+	+	+	+
глюконат калия	+	+	+	+	+	+	+	+
каприновая кислота	–	–	–	–	–	–	–	–
адипиновая кислота	–	–	–	–	–	–	–	–
яблочная кислота	+	+	+	+	+	+	+	+
тринатрия цитрат	–	+	–	–	–	–	–	–
фенилуксусная кислота	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: «+» – положительная реакция, «–» – отрицательная реакция, «d» – варибельная реакция

В результате проведенного бактериологического анализа образцов почвы, растительного материала (плоды, листья, опухоли) выделены изоляты, которые по биохимическим свойствам идентичны и относятся к роду *Agrobacterium* spp.

Отмечено, что болезнетворный микроорганизм длительное время (в течение нескольких лет) находится и размножается (персистентный патоген) в растении винограда, не вызывая опухолей, пока не появятся условия, способствующие развитию заболевания. Болезнь развивается на многолетней и однолетней древесине виноградного куста, как правило, в местах повреждений (механические, морозобоины) (рис. 2).



Рис. 2. Растение винограда, пораженное бактериальным раком [3]

В табл. 2 представлены результаты определения чувствительности изолятов *Agrobacterium* spp. к антибиотикам.

Таблица 2. Результаты определения чувствительности изолятов *Agrobacterium* spp. к антибиотикам

Антибиотики	Чувствительность, мм	Изоляты						
		1	2	3	4	5	6	7
Amoxicilin 25µg	R≤19 S≥20	S	S	R	S	S	R	S
Amoxicilin + Clavulanic acid 20/10	R≤18, I 14-17, S≥13	S	S	S	S	S	S	S
Piperacillin 30µg	R≤17, I 18-20, S≥21	S	R	S	I	S	R	I
Ticarcillin 75µg	R≤22, S≥23	S	S	S	S	S	S	R
Ticarcillin + Clavulanic acid 85µg	R≤22, S≥23	S	S	S	S	S	S	S
Apicilillin+ Sulbactam 10/10	R≤14, S≥15	S	S	S	S	S	S	S
Cefotaxim 30µg (III generation)	R≤23, I 24-29, S≥30	S	I	S	I	S	R	S
Cefazolin 30µg (I generation)	R≤14, I 15-17, S≥18	S	S	S	S	S	R	S
Cefepime 30µg (IV generation)	R≤26, I 27-31, S≥32	R	R	R	R	R	R	R
Cefoxitin 30µg (II generation)	R≤21, S≥23	S	S	R	R	S	R	S
Aztreonam 30µg	R≤22, I 23-27, S≥28	S	I	I	R	I	R	R
Imipenem 10µg	R≤16, I 17-20, S≥21	S	S	S	S	S	S	S
Doripenem 10µg	R≤18, I 19-23, S≥24	S	S	S	S	S	S	S
Gentamycin 30µg	R≤12, I 13-14, S≥15	S	S	S	S	S	S	S
Netilmicin 10µg	R≤13, S≥14	S	R	R	R	R	R	R
Tobramycin 10µg	R≤17, I 18-20, S≥21	S	R	R	R	R	R	R
Levofloxacin 5µg (III generation)	R≤15, I 16-18, S≥19	S	S	S	S	S	S	S
Doxycycline 30µg	R≤12, I 13-15, S≥16	S	S	S	S	S	S	S
Tetracycline	R≤4, I 15-18, S≥19	S	S	R	S	S	S	S
Colistine sulphate 10µg	R≤10, S≥11	S	S	S	S	S	S	S

Примечание: S – чувствительный; R – слабо чувствительный; I – устойчивый.  
Изоляты: 1 - *A. larrymoorei* LY1; 2 - *A. tumefaciens* TUMOR 1; 3 - *A. tumefaciens* Soil 5; 4 - *A. tumefaciens* Soil 6; 5 - *A. tumefaciens* Fruit 8; 6 - *A. tumefaciens* Soil 22; 7 - *A. tumefaciens* Soil 23.

В результате проведённых исследований показано, что все полученные изоляты чувствительны к 10 из 20 исследованных антибиотиков, а именно: Amoxicilin + Clavulanic acid 20/10; Ticarcillin + Clavulanic acid 85µg; Apicilillin + Sulbactam 10/10; Imipenem 10µg; Doripenem 10µg; Gentamycin 30µg; Levofloxacin 5µg (III generation); Doxycycline 30µg; Tetracycline и Colistine sulphate 10µg.

На примере изолята *A. larrymoorei* LY1 выявлена чувствительность к 19 антибиотикам и слабая чувствительность к антибиотику Cefepime 30µg (IV generation) из 20 исследованных антибиотиков.

Из семи полученных изолятов четыре показали устойчивость к одному или другому антибиотику: *A. tumefaciens* TUMOR 1 (Cefotaxim 30µg (III generation), Aztreonam 30µg), *A. tumefaciens* Soil 5 (Aztreonam 30µg), *A. tumefaciens* Soil 6 (Piperacillin 30µg, Cefotaxim 30µg (III generation)) и *A. tumefaciens* Fruit 8 (Aztreonam 30µg).

На рис. 3 представлены тесты определения чувствительности к антибиотикам у выделенных изолятов *Agrobacterium*.

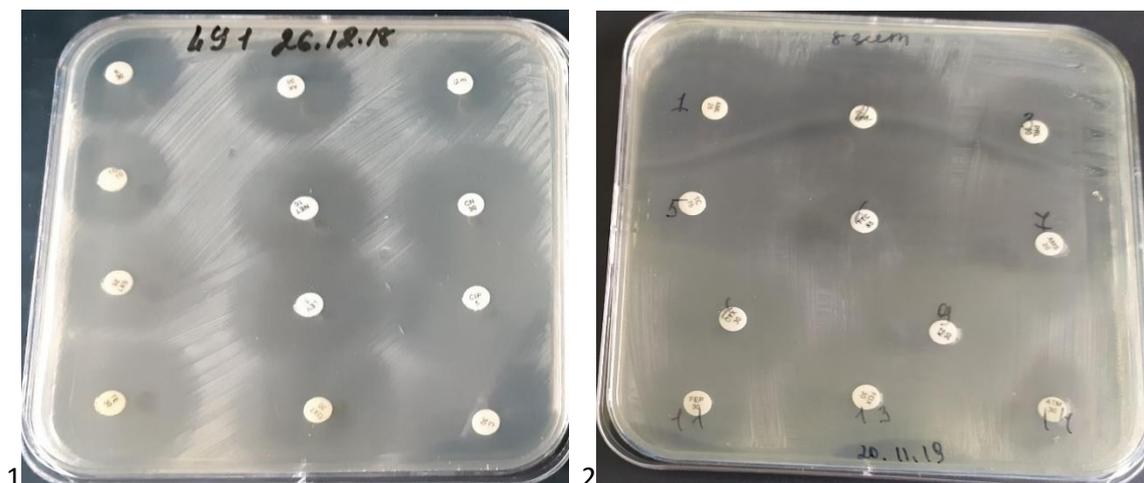


Рис. 3. Чувствительность к антибиотикам различных агробактерий, выделенных из саженцев винограда  
1 – *A. larrymoorei* LY1; 2 – *A. tumefaciens* Fruit 8

Выявление чувствительности семи выделенных изолятов к антибиотикам с помощью теста диффузии диска Кирби-Бауэра показало, что исследуемые культуры в основном чувствительны к тестируемым антибиотикам, в тоже время отмечен ряд изолятов, характеризующихся слабой чувствительностью либо устойчивостью к отдельным антибиотикам.

Бактериальный рак винограда является опасным заболеванием, которое наносит существенный ущерб сельскому хозяйству. Регулярное фитосанитарное обследование виноградников, диагностика и идентификация возбудителя бактериального рака винограда, разработка профилактики и мер борьбы – залог успешного развития промышленного виноградарства на территории Республики Таджикистан.

#### Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований проб патматериала от саженцев винограда из 15 регионов Таджикистана выделено семь изолятов *Agrobacterium* (*Rhizobium*). Проведена биохимическая дифференциация исследованных изолятов *Agrobacterium* spp. Дана оценка чувствительности к антибиотикам выделенных изолятов, которая показала разный уровень чувствительности к используемым препаратам. В дальнейших исследованиях необходимо проверить антагонистическую активность выделенных изолятов по отношению к патогенным штаммам для предупреждения вторичного заражения здоровых растений винограда из почвы. Этот метод может быть включён в технологию посадки саженцев винограда на постоянное место для предупреждения развития ризобииоза. наряду с термотерапией виноградной лозы в сочетании с вакуум инфльтрацией и без неё.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Burr TJ, Katz BH. 1983. Isolation of *Agrobacterium tumefaciens* biovar 3 from grapevine galls and sap, and from vineyard soil. *Phytopathology* 73:163–165. <http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-73-163>.
2. Dzhuraeva M. M., Bobodzhanova Kh. I., Tediashvili M., Bierkeland N-K., Jaiani E. G. Isolation and identification of *Agrobacterium* from the territory of Tajikistan. Материалы международной научно-практической конференции Биотехнология микроорганизмов, посвященной профессору Ю.К.Фомичеву (1929-2015). 27-29 ноября, 2019. Минск, Беларусь. С.236–329.
3. Бободжанова, Х. И. Биотехнологические основы создания ампелогографической коллекции и размножения сортов винограда в Таджикистане / Х. И. Бободжанова. – Душанбе: Эр-граф, 2022. – 240 с.
4. Dzhuraeva M., Bobodzhanova Kh., Javier-Lopez R., Tediashvili M., Jaiani E., Birkeland N-K. Draft Genome Sequence of *Agrobacterium radiobacter* Strain MD22b, Isolated from a Grape Plant in Tajikistan. *Microbiology Resource Announcements*. 2023. – Volum 12. Issue 4- P e01131-22. <https://journals.asm.org/journal/mra>
5. Dzhuraeva M. M., Birkeland N-K., Bobodzhanova K. I. Analysis of the pathogenic *Agrobacterium radiobacter* genome sequences isolated from grapes in Tajikistan. *Вестник БГСХА Республики Беларусь*, №1, 2023. – С. 64 – 67.
6. Roy M., Sasser M. 1983. A medium selective for *Agrobacterium tumefaciens* biovar 3. *Phytopathology*. 73: 810.
7. Breed, R. S., Murray, E.G.D., Smith, N.R. 1957 *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 7th ed., The Williams & Wilkins Co., Baltimore, pp., 288–294.
8. Нетрусов А. И. *Общая микробиология: учебник для студ. высш. учеб. заведений* / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – Москва: Академия, 2007. – 220 с.
9. Инструкция: API 20 NE – Набор для идентификации неприхотливых грамотрицательных аэробных/микроаэрофильных. [https://omb.ru/products/api\\_20\\_ne\\_nabor\\_dlya\\_identifikatsii\\_neprikhotlivykh\\_gramotritsatelnykh\\_aerobnykh\\_mikroaerofilnykh\\_pa/](https://omb.ru/products/api_20_ne_nabor_dlya_identifikatsii_neprikhotlivykh_gramotritsatelnykh_aerobnykh_mikroaerofilnykh_pa/)
10. Kirby-bauer disk diffusion susceptibility test protocol archived 26 june 2011 at the wayback machine, Jan Hudzicki, ASM.
11. *Определитель бактерий Берджи: В 2 т. Пер. с англ.* / Под ред. Дж. Хоулта. - М.: Мир, 1997.-Т. 1. – 432 с.
12. *Определитель бактерий Берджи: В 2 т. Пер. с англ.* / Под ред. Дж. Хоулта. - М.: Мир, 1997. – Т. 2. – 368 с.
13. Вейант Р., Мосс У., Холлис Д., Кук Э., Уивер Р., Джордан Дж., Дейншвар М. *Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий.* – М.: Мир, 1999. – 500 с.

## ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА СОРТООБРАЗЦОВ ГЕНОФОНДА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕЁ СОПРЯЖЁННОСТЬ С МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ

Т. В. МЕЛЬНИКОВА, Р. В. МЕЛЬНИКОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160, e-mail: melnikovatatsiana@aol.com

(Поступила в редакцию 07.12.2023)

В статье представлены результаты изучения адаптивности коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения по показателям экологической стабильности урожайности зерна в 2017–2020 гг. в условиях центральной части Беларуси. Средняя по опыту урожайность варьировала от 56,2 ц/га в 2018 г. до 112,0 ц/га в 2017 г. Минимальный и максимальный уровень урожайности колебался от 41,1 ц/га (Lagidna (Украина)) в 2018 г. до 135,5 ц/га (Dromos (Германия)) в 2017 г. Дисперсионный анализ показал, что сорта, условия выращивания и их взаимодействие были значимы для урожайности зерна. Сорт и взаимодействие сорт×год определили 13,3 и 8,3 % общего изменения урожайности зерна соответственно, в то время как влияние окружающей среды составило 76,2 %. Сорта Элегия, Samuraj, Амелия, Побак, Acratos и Skagen превышали другие сортообразцы по комплексу показателей стабильности и урожайности зерна. Выделенные сорта отличались в среднем лучшей устойчивостью к поражению мучнистой росой (8,2 балла), большим числом колосков в главном колосе (19,6 шт.), числом зёрен в главном колосе и колоске (42,4 шт. и 2,17 шт. соответственно), длиной главного колоса (9,53 см), массой зерна главного колоса (2,14 г.), массой 1000 зёрен (49,7 г.). Были изучены связи между стабильностью и морфологическими признаками с использованием корреляционного анализа. Установлена высокая положительная взаимосвязь между стабильностью и отношением числа колосков в колосе к высоте растений в фазу флагового листа ( $r = 0,701$ ), что может быть использовано как дополнение либо альтернатива существующим методам оценки сортообразцов озимой мягкой пшеницы на стабильность урожайности зерна.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, урожайность зерна, стабильность, кластерный анализ, корреляционный анализ.

The article presents the results of a study of the adaptability of collection samples of winter soft wheat of various geographical origins in terms of environmental stability of grain yield in 2017–2020 in the conditions of the central part of Belarus. The average yield in the experiment ranged from 5.62 t/ha in 2018 to 11.20 t/ha in 2017. The minimum and maximum yield levels ranged from 4.11 t/ha (Lagidna (Ukraine)) in 2018 up to 13.55 t/ha (Dromos (Germany)) in 2017. Analysis of variance showed that varieties, growing conditions and their interaction were significant for grain yield. Variety and the cultivar × year interaction accounted for 13.3 and 8.3 % of the total grain yield variation, respectively, while the environmental effect accounted for 76.2 %. The varieties Elegia, Samuraj, Amelia, Pobak, Acratos and Skagen exceeded other varieties in terms of a set of indicators of stability and grain yield. The selected varieties were distinguished, on average, by better resistance to powdery mildew (8.2 points), a greater number of spikelets in the main ear (19.6 pieces), and the number of grains in the main ear and spikelet (42.4 pieces and 2.17 pieces, respectively), the length of the main ear (9.53 cm), the weight of grain of the main ear (2.14 g), the weight of 1000 grains (49.7 g). Relationships between stability and morphological traits were examined using correlation analysis. A high positive relationship was established between stability and the ratio of the number of spikelets per ear to plant height in the flag leaf phase ( $r = 0.701$ ), which can be used as a complement or alternative to existing methods for assessing winter soft wheat varieties for the stability of grain yield.

**Key words:** winter soft wheat, grain yield, stability, cluster analysis, correlation analysis.

### Введение

Одной из важнейших задач агропромышленного комплекса Беларуси является стабилизация производства зерна зерновых культур, в том числе озимой мягкой пшеницы. Озимая мягкая пшеница обладает наиболее высоким потенциалом продуктивности среди возделываемых зерновых культур, а её урожайность, как и любой культуры, является результатом реализации генетически обусловленного потенциала при взаимодействии с агроэкологическими условиями выращивания [1]. В последнее время изменения климата создают препятствия для реализации генетически обусловленной продуктивности новых сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности зерна. Потенциал лучших современных сортов превышает 100 ц/га, однако уровень его реализации в производстве, вследствие относительно низкой их адаптивности, составляет 40–50 % [2].

Важным этапом селекционного процесса является оценка образцов в конкретных экологических условиях по уровню проявления урожайности, пластичности и стабильности. Поиск ценных генетических источников, адаптированных к условиям произрастания является одной из актуальных проблем современной селекции и адаптивность сорта является одним из важнейших его свойств, в следствии чего, этому признаку уделяется значительное внимание в селекционных программах большинства стран мира. О важности селекции озимой мягкой пшеницы на адаптивность свидетельствуют результаты исследований различных авторов [2, 3, 4]. Стабильность – это «показатель устойчивости сорта в реализации определенного фенотипа в различных условиях окружающей среды, способность

сорта сочетать экономное расходование ресурсов условий выращивания с высокой отдачей хозяйственно-полезной продукции» [1]. В широком понимании, стабильным является тот генотип, «на развитие признаков которого колебания погодных условий оказывают незначительное влияние» [1]. Определение параметров экологической пластичности сорта позволяет дать ему всестороннюю оценку, выявить степень адаптивности и его практическую ценность для селекции, а установление связи с морфологическими признаками, определяющими продуктивность, имеет первоочередное значение.

Исходя из вышеизложенного, цель наших исследований состояла в выделении источников повышенного продуктивного и адаптивного потенциала для использования в селекционном процессе в условиях Республики Беларусь.

### Основная часть

Исследования по изучению коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы проводили в 2016–2020 гг. в селекционном севообороте «Научно-практического центра НАН республики Беларусь по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН<sub>KCl</sub> 5,8–6,2, подвижный P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 220–260 мг/кг, обменный K<sub>2</sub>O – 200–300 мг/кг, гумус – 2,1–2,3 %. Предшественник – озимый рапс. Площадь делянки 5 м<sup>2</sup>, повторность двукратная, норма высева 400 зерен на м<sup>2</sup>. В качестве контроля использовали сорт белорусской селекции Элегия.

Закладка опытов и учеты проводились согласно принятым в работе с генетическими ресурсами растений методиками UPOV [6]. Обработка, посев и уход за посевами осуществляли в соответствии с агротехникой, общепринятой для возделывания озимой мягкой пшеницы в Республике Беларусь. Экологическую стабильность оценивали по: коэффициенту вариации (CV, %) [7]; коэффициенту регрессии (bi), среднеквадратическому отклонению (S<sup>2</sup>d) [8]; степени агроэкологической адаптированности сорта (DAAi) [9]; Кильчевскому и Хотылёвой (OACi, σCACi, Sgi, СЦGi) [10]; экваленте (Wi) [11]; стрессоустойчивости (Y<sub>3</sub>) [12 цит. по [17]]; max/min [13 цит. по [15]]; гомеостатичности (Ном и Ном<sub>1</sub>) [14] и Ном<sub>2</sub> [15]; селекционной ценности (Sc) [16]; компенсаторной способности (Y<sub>4</sub>) [17]; относительной стабильности признака (St<sup>2</sup>) [18]; коэффициенту экологической пластичности (O) [19 цит. по [15]]; коэффициенту адаптивности (KA) [20]; коэффициенту мультипликативности (ai) [21], показателю преимущества сорта (Pi) [22]; коэффициенту стабильности (KC) [23]; индексу восприимчивости к стрессу (SSI) [24]; среднегеометрической продуктивности (GMP) [25]; индексу стрессоустойчивости (STI) [25]; генотипическому эффекту (Ei) [26]; средней вариации генотипа (Si4) [27]; показателю уровня и стабильности сорта (Пусс) [28] и коэффициенту стрессоустойчивости (Kст) [29].

В годы проведения исследований отмечались значительные отклонения от средних многолетних значений по метеорологическим условиям, что позволило провести объективную оценку стабильности сортообразцов. Весенне-летние вегетационные периоды 2017–2019 гг. характеризовались как слабо засушливые (ГТК=1,0; 1,05; 1,13 соответственно). Весна 2017 г. была затяжной и холодной, и в дальнейшем, среднемесячный температурный фон был на 0,4–1,3 °С ниже нормы. В 2018 г., напротив, отмечалась аномально теплая погода. Температура в апреле-мае была выше на 3,2–3,6 °С среднемесячной, в июне-июле – на 0,8–1,1 °С, при этом до фазы цветения выпало осадков 24,0 % от нормы, что свидетельствует о крайне неблагоприятных условиях для роста и развития растений озимой пшеницы. Вегетационный период 2019 г. можно охарактеризовать как резко контрастный по увлажнению (от 16 % (I декада июня) до 330 % (I декада мая) среднемесячных значений) и температуре (от -3,0 °С (I декада июля) до +6,0 °С (II декада июня) к норме). В 2020 г. условия увлажнения в период вегетации озимой пшеницы были близкими к среднемесячным значениям, а температурный режим изменялся от -2,4 °С к норме в мае до +3,4 °С – в июне (ГТК=2,05).

Статистическую обработку экспериментального материала методами дисперсионного, корреляционного и кластерного анализов осуществляли с использованием ЭВМ и программ MS Excel, Minitab Statistical Software 19.

Результаты дисперсионного анализа показали, что сорта, условия выращивания и их взаимодействие были значимыми для урожайности зерна. (табл. 1). Сорт и взаимодействие сорт×год определяли 13,3 и 8,3 % общей изменчивости урожайности зерна соответственно в то время, как влияние окружающей среды составило 76,2 %.

Таблица 1. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по урожайности зерна (за 2017–2020 гг.)

Источник вариации	SS	df	MS	F	F крит.	Доля влияния, %
Сорт	20747	35	592,8	24,4	1,5050	13,3
Год	119296	3	39765,2	1633,9	2,6674	76,2
Взаимодействие	13033	105	124,1	5,1	1,3440	8,3
Внутри	3505	144	24,3			2,2

Урожайность зерна значительно варьировала в зависимости от условий выращивания и генотипа. На фоне высоких температур и значительного недобора осадков в фазу «выход в трубку-цветение» наименьшая средняя по опыту урожайность зерна отмечена в 2018 г. (индекс среды  $I_j = -32,5$ ) – 56,2 ц/га. Более благоприятные условия для роста и развития растений озимой пшеницы были в 2019 г. ( $I_j = +1,7$ ) и 2020 г. ( $I_j = +7,5$ ), а максимальная урожайность зерна (в среднем по сортообразцам – 112,0 ц/га) была получена в 2017 г. ( $I_j = +23,2$ ). Размах варьирования между сортообразцами по годам составил от 34,9 ц/га до 49,8 ц/га. Абсолютный минимальный и максимальный уровень урожайности зерна изменялся от 41,1 ц/га у сорта Lagidna (Украина) в 2018 г. до 135,5 ц/га у сорта Dromos (Германия) в 2017 г.

Для оценки адаптивности сортов предложено большое количество алгоритмов, основанных на различных моделях и, по мнению ряда авторов, оценка параметров стабильности на основании только одной для объективной характеристики недостаточна, т. к. при оптимальных условиях выращивания уровень урожайности обусловлен комплексами генов продуктивности, а в стрессовых – генетическими системами устойчивости [3]. Расчет стабильности по различным методикам оценки с дальнейшим выведением комплексного показателя представлен в табл. 2. В связи с тем, что использованные методики представляют данные в числовых значениях различной размерности и шкалой измерений было проведено нормирование методом z-стандартизации [30] с дальнейшим вычислением суммы полученных значений ( $\Sigma$ стаб.). Методики, подразумевающие наименьшее значение показателя, у стабильных сортов вычитались (CV,  $b_i$ ,  $S^2d$ ,  $\sigma CAC_i$ , Sgi, Wi,  $Y_3$ , max/min, ai, Pi, SSI, Si4).

Таблица 2. Стандартизированные показатели стабильности урожайности зерна сортообразцов озимой мягкой пшеницы (за 2017–2020 гг.)

Сортообразец	Происхождение	Урожайность, ц/га	CV	$b_i$	$S^2d$	DAAi	OACi	$\sigma CAC_i$	S gi	ЦИГ i	Wi	$Y_3$	max/min	Hom	Hom <sub>1</sub>
Элегия	Беларусь	90,6	-2,27	-2,10	0,36	0,82	0,22	-2,03	-2,28	2,11	2,50	-2,04	-1,85	3,09	4,14
Достаток	Украина	88,0	1,22	1,11	-0,46	-0,14	-0,09	1,08	1,22	-1,10	-0,19	1,22	1,32	-0,93	-0,92
Нива Київщини	Украина	88,3	-0,10	-0,03	-0,50	0,24	-0,05	-0,11	-0,10	0,06	-1,03	0,04	-0,17	-0,12	-0,26
Калита	Украина	89,8	1,60	1,56	-0,54	-0,05	0,13	1,55	1,60	-1,36	0,55	1,64	1,88	-1,04	-1,03
Княгиня Ольга	Украина	92,2	0,81	0,98	-0,43	-0,24	0,41	0,95	0,81	-0,57	-0,34	0,88	0,95	-0,57	-0,71
Ластівка одеськ.	Украина	88,1	0,66	0,64	-0,60	-0,53	-0,07	0,57	0,66	-0,60	-0,83	0,52	0,71	-0,63	-0,64
Голубка одеська	Украина	86,7	0,55	0,48	-0,70	-0,43	-0,24	0,40	0,55	-0,57	-1,02	0,44	0,56	-0,62	-0,62
Viktoria odes'ka	Украина	86,7	-0,15	-0,13	-0,60	-0,63	-0,24	-0,23	-0,15	0,02	-1,09	-0,27	-0,17	-0,15	-0,14
Lada odes'ka	Украина	77,0	1,50	0,23	2,98	-1,01	-1,38	0,60	1,49	-1,69	1,56	0,45	0,72	-1,41	-0,95
Odes'ka 267	Украина	90,2	1,78	1,57	1,32	0,53	0,17	1,74	1,78	-1,51	1,93	-1,71	1,65	-1,11	-1,07
Канвеер	Беларусь	83,0	0,17	-0,11	-0,13	-0,34	-0,68	-0,14	0,17	-0,41	-0,74	-0,07	-0,01	-0,53	-0,41
Samurai	Германия	100,6	-1,17	-0,46	-0,73	1,49	1,40	-0,60	-1,15	1,70	-1,05	-0,53	-1,02	1,61	0,93
Яворина	Украина	74,1	-0,56	-1,07	-0,41	-1,68	-1,73	-1,18	-0,58	-0,28	-0,21	-1,22	-0,57	-0,39	0,26
Voloshkova	Украина	87,3	-0,59	-0,67	0,61	-0,82	-0,17	-0,60	-0,59	0,43	0,09	-0,91	-0,73	0,25	0,45
Khurtovyna	Украина	77,5	-1,36	-1,46	-0,80	-1,20	-1,32	-1,66	-1,38	0,51	0,16	-1,51	-1,15	0,58	1,19
Lagidna	Украина	85,6	1,79	1,46	-0,64	-1,11	-0,37	1,42	1,79	-1,66	0,27	1,40	2,30	-1,25	-1,07
83W023034	США	74,3	0,15	-0,53	-0,39	-1,49	-1,70	-0,62	0,13	-0,79	-0,76	-0,47	0,02	-0,86	-0,42
Prairie Red	США	79,8	0,41	-0,07	-0,23	-1,59	-1,05	-0,12	0,40	-0,74	-0,82	-0,20	0,43	-0,80	-0,49
Batis	Германия	97,9	0,44	0,98	-0,73	1,01	1,08	0,91	0,44	0,01	-0,57	0,99	0,44	-0,12	-0,57
Cubus	Германия	99,9	1,07	1,70	-0,71	1,11	1,32	1,68	1,07	-0,52	0,73	1,68	1,23	-0,45	-0,84
Dromos	Германия	101,7	0,72	1,42	-0,28	1,59	1,53	1,43	0,73	-0,12	0,47	1,52	0,67	-0,18	-0,71
Vil'shana	Украина	72,6	-0,71	-1,38	0,30	-1,30	-1,90	-1,35	-0,73	-0,25	0,81	-1,29	-0,92	-0,34	0,35
Этана	Германия	95,7	1,01	1,30	0,27	0,05	0,83	1,36	1,02	-0,62	0,66	1,17	1,19	-0,56	-0,77
Acratos	Германия	93,9	-1,09	-0,82	0,35	0,43	0,61	-0,78	-1,08	1,24	0,04	-0,96	-1,08	1,14	1,02
Catalus	Германия	97,2	-0,22	0,22	0,02	0,72	1,00	0,22	-0,21	0,60	-0,62	0,09	-0,25	0,37	-0,05
Хоревия	Украина	86,5	-0,63	-0,62	-0,14	-0,72	-0,26	-0,67	-0,63	0,42	-0,51	-0,80	-0,66	0,25	0,37
Платин	Германия	99,7	-0,14	0,51	-0,73	1,30	1,30	0,42	-0,13	0,65	-1,03	0,47	-0,16	0,40	-0,19
Famulus	Германия	91,8	0,96	1,13	-0,74	0,14	0,36	1,07	0,96	-0,72	-0,36	1,09	1,09	-0,67	-0,80
Skagen	Германия	105,1	-1,53	-0,74	-0,33	1,68	1,93	-0,82	-1,52	2,34	-0,54	-0,91	-1,35	2,46	1,76
Юнона	Россия	78,3	0,16	-0,96	3,67	-1,40	-1,24	-0,40	0,16	-0,62	2,65	-0,81	-0,40	-0,72	-0,18
Мера	Россия	85,0	-0,72	-1,11	1,87	0,63	-0,44	-0,81	-0,72	0,41	1,53	-0,74	-0,92	0,26	0,33
Капьялянка	Беларусь	77,6	-0,64	-1,03	-0,13	-0,91	-1,31	-1,08	-0,66	-0,04	-0,06	-0,84	-0,66	-0,16	0,16
Влади	Россия	87,7	-0,95	-0,98	0,58	0,91	-0,12	-0,90	-0,95	0,76	0,40	-0,73	-1,01	0,64	0,54
Ода	Беларусь	87,9	0,02	0,00	-0,08	0,34	-0,10	-0,02	0,02	-0,06	-0,71	0,12	-0,13	-0,23	-0,33
Амелия	Беларусь	97,1	-1,27	-0,71	-0,63	1,40	0,98	-0,84	-1,26	1,60	-0,79	-0,72	-1,13	1,57	1,05
Побак	Германия	98,8	-0,94	-0,32	-0,67	1,20	1,19	-0,44	-0,93	1,38	-1,08	-0,39	-0,84	1,21	0,62

Сортообразец	Hom <sub>2</sub>	Sc	Y <sub>4</sub>	St <sup>2</sup>	O	KA	ai	Pi	KC	SSI	GMP	STI	Еi	Si <sub>4</sub>	Плсс	Ксг	Σстаб.
Элегия	-0,03	2,22	0,22	1,84	3,41	0,56	-2,38	-0,09	3,52	-2,46	0,71	0,68	0,22	-1,65	2,53	1,51	44,02
Достаток	0,05	-1,07	0,05	-1,27	-1,04	-0,26	1,28	-0,16	-1,11	1,24	-0,33	-0,37	-0,09	1,08	-0,79	0,14	-19,24
Нива Київщини	0,09	-0,02	0,24	0,20	-0,11	-0,03	-0,01	-0,25	-0,25	-0,01	0,28	0,23	-0,05	-0,21	-0,14	0,92	3,70
Калита	0,22	-1,28	0,09	-1,75	-1,24	-0,12	1,66	-0,29	-1,27	1,59	-0,45	-0,48	0,13	1,67	-0,84	-0,09	-24,90
Княгиня Ольга	0,34	-0,64	-0,08	-0,77	-0,79	0,25	0,88	-0,58	-0,75	0,97	-0,34	-0,38	0,41	0,93	-0,38	-1,55	-13,18
Ластівка одеська	-0,14	-0,70	-0,46	-0,60	-0,69	-0,20	0,75	-0,20	-0,66	0,79	-0,63	-0,65	-0,07	0,49	-0,55	-1,33	-13,33
Голубка одеська	-0,21	-0,67	-0,37	-0,48	-0,62	-0,33	0,66	-0,05	-0,65	0,67	-0,50	-0,53	-0,24	0,30	-0,59	0,59	-9,93
Viktoria odes'ka	-0,33	-0,11	-0,56	0,25	-0,06	-0,25	-0,04	-0,04	-0,03	-0,01	-0,48	-0,51	-0,24	-0,33	-0,22	-0,61	-1,09
Lada odes'ka	-1,41	-1,27	-0,63	-1,62	-1,19	-1,46	1,01	1,61	-1,06	0,80	-0,79	-0,80	-1,38	0,52	-1,41	-0,51	-33,47
Odes'ka 267	0,16	-1,15	0,53	-1,99	-1,32	-0,05	1,65	-0,18	-1,29	1,45	0,00	-0,04	0,17	1,93	-0,88	-0,54	-27,71
Канвеєр	-0,61	-0,45	-0,41	-0,07	-0,33	-0,68	0,19	0,46	-0,40	0,15	-0,38	-0,41	-0,68	-0,25	-0,63	0,57	-6,52
Samurai	1,51	1,70	1,47	1,12	1,12	1,56	-1,00	-1,21	0,98	-1,05	1,70	1,77	1,40	-0,66	1,82	0,44	34,36
Яворина	-1,70	-0,54	-2,13	0,63	0,35	-1,67	-0,50	2,00	0,44	-0,46	-1,86	-1,72	-1,73	-1,11	-0,80	-0,29	-8,98
Voloshkova	-0,64	0,46	-0,79	0,65	0,38	-0,10	-0,68	0,01	0,79	-0,66	-0,54	-0,57	-0,17	-0,66	0,11	-0,34	4,77
Khurtovyna	-1,14	0,25	-1,27	1,27	1,42	-1,16	-1,18	1,41	1,17	-1,25	-0,90	-0,90	-1,32	-1,44	-0,02	0,73	9,51
Lagidna	-0,38	-1,66	-0,81	-2,01	-1,33	-0,65	1,86	0,20	-1,29	1,82	-1,36	-1,30	-0,37	1,51	-1,10	-2,26	-35,16
83W023034	-1,46	-0,97	-1,47	-0,05	-0,32	-1,70	0,20	1,87	-0,45	0,18	-1,38	-1,32	-1,70	-0,67	-1,11	0,70	-15,58
Prairie Red	-1,11	-0,95	-1,60	-0,32	-0,52	-1,13	0,43	0,93	-0,43	0,56	-1,60	-1,51	-1,05	-0,22	-0,91	-1,23	-18,53
Batis	1,21	0,01	1,09	-0,35	-0,54	0,99	0,55	-1,04	-0,60	0,57	0,88	0,86	1,08	0,88	0,17	0,69	3,06
Cubus	1,41	-0,45	1,09	-1,08	-0,95	1,11	1,16	-1,04	-0,96	1,18	0,63	0,59	1,32	1,84	-0,05	-1,60	-9,92
Dromos	1,75	0,04	1,79	-0,67	-0,74	1,40	0,79	-1,15	-0,80	0,76	1,45	1,49	1,53	1,51	0,25	0,35	1,35
Vil'shana	-1,74	-0,32	-1,36	0,76	0,52	-1,76	-0,84	2,37	0,47	-0,91	-1,05	-1,03	-1,90	-1,24	-0,81	1,08	-4,71
Этана	0,65	-0,63	0,12	-1,01	-0,92	0,63	1,01	-0,78	-0,80	1,15	-0,23	-0,28	0,83	1,43	-0,27	-1,82	-15,59
Acratos	0,24	1,31	0,29	1,06	1,00	0,76	-1,11	-0,67	1,26	-1,14	0,58	0,54	0,61	-0,81	1,10	0,24	22,59
Catalus	0,83	0,59	0,58	0,32	0,01	1,00	-0,18	-0,99	0,10	-0,10	0,62	0,59	1,00	0,11	0,58	-0,63	10,15
Хоревиця	-0,51	0,34	-0,70	0,68	0,42	-0,20	-0,59	0,04	0,59	-0,57	-0,48	-0,51	-0,26	-0,72	0,08	-0,26	5,73
Платин	1,40	0,65	1,30	0,24	-0,07	1,29	-0,01	-1,17	-0,14	0,00	1,27	1,28	1,30	0,33	0,70	-0,45	13,85
Famulus	0,39	-0,75	0,12	-0,94	-0,88	0,19	1,06	-0,55	-0,90	1,08	-0,20	-0,24	0,36	1,07	-0,48	-1,50	-14,36
Skagen	1,78	2,52	1,82	1,39	1,71	2,15	-1,42	-1,29	1,82	-1,56	2,14	2,29	1,93	-0,84	2,84	0,69	46,10
Юнона	-1,61	-0,42	-1,40	-0,07	-0,33	-1,17	-0,59	1,45	0,14	-0,27	-1,21	-1,18	-1,24	-0,48	-0,90	0,32	-17,41
Мера	-0,41	0,51	0,38	0,76	0,52	-0,25	-1,08	0,34	0,42	-0,91	0,62	0,59	-0,44	-0,84	0,04	1,17	9,21
Капьялянка	-1,02	-0,23	-0,80	0,70	0,44	-1,20	-0,64	1,34	0,14	-0,57	-0,58	-0,60	-1,31	-1,04	-0,53	0,65	-0,58
Влади	0,04	0,80	0,77	0,95	0,81	0,07	-1,04	-0,06	0,56	-1,04	1,03	1,02	-0,12	-0,91	0,43	1,60	18,29
Ода	0,02	-0,07	0,34	0,08	-0,21	-0,08	0,05	-0,17	-0,34	0,03	0,36	0,32	-0,10	-0,13	-0,24	0,74	1,44
Амелия	1,14	1,61	1,37	1,20	1,28	1,18	-1,12	-0,98	1,06	-1,22	1,65	1,70	0,98	-0,86	1,61	1,69	34,62
Побак	1,25	1,34	1,16	0,95	0,80	1,30	-0,79	-1,12	0,71	-0,80	1,35	1,38	1,19	-0,52	1,38	0,20	27,44

Проведенный анализ стабильности по признаку урожайности зерна показал, что по сумме стандартизированных значений выделились сортообразцы Skagen (46,1), Элегия (44,0), Амелия (34,6), Samurai (34,4), Побак (27,4), Acratos (22,6).

На основании рассчитанных показателей стабильности проведен иерархический кластерный анализ по метрике манхэттенского расстояния с использованием метода McQuitty. Полученная в результате этого анализа схема показала, что сортообразцы были разделены на четыре основных кластера (рис. 1, 2). Кластер-1, объединивший сортообразцы Skagen, Элегия, Амелия, Samurai, Побак и Acratos, характеризуется как высокостабильный (22,6–46,1) и высокоурожайный (90,6–105,1 ц/га) (табл. 3). Кластер-2 включает низкостабильные (-19,24–33,5) и относительно низкоурожайные (77,0–90,2 ц/га) сорта: Достаток, Калита, Odes'ka 267, Lagidna, Lada odes'ka. Средним уровнем стабильности характеризовались сортообразцы, включённые в кластер-3 и кластер-4 (-18,53–18,29), при этом в кластер-4 вошли высокоурожайные (91,8–101,7 ц/га) сортообразцы: Княгиня Ольга, Famulus, Этана, Cubus, Batis, Dromos, Catalus, Платин, а в кластер-3 – относительно низкоурожайные (72,6–88,3 ц/га): Нива Київщини, Ода, Viktoria odes'ka, Канвеєр, Ластівка одеська, Голубка одеська, 83W023034, Prairie Red, Юнона, Яворина, Vil'shana, Капьялянка, Khurtovyna, Voloshkova, Хоревиця, Мера, Влади.

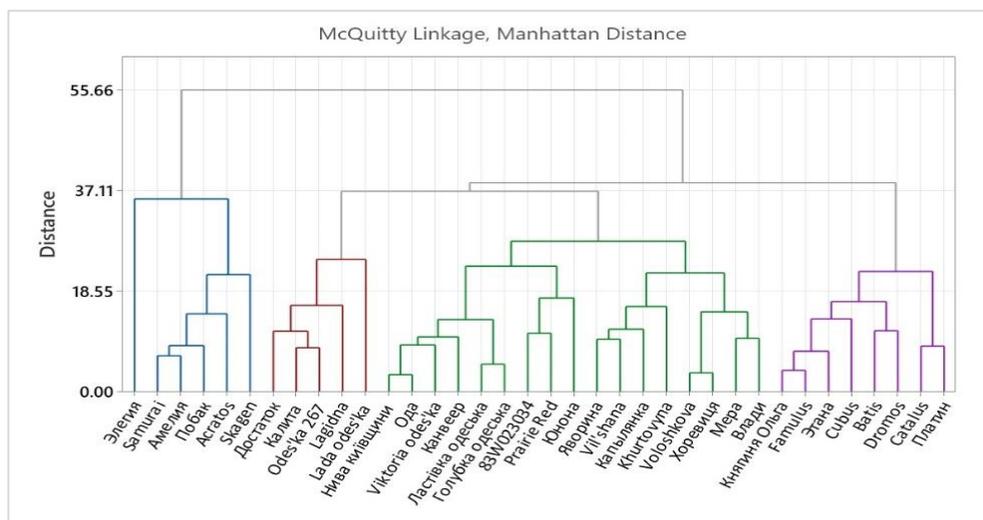


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации сортообразцов озимой мягкой пшеницы по показателям стабильности урожайности зерна (за 2017–2020 гг.).

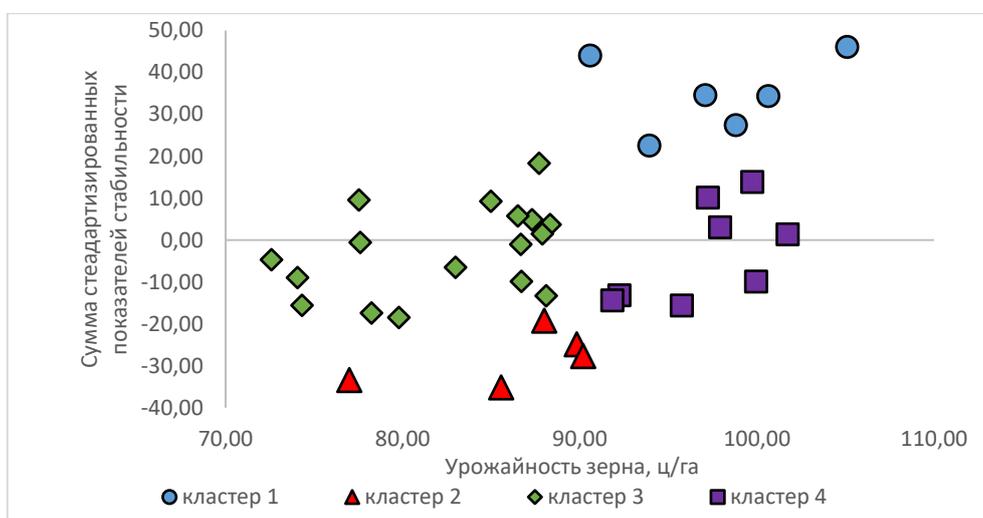


Рис. 2. Распределение сортообразцов озимой мягкой пшеницы по урожайности зерна и её стабильности (среднее за 2017–2020 гг.)

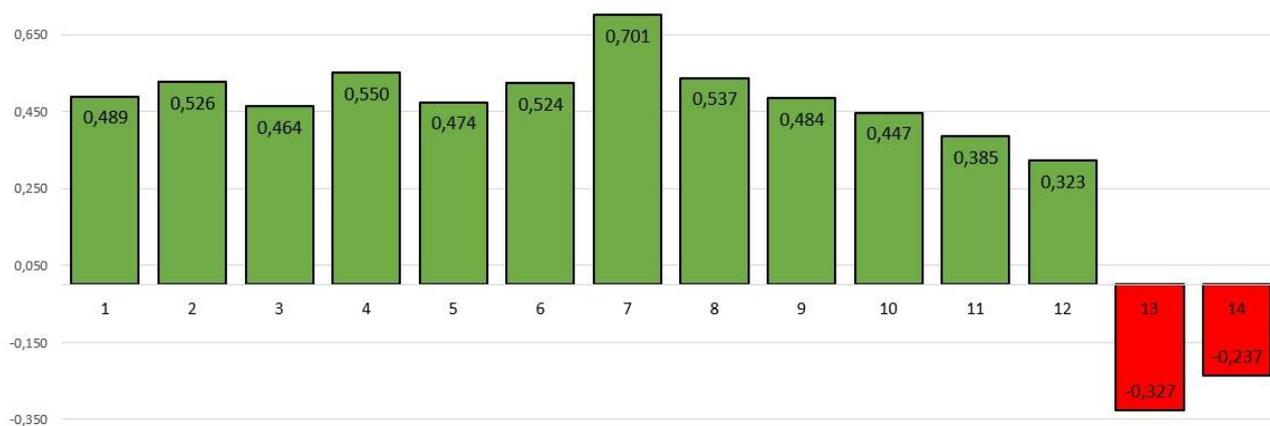
Сортообразцы, включенные в кластер-1 (табл. 3), характеризовались лучшей устойчивостью к поражению мучнистой росой (8,2 балла), большим числом колосков в главном колосе (19,6 шт.), числом зёрен в главном колосе и колоске (42,4 шт. и 2,17 шт. соответственно), длиной главного колоса (9,53 см), массой зерна главного колоса (2,14 г) и массой 1000 зёрен (49,7 г).

Таблица 3. Характеристика кластеров сортообразцов по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2017–2020 гг.)

Кластер	Σстаб.	Урожайность, ц/га		Устойчивость к, балл					В(фл), см	В(пс), см	ПрК, шт.	ЧКК, шт.	ЧЗК, шт.	ЧЗКл, шт.	ДлК, см	ПлК, шт./10 см	МЗК, г	М1000, г	Содержание, %	
		ср.	lim	ПЗ	Пл	МР	СП	СК											Б	К
1	34,9	97,7	90,6–105,1	7,6	8,7	8,2	7,6	7,0	75,6	87,6	3,94	19,6	42,4	2,17	9,53	19,7	2,14	49,7	14,0	29,3
2	-28,1	86,1	77,0–90,2	8,0	8,3	7,8	7,7	7,5	77,1	86,0	3,88	18,1	36,5	2,01	8,43	20,4	1,68	44,6	14,4	29,9
3	-2,6	82,4	72,6–88,3	8,0	8,3	7,8	7,8	6,8	72,0	94,9	3,97	17,8	36,2	2,03	8,88	19,0	1,81	46,3	14,7	30,7
4	-3,1	97,0	91,8–101,7	7,8	8,8	8,0	7,5	7,2	77,1	88,1	4,32	18,9	38,3	2,02	9,06	19,9	2,10	48,5	14,3	29,9
Среднее по опыту	0,0	88,7	72,6–105,1	7,9	8,5	7,9	7,7	7,0	74,5	90,9	4,03	18,4	37,7	2,05	8,97	19,5	1,91	47,1	14,4	30,2

Показатели: Σстаб. – сумма стандартизованных показателей стабильности, ПЗ – перезимовка, балл; Пл – полегание растений, балл; МР – мучнистая роса, балл; СП – снежная плесень, балл; СК – септориоз колоса, балл; В(фл) – высота растений в фазу флагового листа, см; В(пс) – высота растений в фазу полной спелости, см; ПрК – продуктивная кустистость, шт.; ЧКК – число колосков в главном колосе, шт.; ЧЗК – число зёрен в главном колосе, шт.; ЧЗКл – число зёрен в колоске, шт.; ДлК – длина главного колоса, см; ПлК – плотность главного колоса, шт./10 см; МЗК – масса зерна главного колоса, г; М1000 – масса 1000 зёрен, г; Б – содержание сырого белка, %; К – содержание сырой клейковины, %.

Проведённый корреляционный анализ установил различный характер и тесноту связи суммы стандартизированных показателей стабильности урожайности зерна с морфологическими признаками растений озимой пшеницы. Наиболее значимые коэффициенты парной корреляции представлены на рис. 3.



Показатели: 1 – урожайность, ц/га, 2 – число колосков в главном колосе, шт., 3 – число зёрен в главном колосе, шт., 4 – длина главного колоса, см, 5 – масса зерна главного колоса, г, 6 – масса 1000 зёрен, г, 7 – число колосков в колосе/высота в фазу флагового листа, 8 – длина колоса/высота в фазу флагового листа, 9 – масса зерна главного колоса/высота в фазу флагового листа, 10 – масса 1000 зёрен/высота в фазу флагового листа, 11 – мексиканский индекс, 12 – индекс перспективности, 13 – содержание сырого белка, %, 14 – содержание сырой клейковины, %.

Рис. 3. Коэффициенты парной корреляции суммы стандартизированных показателей стабильности урожайности зерна с морфологическими признаками сортообразцов озимой мягкой пшеницы (среднее за 2017–2020 гг.)

Корреляционная связь с урожайностью зерна была положительная слабая (согласно шкале Чеддока) – 0,489, с числом колосков в главном колосе, длиной главного колоса, массой 1000 зёрен и отношением длины главного колоса к высоте растений в фазу флагового листа положительная средняя – 0,526, 0,550, 0,524 и 0,537 соответственно. Положительная высокая связь установлена с отношением числа колосков в главном колосе к высоте растений в фазу флагового листа – 0,701. С содержанием сырых белка и клейковины корреляционная связь была отрицательная: с содержанием белка – слабая (-0,327), с содержанием клейковины – очень слабая (-0,237).

### Заключение

Проведена оценка коллекционных сортообразцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения по урожайности зерна и показателям стабильности в контрастных условиях выращивания. В результате изучения выделены сорта, существенно превысившие другие сортообразцы по экологической стабильности и урожайности зерна: Элегия, Samurai, Амелия, Побак, Acratos и Skagen, характеризовавшиеся в среднем лучшей устойчивостью к поражению мучнистой росой (8,2 балла), большим числом колосков в главном колосе (19,6 шт.), числом зёрен в главном колосе и колоске (42,4 шт. и 2,17 шт. соответственно), длиной главного колоса (9,53 см), массой зерна главного колоса (2,14 г.), массой 1000 зёрен (49,7 г.). Данные коллекционные сортообразцы предлагается использовать в качестве родительских форм для создания новых высокоадаптивных высокоурожайных сортов озимой мягкой пшеницы в Беларуси. Установлена высокая положительная взаимосвязь между стабильностью и отношением числа колосков в колосе к высоте растений в фазу флагового листа – 0,701, что может быть использовано как дополнение либо альтернатива существующим методам оценки сортообразцов озимой мягкой пшеницы по стабильности урожайности зерна.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство. Эколого-генетические основы: Монография. – Кишинев, 1990. – 567 с.
2. Гриб, С. И. Приоритеты стратегии и направления селекции полевых культур в Беларуси / С. И. Гриб // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 05–06 июля 2017 года. – Жодино: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 214–215.
3. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
4. Москалец, Т. Н. Проявление стабильности и пластичности генотипов пшеницы мягкой озимой в условиях лесостепного экотопа / Т. Н. Москалец // Вестник украинского общества генетиков и селекционеров, 2015. – № 1. – С. 51–55.
5. Изучение мировой коллекции пшеницы. Методические указания / под ред. В. Ф. Дорофеева. – Л.: ВИР, 1977. – 27 с.
6. Широкий унифицированный классификатор Беларуси *Triticum L.* / Ф. И. Привалов [и др.]. // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2011. – 48 с.

7. Francis, T. R. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. / T. R. Francis, L. W. Kannenberg // *Can. J. Plant Sci.*, 1978. – №58. – P. 1029–1034.
8. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // *Crop Sci*, 1966. – V. 6. – No. 1. – P. 36–40.
9. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата. / А. И. Кинчаров [и др.] // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2022, – № 183(4). – С. 39–47.
10. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 327 с.
11. Wricke, C. Under line method zur Erfassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen / C. Wricke // *Z. Pflanzenernahrung*. 1962. – Vol. 47. – № 1. P. 92–96.
12. Langer, I. Association among productivity, production response and stability index in oat varieties / I. Langer // *Euphytica*. – 1979. – Vol. 28. – P. 14–17.
13. Lewis, D. Comparative incompatibility in angiosperms and fungi. / D. Lewis // *Advances in Genetics*, 1954. – Volume 6, – Pages – 235–285.
14. Хангильдин, В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур / В. В. Хангильдин // *Научный технический бюллетень ВСГИ*. 1986. – № 2/60. – С. 36–41.
15. Смирязев, А. В. Биометрические методы в селекции растений / А. В. Смирязев, М. В. Гохман. – М.: Агропромиздат, 1985. – 214 с.
16. Хангильдин, В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур / В. В. Хангильдин // *Научный технический бюллетень ВСГИ*. 1986. – № 2/60. – С. 36–41.
17. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hamblin // *Crop. Sci.* 1981. – V.21. – № 6. – P. 27–29.
18. Соболев, Н. А. Проблема отбора и оценка селекционного материала / Н. А. Соболев, – Киев, 1980. – С. 100–106.
19. Баранский, Д. И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе перерождения сортосмеси / Д. И. Баранский // *Вісник селекції та селекційно-генетичної роботи в Україні*. 1926. – № 2. – С. 81–91.
20. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л. А. Животков [и др.]. // *Селекция и семеноводство*. 1994. – № 2. – С. 3–6.
21. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири / В. А. Драгавцев [и др.]. // *Новосибирск: Наука*, 1984. – 229 с.
22. Lin C. S. Stability analysis: where do we stand? / C. S. Lin, M. R. Binns, L. P. Lefkovich // *Crop Science*. – 1986. – Vol. 26, № 5. – P. 894–900.
23. Пакудин, В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск: Наука, 1976. – 189 с.
24. Fischer, R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. / Fischer, R. A., Maurer R. // *Australian Journal of Agricultural Research*, – 1978. – Vol. 29, – P. 897–917.
25. Fernandez, G.C.J. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Tolerance. Asian Vegetable Research and Development Centre. – Taiwan, 1992. – P. 257–270 p.
26. Гурьев, Б. П. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы / Б. П. Гурьев, П. П. Литун, И. А. Гурьева: под ред. Б. П. Гурьева. – Харьков: УНИИРСИГ им. В. Я. Юрьева, 1981. – 32 с.
27. Becker, H. C. Stability analysis in plant breeding / H. C. Becker, J. Leon // *Plant Breeding*, 1988. – Vol. 101. – № 1. – P. 1–23.
28. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна / Э. Д. Неттевич // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
29. Быков, А. В. Морфо-биологические особенности и агроклиматический потенциал урожайности сортов *Beta vulgaris* var. *conditinaalef* в Западной Сибири / А. В. Быков // *Международный научно-исследовательский журнал*, 2017. – № 7. – Ч. 2. – С. 59–62.
30. Медник, М. Основы прикладной статистики / М. Медник. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ ПРИ ЕЕ ПОВТОРНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

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 19.12.2023)

Исследования проводились в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2023 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. В пахотном слое опытного участка содержалось 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 257–286 мг/кг K<sub>2</sub>O, pH – 6,05–6,14.

Температурный режим с мая по август в исследуемые годы на 0,6–1,0 °C превышал среднемноголетнее значение, осадков за этот период выпало 88 % от нормы в 2022 г. и 51 % – в 2023 г. Если в первый год исследований острый дефицит осадков наблюдался только в августе, то во второй – на протяжении всего периода и особенно в июне.

Исследования показали, что на начальном этапе до фазы начала интенсивного роста растений кукурузы (9–11 листьев) на их прирост большее влияние оказывает почвенное питание, а не доза внесения минерального азота. Наибольший прирост растений в высоту отмечается в июне и дефицит влаги в почве в данный период негативно сказывается на этом показателе. При близком к среднемноголетнему значению количестве осадков высота растений кукурузы в 1,5 раза выше, по сравнению с тем, когда в мае-июне их выпадает лишь 30 мм. Более высокие среднесуточные температуры воздуха в летние месяцы (на 1,4–1,6 °C) с дефицитом осадков (28–38 %) при повторном выращивании кукурузы, убранной на зерно, снижают эффективность вносимых азотных удобрений. При менее выраженном дефиците осадков наибольшая высота растений отмечается при дозах азота 90–120 кг/га, при более выраженном – только 90 кг/га, что на 3,4 и 5,7 % больше контрольного варианта без внесения азотных удобрений.

**Ключевые слова:** кукуруза, высота растений, азотные удобрения, засуха.

The research was carried out at the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture in 2022–2023 on soddy-pale-podzolic sandy loam on cohesive silty (loess-like) sandy loam soil, underlain by moraine loam from a depth of 0.4–0.9 m with layers of sand at the contact. The arable layer of the experimental plot contained 2.24–2.70 % humus, 180–200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 257–286 mg/kg K<sub>2</sub>O, pH – 6.05–6.14.

The temperature regime from May to August in the studied years was 0.6–1.0 °C higher than the long-term average, precipitation during this period was 88 % of the norm in 2022 and 51 % in 2023. If in the first year of research an acute shortage of precipitation was observed only in August, then in the second year – throughout the entire period and especially in June.

Research has shown that at the initial stage, before the phase of intensive growth of corn plants (9–11 leaves), soil nutrition has a greater influence on their growth, rather than the dose of mineral nitrogen. The greatest increase in plant height is observed in June and the lack of moisture in the soil during this period negatively affects this indicator. When the amount of precipitation is close to the long-term average, the height of corn plants is 1.5 times higher, compared to when only 30 mm falls in May-June. Higher average daily air temperatures in the summer months (by 1.4–1.6 °C) with a deficit of precipitation (28–38 %) during the re-growing of corn harvested for grain reduce the effectiveness of applied nitrogen fertilizers. With a less pronounced precipitation deficit, the highest plant height is observed at nitrogen doses of 90–120 kg/ha, with a more pronounced one – only 90 kg/ha, which is 3.4 and 5.7 % more than the control variant without the application of nitrogen fertilizers.

**Key words:** corn, plant height, nitrogen fertilizers, drought.

### Введение

Кукуруза относится к культурам, хорошо выдерживающим повторное и даже бессменное выращивание. Например, в США кукуруза, возделываемая от 5 до 8 лет подряд, занимает четверть всех посевов [1]. Бессменные посевы этой культуры постепенно внедряются и в Центральном регионе России [2, 3]. Ряд исследователей не выявили разницы в урожайности зеленой массы при выращивании кукурузы в монокультуре и в севообороте [4–6]. При этом основным элементом питания, лимитирующим урожайность кукурузы на всех типах почв, является азот [7–10]. Этот элемент кукурузой потребляется в течение всего периода вегетации, но более значительно – за 2–3 недели до выметывания, достигая максимума в фазы выметывания и цветения [11]. Потребность в азоте в сильной степени зависит от погодных условий. Основным условием высокой эффективности азотных удобрений является достаточное обеспечение влагой [12–15]. В засушливые годы растения кукурузы слабо отзываются на внесение азотных удобрений [16–24]. Это проявляется не только на урожайности, но и на росте растений. Так, в опытах С. М. Крамарёва линейные размеры растений различных по скороспелости гибридов кукурузы в благоприятные по увлажнению годы были в 1,5–1,8 раза большими, чем в засушливые годы [25, с. 203]. Подобные результаты получены Л. П. Бельтюковым и др. [26, стр. 82]. При этом М. Н. Мышко отмечает, что четкой закономерности влияния удобрений на высоту растений и их надземную массу в начальный период роста и развития растений кукурузы не наблюдается [27].

## Основная часть

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2022–2023 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 257–286 мг/кг K<sub>2</sub>O, pH – 6,05–6,14. Предшественник – кукуруза, убранная на зерно. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Калийные (K<sub>60-120</sub>) в виде хлористого калия и фосфорные удобрения (P<sub>30-45</sub>) в виде аммонизированного суперфосфата вносились с учетом содержания этих элементов в почве перед зяблевой вспашкой. Посев гибрида Дарьян осуществлялся 4 мая 2022 г. и 20 апреля 2023 г., всходы появились соответственно 22 и 12 мая. Норма высева семян – 100 тыс. шт/га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялись гербициды Люмакс, 3,5 л/га + Дублон, 0,2 л/га. Фаза 5–6 листьев, когда проводились подкормки, отмечалась 14 июня 2022 г. и 30 мая 2023 г., 7–8 листьев – 22 июня 2022 г. и 19 июня 2023 г.

В 2022 г. май оказался холоднее нормы на 2,1 °С, а июнь на столько же превысил этот показатель (табл. 1). 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 первой декаде августа. К концу месяца содержание влаги в пахотном слое почвы снизилось до 5 %, то есть находилось на уровне мертвого запаса.

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационных периодов (по данным метеостанции Борисов)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
		норма	2022 г.	2023 г.	норма	2022 г.	2023 г.
Апрель	1	5,0	2,8	5,6	15,4	20,3	16,8
	2	7,1	5,7	10,0	14,4	49,2	1,2
	3	10,2	7,3	10,6	11,1	32,4	7,7
	<b>За месяц</b>	<b>7,4</b>	<b>5,3</b>	<b>8,7</b>	<b>40,9</b>	<b>101,9</b>	<b>25,7</b>
Май	1	11,7	9,8	8,0	19,1	4,5	3,8
	2	13,2	11,3	15,4	19,1	30,3	1,3
	3	14,7	12,2	16,3	23,9	58,8	0
	<b>За месяц</b>	<b>13,2</b>	<b>11,1</b>	<b>13,3</b>	<b>62,1</b>	<b>93,6</b>	<b>5,1</b>
Июнь	1	16,4	18,0	15,5	16,1	6,7	3,0
	2	17,0	17,7	19,7	38,1	15,6	10,1
	3	17,4	21,2	19,6	24,0	45,0	11,9
	<b>За месяц</b>	<b>16,9</b>	<b>19,0</b>	<b>18,3</b>	<b>78,2</b>	<b>67,3</b>	<b>25,0</b>
Июль	1	18,1	20,2	18,9	32,4	13,4	16,2
	2	18,8	15,4	18,9	27,8	59,0	18,0
	3	19,5	18,7	17,5	34,4	20,4	41,0
	<b>За месяц</b>	<b>18,8</b>	<b>18,1</b>	<b>18,4</b>	<b>94,6</b>	<b>92,8</b>	<b>75,2</b>
Август	1	19,4	19,7	20,1	26,7	19,4	31,0
	2	17,9	22,0	22,3	20,8	0,2	13,6
	3	16,3	21,3	20,3	29,1	0,6	8,8
	<b>За месяц</b>	<b>17,8</b>	<b>21,0</b>	<b>20,9</b>	<b>76,6</b>	<b>20,2</b>	<b>53,4</b>
Сентябрь	1	14,3	10,3	15,7	20,1	0,3	0
	2	12,3	11,3	16,2	20,5	63,9	15,4
	3	10,5	9,4	16,0	17,8	14,4	6,0
	<b>За месяц</b>	<b>12,4</b>	<b>10,3</b>	<b>16,0</b>	<b>58,4</b>	<b>78,6</b>	<b>21,4</b>

Среднесуточная температура воздуха в апреле 2023 г. оказалась на 1,3 °С выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм или 63 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха соответствовала норме (13,2 °С), а осадков выпало лишь 8 % от нормы. В довсходовый период кукурузы погодные условия сочетались с низкими ночными температурами и теплой солнечной погодной в дневное время, что не оказало сильного негативного влияния на снижение полевой всхожести семян при длительном периоде от сева до всходов, составившем 23 сут. 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, цветение которого отмечено в середине месяца. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений.

Полевой опыт включал 15 вариантов внесения КАС и карбамида, которые применялись согласно схеме, приведенной в табл. 2. КАС-32 вносилась в следующие сроки: 1) в основную заправку до сева кукурузы с заделкой АКШ; 2) в 5–6 листьев кукурузы 14 июня 2022 г. в пасмурную погоду после дождя при дневной температуре воздуха 18 °С. Несмотря на разбавление до 8%-ной концентрации, опрыскивание растений привело к незначительным ожогам нижних листьев растений. Внесенная в сухую погоду 30 мая 2023 г. КАС ожогов не вызвала; 3) в фазу 7–8 листьев 22 июня 2022 г. после ночного дождя при дневной температуре 18–20 °С КАС в такой же концентрации вызвала ожоги листьев, особенно верхних. При внесении неразбавленной КАС в междурядья ожоги листьев кукурузы отсутствовали. Незначительные ожоги на листьях кукурузы наблюдались при внесении гранулированного карбамида. Аналогичная картина отмечалась и в 2023 г. При внесении КАС 19 июня даже в сухую погоду наблюдались ожоги листьев, в несколько меньшей степени – при внесении гранулированного карбамида.

Измерения высоты растений кукурузы в 2022 г. показали, что их суточный прирост от всходов (22 мая) до первого учета (27 июня) составил от 1,47 см в варианте с внесением 60 кг/га КАС до сева и 30 кг/га опрыскивателем в 7–8 листьев до 1,75 см в варианте применения 90 кг/га КАС до сева (табл. 2). В контрольном варианте без азота суточный прирост равнялся 1,72 см, то есть на начальном этапе до фазы начала интенсивного роста растений кукурузы (9–11 листьев) на этот показатель большее влияние оказывало почвенное питание, а не доза внесения минерального азота. В этот учетный период среднесуточная температура воздуха составила 17,1 °С, что на 0,8 °С выше среднегодового показателя, осадков выпало 113 мм, что на 16 % выше нормы.

Таблица 2. Суточный прирост растений кукурузы в высоту в зависимости от азотных удобрений и погодных условий, см

№ вар.	Схема применения удобрений, кг/га*				2022 г.					2023 г.				
					Учетные периоды**					1	2	3	4	
	А	Б	В	Г	Д	1	2	3	4	5	1	2	3	4
1	0					1,72	6,29	4,43	5,43	0,43	1,74	4,07	4,00	-0,07
2	60					1,64	6,71	4,71	5,36	0,29	1,65	4,14	4,29	-0,07
3	30		30			1,56	6,71	4,86	5,50	0,21	1,72	4,36	4,00	0,07
4	30			30		1,64	6,50	4,64	5,71	0,14	1,78	4,36	4,07	0,00
5	30				30	1,61	6,93	4,79	5,43	0,14	1,80	4,57	4,21	-0,14
6	90					1,75	6,50	4,71	5,71	0,21	1,70	4,14	4,29	0,07
7	30	30	30			1,67	6,43	5,14	5,79	0,21	1,74	4,50	3,93	0,07
8	30			60		1,72	6,71	4,50	5,64	0,29	1,76	4,57	4,36	0,14
9	30				60	1,67	6,93	4,64	5,50	0,21	1,80	4,57	4,21	0,21
10	60		30			1,47	6,93	5,00	5,86	0,21	1,85	4,50	4,00	-0,14
11	60				30	1,67	6,71	4,79	5,64	0,21	1,85	4,43	4,14	-0,07
12	120					1,61	6,71	4,93	5,93	0,43	1,80	4,36	4,07	-0,07
13	60	30	30			1,61	6,29	5,07	5,79	0,29	1,78	4,50	3,64	0,14
14	60			60		1,67	6,43	4,79	5,64	0,36	1,80	4,64	3,79	0,07
15	60				60	1,61	6,57	5,00	5,57	0,36	1,74	4,36	4,21	0,00

Примечания. \*Схема применения удобрений: 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. \*\*Учетные периоды: 1 – от всходов по 27 июня, 2 – с 27 июня по 11 июля, 3 – с 11 по 25 июля, 4 – с 25 июля по 8 августа, 5 – с 8 по 22 августа.

Во второй учетный период с 27 июня по 11 июля суточный прирост растений кукурузы в зависимости от варианта внесения удобрений колебался в пределах 6,29–6,93 см и был самым высоким относительно всех других учетных периодов. Наименьшее значение отмечено в контроле и в варианте применения 60 кг/га КАС до сева с дополнением по 30 кг/га путем опрыскивания в 5–6 и 7–8 листьев кукурузы. А максимальный прирост имели варианты внесения 30 кг/га КАС до сева + 30 или 60 кг/га карбамида в 7–8 листьев, а также вариант внесения 60 кг/га КАС до сева + 30 кг/га путем опрыскивания в 7–8 листьев. В этот период среднесуточная температура воздуха составила 20,1 °С (+2,1 °С к норме), осадков выпало 80 % от среднегодового значения.

В третий учетный период с 11 по 25 июля суточный прирост растений кукурузы колебался от 4,43 см в контрольном варианте без удобрений до 5,14 см в варианте дробного внесения по 30 кг/га КАС в три срока. В этот период среднесуточная температура воздуха составила 16,6 °С, что на 2,4 °С ниже нормы, а количество осадков превысило норму в 1,5 раза. Такие недостаточно теплые погодные условия приостановили суточный прирост растений, ибо в четвертый учетный период, который пришелся на фазу цветения початков, прирост оказался более высоким – 5,36–5,93 см. В этот критический для культуры период среднесуточная температура воздуха составила 19,3 °С, что только на

0,4 °С ниже нормы, а количество осадков равнялось 67 % от нормы. Самые низкие значения прироста имели варианты внесения 60 кг/га КАС до сева, контрольный и с дробным внесением по 30 кг/га азота (КАС до сева + карбамид в 7–8 листьев).

В пятый учетный период с 8 по 22 августа, когда происходило формирование початков, жаркая погода со среднесуточной температурой 21,6 °С (на 3,7 °С выше нормы) при отсутствии осадков резко приостановили рост растений кукурузы. Суточный прирост их составил 0,14–0,43 см и в последующем совсем прекратился. В итоге по окончании роста растения контрольного варианта имели высоту 294 см, а удобренные азотом – 297–306 см (рисунок). Только в начале выметывания, когда растения достигли высоты более 2 м, в контрольном варианте (без азота) наблюдалось ее снижение. В дальнейшем при 60 кг/га азота также отмечено снижение высоты растений, за исключением варианта с внесением 30 кг/га д.в. КАС в основную заправку + 30 кг/га д.в. карбамида в фазу 7–8 листьев вразброс.

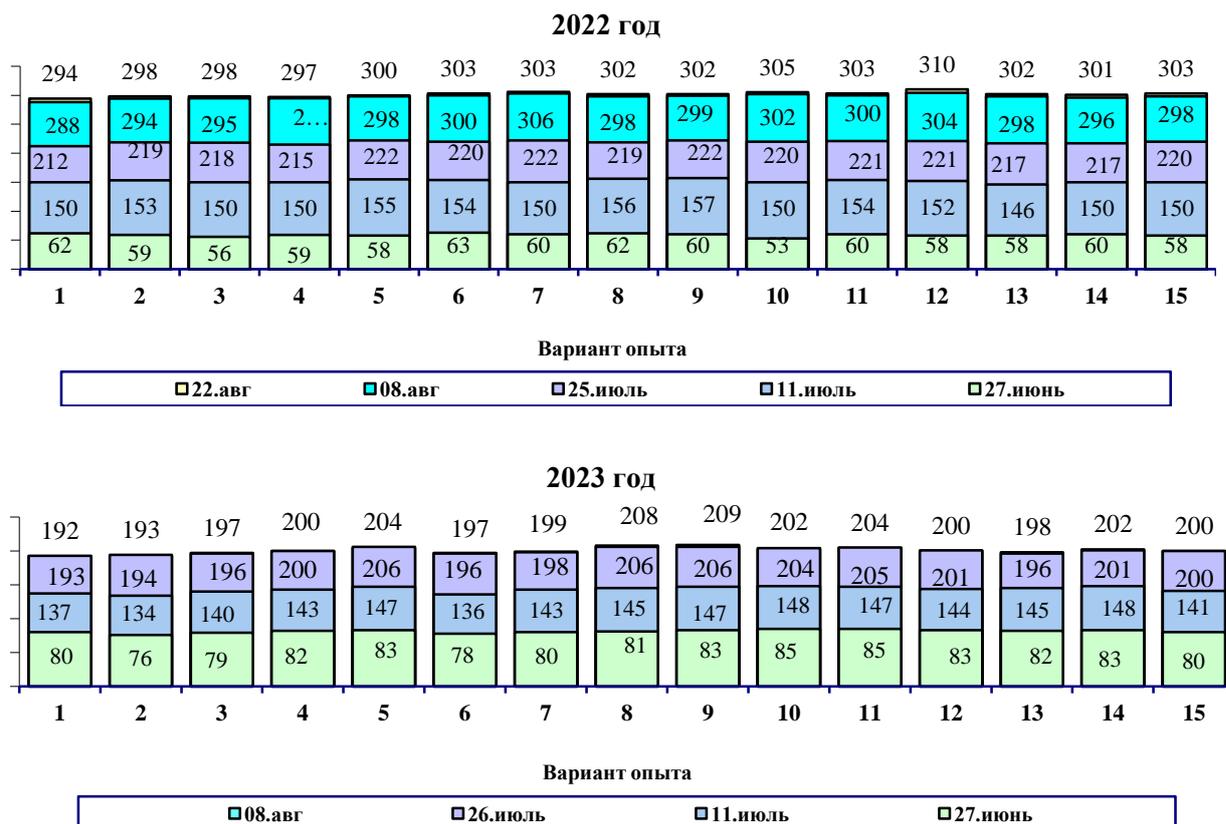


Рис. Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений в 2022 и 2023 г., см (расшифровка вариантов опыта приведена в табл. 2)

В 2023 г. на начальном этапе интенсивного роста растения кукурузы на одну и ту же дату (27 июня) оказались более высокими относительно прошлого года. Их высота колебалась в пределах 76–85 см. Причем, если в прошлом году десятый вариант (60 кг/га КАС до сева + 30 кг/га опрыскивание в 7–8 листьев) был самым низкорослым, то в следующем он вместе с 11 вариантом (60 кг/га КАС до сева + 30 кг/га карбамида вразброс в 7–8 листьев) оказался в числе самых высокорослых. Это еще раз подчеркивает тот факт, что на начальном этапе на рост растений кукурузы большее влияние оказывает почвенное питание, а не доза внесенного минерального азота.

При том, что в 2023 г. растения по состоянию на 27 июня были более рослыми, чем в предыдущем году, суточный их прирост различается не столь существенно (табл. 2). Среднее по всем вариантам значение составило 1,77 и 1,64 см соответственно, что связано с более длительным периодом вегетации (46 и 36 сут). Температурные условия относительно 2022 г. лишь на 0,1 °С в сутки имели большее значение, но по сравнению со среднемноголетним показателем превышение более существенное – 1,5 °С. Что касается осадков, то их за этот период выпало лишь пятая часть от нормы, и по этой причине влажность пахотного слоя почвы к концу данного учетного периода опустилась до 6,5 %. Но, как видно из данных таблицы, это не сильно повлияло на суточный прирост растений кукурузы.

С 27 июня по 11 июля, когда в предыдущем году отмечен самый высокий суточный прирост растений в высоту, в 2023 г. он составил только 4,07–4,64 см. Меньшее значение имел контрольный вариант, большее – с дробным внесением по 60 кг/га КАС: до сева и в междурядья в 7–8 листьев. В этот период среднесуточная температура воздуха равнялась 19,0 °С, что на 1 °С выше нормы, но на 1,1 °С меньше прошлогоднего значения. А осадков по-прежнему было недостаточно – только полноремы.

В третий учетный период, который совпал с критическим периодом для культуры, прирост растений в высоту еще больше снизился – с 4,40 см до 4,08 см в сутки. Самые низкие значения (3,64–3,79 см/сут) были в вариантах с допосевным внесением 60 кг/га КАС и подкормками в 5–6 и 7–8 листьев по 30 кг/га с путем опрыскивания растений или в 7–8 листьев 60 кг/га КАС в междурядье. А наибольший прирост (4,36 см) в данный период отмечен в варианте внесения 30 кг/га КАС до сева + 60 кг/га в междурядье в 7–8 листьев. В контроле суточный прирост был близок к среднему по опыту значению – 4,00 см. Здесь следует отметить, что в третий учетный период количество осадков приближалось к норме и температура воздуха была комфортной (18,4 °С при норме 19,0 °С). Тем не менее, среднесуточный прирост растений получен относительно небольшой. Это можно объяснить тем, что, несмотря на выпадение осадков, содержание влаги в пахотном слое почвы находилось в нижних пределах оптимума 8–11 %, что недостаточно для активной микробиологической деятельности почвы и хорошего поступления вместе с влагой питательных элементов в растения. Кроме того, после фазы цветения початков рост растений обычно ослабевает. И в четвертый учетный период (с 25 июля по 8 августа) он практически прекратился. И это при том, что осадков выпало больше нормы. Такие погодные условия способствовали лишь хорошему формированию урожая початков. В итоге, по сравнению с прошлым годом, высота растений в среднем по опыту оказалась в 1,5 раза ниже. Их рост уже прекратился в третьей декаде июля сразу после цветения початков, хотя в 2022 г. он продолжался до третьей декады августа, то есть до начала молочной спелости (рисунок). Можно также отметить, что дробное внесение азота в 2023 г. имело некоторое преимущество при небольшой суммарной дозе – 60–90 кг/га. Более высокие среднесуточные температуры воздуха в летние месяцы (на 1,4–1,6 °С) при дефиците осадков (28–38 %) при повторном выращивании кукурузы, убранной на зерно, снизили эффективность вносимых азотных удобрений. При менее выраженном дефиците осадков наибольшая высота растений отмечалась при дозах азота 90–120 кг/га, при более выраженном – только 90 кг/га, что на 3,4 и 5,7 % больше контрольного варианта без внесения азотных удобрений.

### **Заключение**

1. На дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м, содержащей в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, на начальном этапе до фазы начала интенсивного роста растений кукурузы (9–11 листьев) на их прирост большее влияние оказывает почвенное питание, а не доза внесения минерального азота.

2. Наибольший прирост растений в высоту отмечается в июне и дефицит влаги в почве в данный период негативно сказывается на этом показателе. При близком к среднегодовому значению количестве осадков высота растений кукурузы в 1,5 раза выше, по сравнению с тем, когда в мае-июне их выпадает лишь 30 мм.

3. Более высокие среднесуточные температуры воздуха в летние месяцы (на 1,4–1,6 °С) с дефицитом осадков (28–38 %) при повторном выращивании кукурузы, убранной на зерно, снижают эффективность вносимых азотных удобрений. При менее выраженном дефиците осадков наибольшая высота растений отмечается при дозах азота 90–120 кг/га, при более выраженном – только 90 кг/га, что на 3,4 и 5,7 % больше контрольного варианта без внесения азотных удобрений.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Плурд, Дж. Данные об увеличении урожайности монокультуры в Центральной Америке / Дж. Плурд // Сельское хозяйство. Окружающая среда. Экономика. – 2013. – № 165. – С. 50–59.

2. Бондарева, В. Ю. Возделывание кукурузы на зерно в насыщенных севооборотах и бессменных посевах / В. Ю. Бондарева. – М., 1986. – 50 с.

3. Стулин, А. Ф. Удобрение бессменных посевов кукурузы в условиях Центрального Черноземья / А. Ф. Стулин // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 30–32.

4. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). В 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 490 с.

5. Бельченко, С. А. Оценка влияния агротехнологий возделывания кукурузы на качество зеленой массы и силоса в условиях Юго-Западной части Нечерноземья / С. А. Бельченко, И. Н. Белоус // Вестник Курской ГСХА. – 2014. – № 6. – С. 48–50.

6. Дронов, А. В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области / А. В. Дронов, С. А. Бельченко, В. В. Ланцев // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. – № 4 (68). – С. 30–34.

7. Крамарёв, С. М. Потребление основных элементов питания кукурузы при комплексном применении средств химизации / С. М. Крамарев // Бюллетень НИИ кукурузы. – 1995. – № 80. – С. 43–50.
8. Агафонов, Е. В. Применение удобрений под гибриды разного срока созревания / Е. В. Агафонов, А. А. Батаков // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 3. – С. 6–7.
9. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах Юга России : учеб. пособие / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь: Изд-во СГСХА, 2001. – 352 с.
10. Кукуруза. Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья / Т. Р. Толорая, Н. Ф. Лавренчук, М. В. Чумак, В. П. Малаканова; Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва им. П. П. Лукьяненко. – Краснодар, 2003. – 310 с.
11. Крамарёв, С. М. Интенсивность поступления основных макроэлементов в растения кукурузы в онтогенезе / С. М. Крамарёв, Л. Н. Скрипник и др. // Агрохимия. – 2002. – № 12. – С. 21–30.
12. Михайлов, Н. Н. 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.
13. Мосолов, И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. – М., Колос, 1979. – 256 с.
14. Новоселов, Ю. К. Влияние уровня минерального питания и влагообеспеченности на урожай летних посевов кукурузы в лесной зоне / Ю. К. Новоселов, Б. Б. Оконский // Агрохимия. – 1974. – № 4. – С. 64–68.
15. Podolak, M. Vplyv davor dusika na urodu silaznej kukurice v kukuricnej vyrobnej oblasti / M. Podolak // Polnohospodarstvo. – 1976. – V. 22. – № 5. – P. 416–427.
16. 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.
17. Кошен, Б. Н. Сортовая агротехника кукурузы в борьбе с засухой / Б. Н. Кошен // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 6. – С. 5–6.
18. 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.
19. Стулин, А. Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области / А. Ф. Стулин // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 1. – С. 19–24.
20. 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.
21. Hollinger, S. E. / Influence of weather on yeatro-year yield response of corn to ammonia fertilization / S. E. Hollinger, R. G. Hoefl // Agron. J. – 1986. – V. 78. – P. 818–823.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Крамарёв, С. М. Удобрение кукурузы на черноземах обыкновенных степной зоны Украины. – Днепрпетровск: Новая идеология, 2010. – 632 с.
26. Бельтюков, Л. П. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от удобрений и густоты стояния растений: монография / Л. П. Бельтюков, Е. К. Кувшинова, И. М. Тюрин, В. А. Козлов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 182 с.
27. Мышко, М. Н. Урожайность и качество кукурузы в зависимости от удобрений на выщелоченном черноземе Кубани: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04/ М. Н. Мышко. – Краснодар, 2004. – 174 с.

## БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НОВЫХ СОРТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

**В. Н. БОСАК, Т. В. САЧИВКО, Н. В. БАРБАСОВ,  
С. В. ЕГОРОВ, Е. В. ЕГОРОВА**

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by; sachyuka@rambler.ru

(Поступила в редакцию 03.01.2024)

Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры широко используются в традиционной и народной медицине, парфюмерии и косметологии, кулинарии и пищевой промышленности, декоративном садоводстве и т. д. При оценке пряно-ароматических и эфирно-масличных культур наряду с урожайностью большее значение имеют качественные показатели, которые и определяют направления использования данных растений. В статье приведены результаты исследований по изучению урожайности зеленой массы и ее основных биохимических показателей (эфирные масла, сырой протеин, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины) пряно-ароматических и эфирно-масличных культур: базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.), базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.), лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.), лука душистого (*Allium odorum* L.), бораго (*Borago officinalis* L.), руты душистой (*Ruta graveolens* L.), герани крупнокорневищной (*Geranium macrorrhizum* L.), в том числе новых районированных авторских сортов УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». В результате полевых и лабораторных исследований в УО БГСХА установлено, что средняя урожайность зеленой массы в зависимости от вида и сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составила от 125 ц/га (бораго) до 250 ц/га (базилик обыкновенный, рута душистая) при содержании эфирных масел 0,01–0,77 %, сырого протеина – 8,7–19,0 %, суммы незаменимых аминокислот 0,931–4,377 мг/кг, линолевой кислоты – 0,042–0,195 г/100 г,  $\alpha$ -линоленовой кислоты – 0,109–0,651 г/100 г и витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, Е, К и А.

**Ключевые слова:** пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры, зеленая масса, урожайность, качество, биохимические показатели.

Spicy-aromatic and essential oil crops are widely used in traditional and folk medicine, perfumery and cosmetology, cooking and food industry, ornamental gardening, etc. When evaluating spicy-aromatic and essential oil crops, along with yields, qualitative indicators are of greater importance, which determine the directions of use of these plants. The article presents the results of studies on the yield of green mass and its main biochemical parameters (essential oils, crude protein, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, vitamins) of spicy-aromatic and essential oil crops: basil (*Ocimum basilicum* L., *Ocimum tenuiflorum* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.), blue fenugreek (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), multi-tiered onion (*Allium proliferum* Schrad.), fragrant onion (*Allium odorum* L.), borage (*Borago officinalis* L.), fragrant rue (*Ruta graveolens* L.), big root geranium (*Geranium macrorrhizum* L.), including new zoned author's varieties of BSAA. As a result of field and laboratory studies in BSAA, it was found that the average yield of green mass, depending on the type and variety of spicy-aromatic and essential oil crops, ranged from 12.5 t/ha (borage) to 25.0 t/ha (common basil, fragrant rue) with an essential oil content of 0.01–0.77 %, crude protein – 8.7–19.0 %, the sum of essential amino acids 0.931–4.377 mg/kg, linoleic acid – 0.042–0.195 g/100 g,  $\alpha$ -linolenic acid – 0.109–0.651 g/100 g and vitamins C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, E, K and A.

**Key words:** spicy-aromatic and essential oil plants, green mass, yield, quality, biochemical indicators.

### Введение

Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры относятся к ценным культурам, которые находят широкое применение в различных отраслях экономики: пищевой промышленности и кулинарии, традиционной и народной медицине, парфюмерии и косметологии, декоративном садоводстве, в качестве медоносных растений и природных фитобиотиков и т. д. [1–4].

Наряду с основными морфологическими, морфометрическими и фенологическими признаками, а также показателями продуктивности, качественные показатели имеют важнейшее значение в оценке пряно-ароматических и эфирно-масличных растений, так как именно они во многом определяют направления использования данных культур в различных отраслях экономики.

К основным качественным показателям пряно-ароматических и эфирно-масличных культур относятся содержание эфирных масел, белка, аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантные свойства, жирнокислотный состав, аллелопатическую активность и др. [5–29].

Цель исследования – изучить основные биохимические показатели новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

### Основная часть

Исследования по изучению урожайности и особенностей биохимического состава пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2016–2023 гг.

Полевые исследования с пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами проводили на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы [30], лабораторные исследования – на кафедре биологии растений и химии, в испытательной лаборатории качества семян и химико-экологической лаборатории УО БГСХА.

В исследованиях изучали новые районированные, в том числе и авторские, сорта базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Магия и Володар, базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник, лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак и Пачастунак, лука душистого (*Allium odorum* L.) Водар, бораго (огуречной травы) (*Borago officinalis* L.) Блакіт, герани крупнокорневищной (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Лазурит и Завея, пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, руты душистой (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца, душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) Грета, Завіруха и Аксаміт [2, 4, 31].

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции (зеленая масса в фазу цветения) и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [4, 32–34].

В результате полевых и лабораторных исследований установлено, что видовые и сортовые отличия оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы и ее качество (содержание эфирных масел, сырого протеина, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и витаминов) (табл. 1, 2).

Таблица 1. Основные биохимические показатели зеленой массы новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур

Сорт	Зеленая масса, ц/га	Эфирные масла, %	Сырой протеин, %	Незаменимые аминокислоты, мг/г	Полиненасыщенные жирные кислоты, г/100 г	
					omega-3	omega-6
Базилик обыкновенный ( <i>Ocimum basilicum</i> L.)						
Магия	250	0,57	16,1	1,705	0,414	0,195
Володар	245	0,77	15,8	1,655	0,398	0,164
Базилик тонкоцветный ( <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)						
Источник	230	0,64	16,5	0,931	0,365	0,175
Душица обыкновенная ( <i>Origanum vulgare</i> L.)						
Грета	185	0,51	9,0	3,038	0,204	0,162
Аксаміт	190	0,54	9,5	2,398	0,265	0,141
Завіруха	185	0,57	9,3	2,950	0,321	0,154
Иссоп лекарственный ( <i>Hyssopus officinalis</i> L.)						
Лазурит	160	0,43	8,7	3,562	0,652	0,195
Завея	170	0,69	9,9	3,681	0,412	0,174
Лук многоярусный ( <i>Allium proliferum</i> Schrad.)						
Узгорак	185	< 0,05	17,4	3,126	0,332	0,131
Пачастунак	180	< 0,05	17,5	3,107	0,218	0,141
Лук душистый ( <i>Allium odorum</i> L.)						
Водар	210	< 0,05	16,8	2,876	0,321	0,132
Бораго ( <i>Borago officinalis</i> L.)						
Блакіт	125	< 0,01	17,9	1,832	0,109	0,114
Пажитник голубой ( <i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.)						
Росквіт	165	< 0,01	19,0	1,946	0,214	0,152
Рута душистая ( <i>Ruta graveolens</i> L.)						
Смаляніца	250	0,25	13,8	4,377	0,214	0,185
Герань крупнокорневищная ( <i>Geranium macrorrhizum</i> L.)						
Танюша	175	< 0,05	12,8	2,874	0,141	0,042
НСР <sub>05</sub>	9,3	0,01	0,6		0,01	0,01

Среди изучаемых видов и сортов многолетних пряно-ароматических и эфирно-масличных культур наибольшая урожайность зеленой массы (фаза цветения, второй год возделывания) отмечена у руты душистой – 250 ц/га. Урожайность зеленой массы лука душистого составила 210 ц/га, душицы обыкновенной – 185–190, лука многоярусного – 180–185, герани крупнокорневищной – 175, иссопа лекарственного – 160–170 ц/га.

Среди однолетних пряно-ароматических и эфирномасличных культур урожайность зеленой массы варьировала от 125 ц/га у бораго (огуречной травы) и 165 ц/га у пажитника голубого до 230–250 ц/га у различных видов базилика.

Высокое содержание эфирных масел отмечено у различных видов базилика (0,57–0,77 %), сортов иссопа лекарственного (0,43–0,69 %), душицы обыкновенной (0,51–0,57 %) и руты душистой

(0,25 %). Эти культуры по содержанию эфирных масел в их зеленой массе можно отнести к эфирно-масличным. В то же время растения лука многоярусного, лука душистого, бораго и пажитника голубого по содержанию эфирных масел в их зеленой массе (не более 0,05 %) следует отнести к пряно-вкусовым [19].

Наибольшее содержание сырого протеина (19,0 %) отмечено в зеленой массе пажитника голубого, который относится к семейству бобовые (*Fabaceae*). У других изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур содержание сырого протеина в зеленой массе изменялось от 8,7 % (иссоп лекарственный, сорт Лазурит) до 17,9 % (бораго).

Важными качественными показателями растительной продукции, в т. ч. и пряных растений, является содержание незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот, которые в организме человека и животных не синтезируются и должны поступать с растительной пищей.

В наших исследованиях содержание незаменимых аминокислот (лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, триптофан, фенилаланин) в зеленой массе изучаемых видов и сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур варьировало от 0,931 мг/кг (базилик тонкоцветный) до 4,377 мг/кг (рута душистая).

Содержание полиненасыщенных жирных кислот в товарной продукции пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составило 0,109–0,652 г/100 г ( $\alpha$ -линоленовая кислота ( $C_{17}H_{29}COOH$ ) –  $\omega$ -3) и 0,042–0,195 г/100 г (линолевая кислота ( $C_{17}H_{31}COOH$ ) –  $\omega$ -6).

Наибольшее содержание  $\alpha$ -линоленовой кислоты ( $\omega$ -3) отмечено в зеленой массе иссопа лекарственного сорта Лазурит (0,652 г/100 г), линолевой кислоты ( $\omega$ -6) – в зеленой массе иссопа лекарственного сорта Лазурит и базилика обыкновенного сорта Магия (0,195 г/100 г).

Изучение содержания витаминов в зеленой массе показало наличие в ней витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, Е, К и А (табл. 2). При этом витамины С, В<sub>2</sub>, РР и К присутствовали в зеленой массе всех изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.

Таблица 2. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур

Сорт	С	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	РР	В <sub>5</sub>	В <sub>6</sub>	Е	К	А
	мг/100 г сухого сырья							мкг/100 г	
Базилик обыкновенный ( <i>Ocimum basilicum</i> L.)									
Магия	14,28	–	0,101	0,236	0,147	0,204	0,852	81,4	226,4
Володар	15,23	–	0,145	0,415	0,189	0,189	0,621	78,9	218,3
Базилик тонкоцветный ( <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)									
Источник	19,25	–	0,100	0,321	0,235	0,200	0,741	85,2	264,0
Душица обыкновенная ( <i>Origanum vulgare</i> L.)									
Грета	9,54	0,030	0,029	0,658	–	–	–	47,1	0,098
Аксаміт	8,25	0,041	0,031	0,785	–	–	–	62,1	0,124
Завіруха	10,14	0,051	0,054	0,621	–	–	–	41,2	0,165
Иссоп лекарственный ( <i>Hyssopus officinalis</i> L.)									
Лазурит	7,23	0,231	0,062	0,321	–	0,214	0,321	36,5	–
Завєя	6,21	0,324	0,054	0,412	–	0,321	0,241	32,1	–
Лук многоярусный ( <i>Allium proliferum</i> Schrad.)									
Узгорак	31,23	0,032	0,052	0,320	0,214	0,032	0,032	64,5	–
Пачастунак	35,23	0,042	0,041	0,520	0,198	0,125	0,053	85,6	–
Лук душистый ( <i>Allium odorum</i> L.)									
Водар	33,25	0,039	0,060	0,330	0,098	0,075	0,023	124,2	–
Бораго ( <i>Borago officinalis</i> L.)									
Блакїт	35,00	0,060	0,150	0,900	0,041	0,084	0,014	72,31	210,0
Пажитник голубой ( <i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.)									
Росквіт	5,23	0,021	0,032	0,651	0,321	0,412	0,415	65,2	125,3
Рута душистая ( <i>Ruta graveolens</i> L.)									
Смеляніца	14,12	0,025	0,090	0,360	0,014	0,095	0,085	72,31	314,0
Герань крупнокорневищная ( <i>Geranium macrorrhizum</i> L.)									
Танюша	21,30	0,095	0,140	0,410	0,065	0,211	0,123	88,23	235,0
НСР <sub>05</sub>	0,8	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	3,4	7,8

Среди всех витаминов следует отметить высокое содержание в зеленой массе витамина С, содержание которого изменялось от 5,23 мг/100 г у пажитника голубого до 35,0 мг/100 г у бораго (огуречной травы).

Содержание витамина В<sub>1</sub> в зеленой массе изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур варьировало в пределах от 0,021 (пажитник голубой) до 0,324 мг/100 г (иссоп лекарственный, сорт Завєя), В<sub>2</sub> – от 0,029 (душица обыкновенная, сорт Грета) до 0,150 мг/100 г (бораго), РР – от

0,236 (базилик обыкновенный, сорт Магия) до 0,900 мг/100 г (бораго), В<sub>5</sub> – от 0,014 (рута душистая) до 0,321 мг/100 г (пажитник голубой), В<sub>6</sub> – от 0,032 (лук многоярусный, сорт Узгорак) до 0,412 мг/100 г (пажитник голубой), Е – от 0,014 (бораго) до 0,852 мг/100 г (базилик обыкновенный, сорт Магия), А – от 0,098 (душица обыкновенная, сорт Грета) до 314,0 мкг/100 г (рута душистая), К – от 41,2 (душица обыкновенная, сорт Завіруха) до 124,2 мкг/100 г (герань крупнокорневищная).

Сортовые отличия также оказали определенное влияние на отдельные качественные показатели. Так, у базилика обыкновенного с антоциановой окраской листьев (сорт Магия) отмечено большее содержание сырого протеина, суммы незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, а также ряда витаминов (В<sub>6</sub>, Е, К и А) в сравнении с сортом Володар с зеленой окраской листьев. При этом в зеленой массе сорта Володар обнаружено более высокое содержание эфирных масел и витаминов С, В<sub>2</sub>, РР и В<sub>5</sub>.

В зеленой массе иссопа лекарственного с белой окраской венчика (сорт Завейя) обнаружено большее содержание эфирных масел, сырого протеина, суммы незаменимых аминокислот и В<sub>1</sub>, РР и В<sub>6</sub>. У сорта Лазурит с синей окраской венчика зеленая масса характеризовалась более высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и витаминов С, В<sub>2</sub>, Е и К.

При изучении зеленой массы сорта Аксаміт с розовой насыщенной окраской венчика обнаружено большее содержание эфирных масел, сырого протеина, витаминов РР и К. По остальным качественным показателям более высокие значения получены у сортов с белой (сорт Завіруха) или светлорозовой окраской венчика (сорт Грета).

### Заключение

Видовые и сортовые отличия оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы пряно-ароматических и эфирно-масличных культур (базилик обыкновенный, базилик тонкоцветный, душица обыкновенная, иссоп лекарственный, лук многоярусный, лук душистый, бораго, пажитник голубой, рута душистая, герань крупнокорневищная) и содержание в ней эфирных масел, сырого протеина, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и витаминов в исследованиях УО БГСХА на дерново-подзолистой суглинистой почве.

Урожайность зеленой массы в зависимости от вида и сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составила от 125 ц/га (бораго) до 250 ц/га (базилик обыкновенный, рута душистая) при содержании эфирных масел 0,01–0,77 %, сырого протеина – 8,7–19,0 %, суммы незаменимых аминокислот 0,931–4,377 мг/кг, линолевой кислоты – 0,042–0,195 г/100 г, α-линоленовой кислоты – 0,109–0,651 г/100 г и витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, Е, К и А.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
2. Сачивко, Т. В. Новые сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур: направления и перспективы использования / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 237–239.
3. Сачыўка, Т. У. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024.
4. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
5. Антимикробные свойства эфирных масел новых сортов душицы обыкновенной / Т. В. Сачивко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2023. – № 4. – С. 343–351.
6. Антиоксидантная активность новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 282–290.
7. Биологическая активность экстрактов пажитника голубого / Н. А. Коваленко [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 41–43.
8. Биохимический состав пряно-ароматических, эфиромасличных и зеленых культур / В. Н. Босак [и др.] // Теоретичні і практичні аспекти развіццю галузi овочівництва в сучасних умовах. – Вінниця: Твори, 2020. – Т. 1. – С. 85–86.
9. Босак, В. Н. Биохимический состав различных видов лука / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Современные методы обучения в химическом и экологическом образовании. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 9–11.
10. Кукушкина, Т. А. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium L.*) / Т. А. Кукушкина, Т. И. Фомина // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 4 (207). – С. 85–92.
11. Оптические изомеры линалоола в эфирном масле новых сортов *Ocimum basilicum L.* / Н. А. Коваленко [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов. – Минск, 2015. – С. 96–97.
12. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленых и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 93–96.
13. Оценка душицы обыкновенной по хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2023. – № 4. – С. 44–51.
14. Оценка новых сортов *Origanum vulgare L.* по хозяйственно-полезным признакам / Т. В. Сачивко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2023. – № 4 (72). – С. 151–159.

15. Оценка содержания биологически активных веществ в свежем и высушенном сырье базилика камфорного (*Ocimum basilicum* L.) / Н. В. Нестерова [и др.] // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2020. – № 2 (28). – С. 62–68.
16. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: урожайность и жирнокислотный состав семян / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52, № 4. – С. 675–684.
17. Сачивко, Т. В. Аллелопатические свойства пряно-ароматических и эфирно-масличных растений / Т. В. Сачивко, А. А. Блохин, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 171–179.
18. Сачивко, Т. В. Жирнокислотный состав зеленой массы новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе. – Елец: ЕГУ, 2023. – С. 149–152.
19. Сачивко, Т. В. Содержание эфирных масел в различных видах пряно-ароматических и зеленных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 341–343.
20. Сачивко, Т. В. Экономическая эффективность возделывания новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных растений / Т. В. Сачивко // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси. – Горки: БГСХА, 2024.
21. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–217.
22. Содержание и вынос элементов питания зелеными, пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак [и др.] // Овощеводство. – 2022. – Т. 30. – С. 6–13.
23. Цаххаева, З. С. Фитохимическое изучение семян пажитника голубого (*Trigonella caerulea*) / З. С. Цаххаева, А. А. Тошгузова, Е. А. Таболова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22, № 4. – С. 141–145.
24. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 164–171.
25. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity / G. Ksoudaa [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2018. – Vol. 123. – P. 768–778.
26. Analysis of fatty acid composition and physicochemical characteristic of *Trigonella foenum-graecum* Linn ripe seed by gas liquid chromatography / M. M. Rahman [et al.] // Malaysian Journal of Chemistry. – 2019. – Vol. 21 (1). – P. 24–28.
27. Essential oils from fruit and vegetables, aromatic herbs and spices: composition, antioxidant and antimicrobial activities / S. De-Montijo-Prieto [et al.] // Biology. – 2021. – vol. 10 (11). – p. 1091.
28. Nazir, S. Physicochemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds / S. Nazir, I. A. Mani // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2021. – Vol. 22. – P. 100295.
29. Physicochemical, phytochemical and antimicrobial analysis of black cumin and fenugreek seed oils / O. M. Adejuwon [et al.] // International Journal for Research in Applied Science and Technology. – 2020. – Vol. 5, – № 3. – P. 124–128.
30. Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
31. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2023. – 300 с.
32. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
33. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
34. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ЖЁЛТОГО ЛЮПИНА

Д. В. ГАТАЛЬСКАЯ, А. С. ЖУРАВСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: dashahatalskaya95@gmail.com

(Поступила в редакцию 03.01.2024)

В нашей республике наблюдается нехватка кормового белка. В настоящее время основным решением этой проблемы является закупка соевого или подсолнечного жмыха и шрота, при постоянном росте цен на данное сырье. Однако, эта проблема решается увеличением посевных площадей бобовых трав и зернобобовых культур. Одной из таких культур является люпин желтый, как самый высокобелковый из возделываемых видов люпина. В реестр сортов нашей страны внесено всего три сорта этой высокобелковой культуры, поэтому создание новых высокопродуктивных сортов является актуальным.

В статье приведены основные характеристики сортообразцов и сортов жёлтого люпина в конкурсном испытании за 2020–2022 гг. по урожайности зерна и зеленой массы, содержанию белка в зерне, продолжительности вегетационного периода и распространению антракноза.

Представлена экономическая эффективность перспективных сортообразцов и сортов жёлтого люпина, полученных на кафедре селекции и генетики УО БГСХА, различного направления использования. Дана экономическая и комплексная балльная оценка перспективных сортообразцов и сортов жёлтого люпина, среди которых отличились сортообразцы БГСХА 106, БГСХА 103 и сорт Соперник с уровнем рентабельности 53,7 %, 56,1 % и 44,2 % соответственно. Расчеты показывают, что с ростом урожайности люпина не происходит пропорционального роста прямых производственных затрат. Наибольший уровень рентабельности и набравший максимальную сумму баллов сортообразец БГСХА 106, для которого характерна высокая устойчивость к антракнозу, на каждый затраченный рубль на производство зерна приносит 0,56 рубля прибыли.

**Ключевые слова:** люпин жёлтый, урожайность, экономическая оценка, рентабельность.

*There is a shortage of feed protein in our republic. Currently, the main solution to this problem is the purchase of soybean or sunflower cake and meal, with the constant rise in prices for these raw materials. However, this problem can be solved by increasing the area sown with legumes and leguminous crops. One of such crops is yellow lupine, with the highest protein content of the cultivated lupine species. Only three varieties of this high-protein crop are included in the register of varieties in our country, so the creation of new highly productive varieties is relevant.*

*The article presents the main characteristics of samples and varieties of yellow lupine in a competitive test for 2020–2022 according to grain and green mass yield, protein content in grain, duration of the growing season and the distribution of anthracnose.*

*The economic efficiency of promising samples and varieties of yellow lupine obtained at the Department of Breeding and Genetics of the Belarusian State Agricultural Academy for various purposes of use is presented. An economic and comprehensive scoring assessment of promising varieties and varieties of yellow lupine was given, among which the varieties BSAA 106, BSAA 103 and the Sopernik variety distinguished themselves with a profitability level of 53.7 %, 56.1 % and 44.2 %, respectively. Calculations show that with an increase in lupine yield there is no proportional increase in direct production costs. The variety BSAA 106, which is characterized by high resistance to anthracnose, has the highest level of profitability and received the maximum amount of points; for every ruble spent on grain production, it brings 0.56 rubles of profit.*

**Key words:** yellow lupine, productivity, economic assessment, profitability.

### Введение

В настоящее время в Республике Беларусь ежегодный дефицит кормового белка составляет 600–650 тысяч тонн. Принимаются меры по его устранению, однако рост его производства еще отстает от потребности. Частично эта потребность восполняется завозным сырьем – соевым или подсолнечным жмыхом или шротом, при этом цены на белковые добавки на мировом рынке возросли за последние годы более, чем в 3–4 раза [1]. Для повышения эффективности, стабильности и конкурентоспособности наших животноводческих организаций необходимо увеличивать собственное производство в достаточном объеме растительного белка, что можно достичь выращиванием высокобелковых сельскохозяйственных культур, в частности, люпина желтого [2].

Люпин желтый – культура с высокими кормовыми достоинствами. В его семенах содержится до 50 % белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Он характеризуется относительно низкой энергоемкостью возделывания – при его возделывании не требуется внесение азотных минеральных удобрений [4], за счет этого он способен давать высокие урожаи даже на низкоплодородных почвах, которых в республике около 25 %. Кроме этого, у него наблюдается практически полное отсутствие трипсина ингибитора пищеварительных ферментов, что значительно повышает его питательную ценность и он является достойной альтернативой сое [5, 6].

Основой совершенствования люпиносеяния, повышения его эффективности являются сорта. Создание сорта – длительный процесс, заключительным этапом которого является конкурсное сортоиспытание (КСИ) [3].

В результате селекционной работы на кафедре селекции и генетики УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» созданы перспективные сортообразцы жёлтого люпина, которые изучались в конкурсном испытании по комплексу признаков.

Целью нашей работы являлась сравнительная оценка перспективных сортообразцов люпина жёлтого нашей селекции и оценка экономической эффективности возделывания на семена.

#### Основная часть

Посев осуществлялся с помощью селекционной порционной сеялки Хере–80. Учетная площадь делянки в конкурсном сортоиспытании составляла 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Норма высева семян 1,2 млн. всхожих семян на гектар. За посевами проводились все необходимые ухода и наблюдения. Уборку осуществляли комбайном «Wintersteiger Classic» [7].

Длину вегетационного периода подсчитывали со дня посева до стадии полной спелости. Урожайность зерна определяли сплошным методом с последующим переводом полученной урожайности в ц/га. Урожайность зеленой массы определяли укосным методом. Содержание белка определяли по ГОСТ 13496.4-2019 п.8.

Объектами исследований были 3 сортообразца желтого люпина: БГСХА 103, БГСХА 106 с симподиальным ветвлением и БГСХА 110 с эпигональным, а также 2 сорта жёлтого люпина Соперник с симподиальным ветвлением и Муза с эпигональным типом ветвления, которые на данный момент переданы в систему государственного сортоиспытания. Контролем был сорт Владко, который принят за контроль в системе государственного сортоиспытания.

Сравнительная оценка сортообразцов жёлтого люпина в конкурсном сортоиспытании в среднем за 2020–2022 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная оценка сортообразцов жёлтого люпина в конкурсном сортоиспытании за 2020–2022 гг.

Сорт, сортообразец	Распространенность антракноза, %	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Содержание белка, %	Урожайность семян ц/га	Выход белка с 1 га,	Урожайность зеленой массы, ц/га
Владко (контроль)	7,9	105	44,3	18,5	8,2	450,4
БГСХА 103	18,2	98	44,3	27,6	12,2	659,1
БГСХА 106	13,0	103	45,1	28,1	12,7	690,7
БГСХА 110эп	13,2	94	42,9	22,5	9,7	505,4
Соперник	9,4	98	45,8	25,7	11,8	538,8
Муза	15,1	95	46,2	21,9	10,1	455,4

Наиболее высокая урожайность семян в среднем за исследуемый период желтого люпина отмечена у перспективных сортов с симподиальным типом ветвления БГСХА-103, БГСХА-106 и сорт Соперник, которые превосходили контрольный сорт Владко на 7,2–9,6 ц/га, и БГСХА-110 и сорт Муза с эпигональным типом ветвления на 3,4–4,0 ц/га.

Урожайность зеленой массы у сортообразцов с симподиальным типом ветвления БГСХА 103, БГСХА 106 находилась в пределах от 659,1–690,7 ц/га. Данные сортообразцы можно отнести к универсальному типу использования как на зерно, так и на зеленую массу. Сортообразец БГСХА-110 и сорт Муза из-за отсутствия бокового ветвления не может формировать высокую урожайность зеленой массы и может использоваться только на зерновые цели.

На формирование урожая люпина в условиях Горецкого района оказывает влияние антракноз, способный при несвоевременном выполнении операций по защите растений существенно снизить урожайность. Наиболее низкое поражение антракнозом наблюдалось у сорта-контроля Владко (7,9 %), сорта Соперник (9,4 %). Распространение антракноза на других сортообразцах не превышало 20 %.

По результатам конкурсного сортоиспытания выделены наиболее перспективные сортообразцы жёлтого люпина по урожайности семян – БГСХА–106, содержанию белка – БГСХА–106, Соперник, Муза у них содержание белка превышало 45 %, что относится к очень высокому содержанию [8], по скороспелости – БГСХА–110 и Сорт Муза, который имеет эпигональный тип ветвления. Контроль Владко уступал по этим показателям перспективным сортообразцам.

Выход растительного белка с единицы площади является основополагающим критерием при выращивании зернобобовых культур. Содержание белка в семенах у желтого люпина составило от 42,9 до 46,2 %. Наибольшее содержание сырого протеина имеет сортообразец БГСХА-106, сорта Сопер-

ник и Муза. С учётом средней урожайности выход растительного белка с единицы площади был самым высоким у сортообразца желтого люпина сорта БГСХА-106.

При прочих равных условиях сокращение срока вегетации ведет к более быстрому завершению оборота капитала, что способствует росту прибыли организации. Сортообразцы и сорта желтого люпина с эпигональным типом ветвления на 10–11 дней созревают раньше контрольного сорта Владко и 4–7 дней раньше других перспективных сортообразцов с симподиальным типом ветвления.

Для оценки эффективности производства сельскохозяйственных культур недостаточно использовать показатели технологической эффективности (урожайность, выход белка в расчете на 1га). Необходим расчет экономических показателей, учитывающих цены на сельскохозяйственную продукцию, а также расход и цены на промышленную продукцию, используемую для выращивания культур, уровень заработной платы, амортизационную политику и др.

Поскольку земля является основным фактором производства в отраслях растениеводства, для анализа экономической эффективности используются следующие показатели: стоимость продукции, выручка от ее реализации, производственные затраты, доход рассчитанные, как правило, на 1га занятой под культурой пашни, себестоимость единицы продукции, уровень рентабельности.

Таким образом, экономическая эффективность продукции растениеводства во многом определяется издержками и результатами производства. Их уровень зависит от технологии выращивания сельскохозяйственных культур, цен на используемые ресурсы. В соответствии с отраслевыми регламентами и организационно-техническими нормативами возделывания многолетних трав на семена, разработанными Институтом аграрной экономики НАН Беларуси [9, 10], составлена технологическая карта возделывания люпина на зерно, соответствующая требованиям энерго- и ресурсосберегающих технологий в растениеводстве. С учетом специфики возделывания люпина в технологическую карту были внесены обязательные мероприятия по протравливанию семян фунгицидом для защиты от антракноза и других болезней. В технологической карте возделывания люпина на зерно предусмотрено выполнение следующих рабочих процессов: лущение стерни на глубину 8–10 см (Беларус–1523 + КЧ–5,5 + ПК–5,1), борьба с сорняками (Торнадо 540, ВР 3 л/га), внесение минеральных удобрений (Р<sub>100</sub>, К<sub>100</sub>, Беларус–1221 + РМУ–8), вспашка (Беларус–1221 + ППО–4–40), протравливанию семян препаратом Иншур Перформ, КС (0,5 кг/т), предпосевная подготовка почвы (Беларус–1523 + АКШ–7,2), посев (Беларус–82.1 + СПУ–6Д, 300 кг/га), химическая обработка: от сорняков до всходов (Гардо голд 2,0 л/га), фунгицидом в фазе стеблевания (Амистар Экстра 1 л/га), комплексная в фазе цветения (Прозаро 0,8 л/га, + Фюзилад Форте 2 л/га). Уборка на зерно сортообразцов люпина осуществляется комбайном Палессе GS12 с измельчением соломы. В период опытных исследований рабочие процессы выполнялись в соответствии с составленной технологической картой возделывания люпина на зерно.

При расчете экономической части технологической карты использованы типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные в сельском хозяйстве, рекомендации по тарификации механизированных и ручных работ в сельском хозяйстве [11, 12].

Расчеты прямых затрат выращивания люпина на зерно выполнены по наиболее перспективным сортообразцам (табл. 2).

Таблица 2. Прямые затраты на возделывание люпина на 1га, руб.

Виды люпина	Оплата труда с начислениями	Семена	ТЭР	Удобрения	Средства защиты растений	Автоуслуги	Итого
Владко (контроль)	15,22	492,80	128,50	235	471	11,91	1354,43
БГСХА-103	20,47	492,80	169,48	235	471	16,93	1405,68
БГСХА-106	20,76	492,80	171,73	235	471	17,21	1408,50
БГСХА-110	17,53	585,20	146,48	235	473	14,44	1471,65
Соперник	19,37	492,80	160,91	235	471	15,89	1394,97
Муза	17,18	585,20	143,77	235	473	14,10	1468,25

Прямые затраты установлены исходя из потребленного количества оборотных средств производства в расчете на единицу площади и их цены. Результаты расчетов, представленные в табл. 2, показывают, что прямые затраты на возделывание желтого люпина по всем сортообразцам отличаются незначительно, что обусловлено одинаковой технологией возделывания, а незначительные отклонения в основном обусловлены изменением затрат на семена и автоуслуги.

Максимальный уровень прямых затрат на 1га отмечается у сортообразца БГСХА 110 и сорта Муза, что связано с более высокой нормой высева семян и, следовательно, дополнительными затратами на семена, их протравливание и перевозку, относительно других сортообразцов.

Расчеты показывают, что с ростом урожайности люпина не происходит пропорционального роста прямых производственных затрат. Так, сравнивая названные показатели по сортообразцам, при росте урожайности на 65,8 % (с 18,5 ц/га по Владко до 28,1 ц/га по БГСХА 106) текущие затраты возрастают на 54,07 р. В структуре текущих затрат по сортообразцам желтого люпина наибольший удельный вес занимают семена и средства защиты растений – 71–72 %.

Для расчета полной себестоимости продукции следует учесть постоянные затраты, включающие управленческие, прочие расходы и затраты по содержанию основных средств, при этом последние различаются в связи с неполной загрузки агрегатов.

Результаты расчета показателей для сравнения экономической эффективности производства представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнительная экономическая эффективность возделывания люпина желтого на зерно

Показатели	Владко (контроль)	БГСХА-103	БГСХА-106	БГСХА-110	Соперник	Муза
Урожайность зерна, ц/га	18,5	27,6	28,1	22,5	25,7	21,9
Цена реализации, руб./ц	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Выручка от реализации, руб./га	1665,0	2484,0	2529,0	2025,0	2313,0	1971,0
Прямые затраты, руб./га	1354,4	1405,7	1408,5	1471,7	1395,0	1468,3
Накладные расходы всего, руб./га	203,2	210,9	211,3	220,7	209,2	220,2
в том числе:						
управленческие и прочие расходы	135,4	140,6	140,9	147,2	139,5	146,8
амортизация и техническое обслуживание	67,7	70,3	70,4	73,6	69,7	73,4
Всего затрат, руб./га	1557,6	1616,5	1619,8	1692,4	1604,2	1688,5
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	84,2	58,6	57,6	75,2	62,4	77,1
Чистый доход, руб./га	107,4	867,5	909,2	332,6	708,8	282,5
Уровень рентабельности, %	6,9	53,7	56,1	19,7	44,2	16,7

Следует отметить, что при имеющейся технологии возделывания, существующих ценах и производственных затратах безубыточный уровень производства желтого люпина достигается при уровне урожайности 17,3 ц/га.

Таким образом, каждый из сортообразцов обладает определенными характеристиками. Дифференциация выручки от реализации семян люпина по сортообразцам обусловлена изменением урожайности. Себестоимость семян варьировала от 57,6 до 84,2 рублей за 1 ц.

Более высокая урожайность у сортообразцов БГСХА 103, БГСХА 106 и сорта Соперник позволили иметь наименьший уровень себестоимости семян, более высокую сумму чистого дохода. Уровень рентабельности по данным сортообразцам составил 53,7 %, 56,1 % и 44,2 %, соответственно.

Чтобы провести комплексную оценку сортообразцов используем метод балльной оценки, позволяющий привести к единому измерению разные показатели (табл. 4).

Таблица 4. Комплексная балльная оценка сортообразцов желтого люпина

Показатели	Владко (контроль)	БГСХА-103	БГСХА-106	БГСХА-110	Соперник	Муза
Урожайность зерна, ц/га	18,5	27,6	28,1	22,5	25,7	21,9
Балл	1	5	6	3	4	2
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	84,2	58,6	57,6	75,2	62,4	77,1
Балл	1	5	6	3	4	2
Выход белка с 1 га, ц	8,2	12,2	12,7	9,7	11,8	10,1
Балл	1	5	6	2	4	3
Распространенность антракноза, %	7,9	18,2	13,0	13,2	9,4	15,1
Балл	6	1	4	3	5	2
Продолжительность вегетационного периода, дн.	105	98	103	94	98	95
Балл	1	3	2	5	3	4
Чистый доход, руб./га	107,4	867,5	909,2	332,6	708,8	282,5
Балл	1	5	6	3	4	2
Уровень рентабельности, %	6,9	53,7	56,1	19,7	44,2	16,7
Балл	1	5	6	3	4	2
Сумма баллов	12	29	36	22	28	17

Сортам, превышающим контрольный сорт по показателям, присваивались баллы от 1 до 6, высший балл получал сортообразец с лучшим показателем. По всей совокупности сортообразцов по рас-

смаатриваемым показателям максимальная сумма баллов у сортообразца БГСХА-106. При этом по пяти показателям из семи данный сортообразец имеет наибольший балл.

По проценту распространения антракноза все образцы уступали сорту-контролю, однако они обладают определенной степенью толерантности, поскольку их урожайность превысила сорт-контроль. Наивысший балл по продолжительности вегетационного периода имели сортообразец БГСХА 110 и сорт Муза, поскольку не имеют бокового ветвления и созревают раньше симподиальных сортообразцов.

### **Заключение**

На основании полученных данных следует отметить, что выделенные нами перспективные сортообразцы и сорта жёлтого люпина в условия северо-восточной части Могилевской области являются рентабельными и превосходят сорт контроль. Наибольший уровень рентабельности и максимальную сумму баллов при комплексной оценке имеет сортообразец БГСХА 106, для которого характерна высокая устойчивость к антракнозу и каждый затраченный рубль на производство зерна приносят 56 коп. прибыли.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Урбан, Э.П. Кормовой белок приобретает значение стратегического сырья [Электронный ресурс] / Э. П. Урбан // Беларусь сегодня. 8 сентября 2022. – Режим доступа: <https://news.sb.by/articles/urban-kormovoy-belok-priobretaet-znachenie-strategicheskogo-syrya.html> – Дата доступа: 30.03.2023.
2. Тарануха, В. Г. Результаты конкурсного и государственного испытания сортов и сортообразцов жёлтого люпина / В. Г. Тарануха, Г. И. Тарануха // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2018. – №2. – С. 61–65.
3. Новик, Н. В. Новые сорта и сортообразцы люпина желтого селекции ВНИИ люпина // Аграрная наука и развитие отраслей сельского хозяйства региона. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 100-летию института. Калуга, 2020. –С. 79–82.
4. Равков, Е. В. Адаптивный потенциал белого люпина в условиях Республики Беларусь / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2019. – №1. – С. 97–100.
5. Тарануха, Г. И. Люпин: биология, селекция и технология возделывания: Учебное пособие для студентов агрономических специальностей / Г. И.Тарануха; БГСХА. – Горки, 2001. – 110 с.
6. Гатальская, Д. В. Результаты рекуррентного отбора на образцах желтого люпина в условиях северо-востока Беларуси/ Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Вестник БГСХА. – 2022. – №3 – С. 60–64.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М. А. Федина. – 1-й вып. – Москва: Колос, 1985. – 281 с.
8. Унифицированный классификатор рода *Lupinus L.* / Ф. И. Привалов [и др.]; РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 63 с.
9. Возделывание кормового люпина на зерно и зеленую массу. Типовые технологические процессы // Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Ин-т аграрной экономики НАН Беларуси, 2005. – С. 304–311.
10. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства: в 2 т. / под ред. Гусакова В. Г. – Минск: Ин-т аграрной экономики НАН Беларуси – Центр аграрной экономики, 2006. – 521 с.
11. Отраслевые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы в сельском хозяйстве / Приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 15.01.2018 № 15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/trud/d9a106c47454c630.html> – Дата доступа: 25.08.2020.
12. Рекомендации по тарификации механизированных и ручных работ в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/information/zarplata/commercial/f09549959cea93d0.html> – Дата доступа: 25.08.2020.

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩИХ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО И КУКУРУЗЫ

О. К. ЛОБАЧ

РУП «Институт защиты растений»,  
аг. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: olga14081979@mail.ru

(Поступила в редакцию 05.01.2024)

В статье представлены результаты исследований о целесообразности осеннего применения глифосата 540 г/л под посев ячменя ярового и кукурузы на зеленую массу. На фоне осеннего применения глифосата 540 г/л прополка ячменя ярового гербицидами Секатор Турбо, МД + 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к.; Балерина, СЭ; Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР позволила получить урожайность ячменя ярового выше на 20,4; 13,5; 14,3 ц/га по сравнению с вариантами без осеннего применения глифосата 540 г/л. В производственных условиях прополка посевов ячменя ярового гербицидом Балерина, СЭ на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л позволила сохранить – 31,0 ц/га зерна. Чистый доход составил 205,4 \$/га, рентабельность – 173,0 %. Применение баковой смеси гербицидов Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР позволило сохранить 35,0 ц/га зерна. Чистый доход составил 232,6 \$/га, рентабельность – 174,0 %.

В посевах кукурузы обработка гербицидом Экстракорн, СЭ на фоне осеннего применения глифосата позволила получить урожай зеленой массы кукурузы выше на 87,2 ц/га по сравнению с вариантами без осеннего применения глифосата. Урожайность зеленой массы кукурузы в вариантах с применением смеси гербицидов Никоган, МД + Трик-П, СЭ и гербицида МайсТер Пауэр, МД на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л существенно не отличается от вариантов, где обработку глифосатом 540 г/л не проводили.

В производственных условиях эффективность гербицида Экстракорн, СЭ на фоне осеннего внесения глифосата составила 94,0 % (по снижению численности) и 96,0 % (по массе), что позволило сохранить 280,0 ц/га зеленой массы кукурузы.

**Ключевые слова:** ячмень яровой, кукуруза, глифосат, эффективность, прополка, сохраненная урожайность.

The article presents the results of research on the feasibility of autumn application of glyphosate 540 g/l for sowing spring barley and corn for green mass. Against the background of the autumn application of glyphosate 540 g/l, weeding of spring barley with herbicides Secateur Turbo, oil dispersion + 2.4-D, 720 g/l, water-soluble concentrate; Ballerina, suspension emulsion; Ballerina, suspension emulsion + Lontrel 300, water solution made it possible to obtain a higher yield of spring barley by 2.04; 1.35; 1.43 t/ha compared to options without autumn application of glyphosate 540 g/l. Under production conditions, weeding of spring barley crops with the herbicide Ballerina, suspension emulsion against the background of the autumn application of glyphosate 540 g/l allowed saving 3.10 t/ha of grain. Net income amounted to 205.4 \$/ha, profitability – 173.0 %. The use of a tank mixture of herbicides Ballerina, suspension emulsion + Lontrel 300, water solution made it possible to save 3.50 t/ha of grain. Net income amounted to 232.6 \$/ha, profitability – 174.0 %.

In corn crops, treatment with the herbicide Extrakorn, suspension emulsion against the background of the autumn application of glyphosate made it possible to obtain a higher yield of green mass of corn by 8.72 t/ha compared to options without the autumn application of glyphosate. The yield of green mass of corn in the variants using a mixture of herbicides Nikogan, oil dispersion + Trik-P, suspension emulsion and the herbicide MaysTer Power, oil dispersion against the background of autumn treatment with glyphosate 540 g/l does not differ significantly from the variants where treatment with glyphosate 540 g/l was not carried out.

Under production conditions, the effectiveness of the herbicide Ekstrakorn, suspension emulsion against the background of the autumn application of glyphosate was 94.0 % (by reduction in number) and 96.0 % (by weight), which made it possible to save 28.0 t/ha of green mass of corn.

**Key words:** spring barley, corn, glyphosate, efficiency, weeding, preserved yield.

### Введение

Эффективность мероприятия по снижению засоренности многолетними сорными растениями посевов культурных растений зависит от уровня углеводов в органах накопления у сорных растений. Отмечено, что в весенний период углеводы перемещаются из листьев к побегам, а в осенний период к стеблям или корням. Применение гербицидов будет эффективным, если время их внесения совпадает с периодом перемещения углеводов к запасующим органам растения, в этом случае гербициды будут перемещаться вместе с углеводами по всему растению, включая стебли, листья и корневую систему. Движение углеводов у всех многолетних сорных растений происходит одинаково, однако время перемещения углеводов в органы накопления отличается у разных видов из-за периодов роста. Например, пырей ползучий начинает расти раньше, чем бодяк полевой или вьюнок полевой [1].

Кроме того, обладая аллелопатической способностью, сорные растения уже до прополки наносят 50 % потенциального вреда урожаю [2].

Следует отметить, что планируемая гербицидная прополка в период вегетации культур не всегда может компенсировать потери урожая, закладываемого в начальный период роста и развития культур.

Учитывая биологические особенности многолетних сорных растений эффективным приемом для их уничтожения, является осеннее применение глифосатсодержащих гербицидов на полях, предназначенных под посев сельскохозяйственных культур [1, 3, 4].

Цель статьи – обоснование целесообразности применения глифосатсодержащих гербицидов в послеуборочный период для снижения вредоносности многолетних сорных растений в посевах ячменя ярового и кукурузы.

### Основная часть

Для оценки эффективности глифосатсодержащих гербицидов важно установить продолжительность гербицидного действия на засоренность многолетними сорными растениями посевов последующих культур.

С этой целью в 2018 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» на стерне зерновых культур внесли глифосат 540 г/л в норме расхода 3,5 л/га. На данном участке численность всех сорных растений до обработки составила 82,0 шт/м<sup>2</sup>, из них многолетних – 52,5 шт/м<sup>2</sup>, однолетних – 29,5 шт/м<sup>2</sup>. Многолетние однодольные представлены пыреем ползучим – 30,0 стеблей/м<sup>2</sup>, многолетние двудольные осотом полевым (11,0 шт/м<sup>2</sup>), бодяком полевым (3,5 шт/м<sup>2</sup>), мятой полевой (5,0 шт/м<sup>2</sup>), чистецом болотным (3,0 шт/м<sup>2</sup>).

Через месяц после обработки все сорные растения погибли на 93,5 %, их масса уменьшилась на 94,6 %. Биологическая эффективность по отношению к пырею ползучему и осоту полевому была на уровне 100 %. Бодяк полевой погиб на 77,8 %, его масса уменьшилась на 91,0 %. Численность чистеца болотного снизилась на 54,5 %, его масса – на 88,2 %, гибель мяты составила 96,6 %, при снижении вегетативной массы 94,8 %.

На следующий год данный участок разбивался на 2 части, на одной из частей возделывали кукурузу на зеленую массу, на другой ячмень яровой по общепринятой технологии. Против однолетних двудольных была проведена фоновая обработка в посевах ячменя ярового гербицидом 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к. в норме 1,0 л/га; в посевах кукурузы (до всходов) против однолетних сорных растений фоном вносили гербицид Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га.

Осеннее применение глифосата 540 г/л позволило в течение периода вегетации кукурузы, снизить численность и массу многолетних сорных растений на 93,6 % и 96,7 % и сохранить 342,5 ц/га зеленой массы кукурузы.

На фоне осеннего применения глифосата 540 г/л посеvy ячменя ярового оставались чистыми от многолетних сорных растений на протяжении всего вегетационного периода, это позволило получить 52,4 ц/га зерна и сохранить 13,7 ц/га зерна, по сравнению с урожайностью зерна в контрольном варианте (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая и хозяйственная эффективность осеннего применения глифосата 540 г/л (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Снижение сорных растений, % к контролю без обработки		Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	численности	массы		
Посевы кукурузы на зеленую массу				
Контроль без осенней обработки глифосатом*	231,5	308,8	98,8	–
на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л – 3,5 л/га	93,6	96,7	441,3	342,5
НСР <sub>05</sub>	66,7			
Посевы ячменя ярового				
Контроль без осенней обработки глифосатом *	49,5	98,0	38,7	–
на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л – 3,5 л/га	100	100	52,4	13,7
НСР <sub>05</sub>	5,38			

Примечание: \* в контроле без обработки – численность сорняков, шт./м<sup>2</sup> и масса, г/м<sup>2</sup>.

В 2020 г. исследования были направлены не только на изучение продолжительности действия глифосата 540 г/л, но и оценку эффективности применения гербицидной прополки в период вегетации ячменя ярового и кукурузы на зеленую массу на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л.

В контроле без обработки гербицидами насчитывалось 400,0 шт/м<sup>2</sup> сорных растений массой – 968,0 г/м<sup>2</sup>. После обработки ячменя ярового в фазе кущения смесью гербицидов Секатор Турбо, МД + 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к. численность всех сорных растений снизилась на 65,0 %, их масса – на 61,8 %. В вариантах с применением гербицида Балерина, СЭ численность всех сорных растений снизилась на 59,5 %, их масса – на 54,6 %, при применении смеси гербицидов Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР их численность снизилась на 66,8 %, масса – на 57,7 %. Недостаточно высокая эффективность гербицидной прополки посевов ячменя ярового в вариантах, без осенней обработки глифосатом, обусловлена высокой численностью пырея ползучего, которая составила 171 стебель/м<sup>2</sup> массой – 553,0 г/м<sup>2</sup>. Прополка ячменя ярового гербицидами при данной схеме опыта позволила сохранить 10,1; 7,6; 11,7 ц/га зерна (при уровне урожайности зерна в контроле без обработки 28,4 ц/га).

При аналогичной схеме применения гербицидов, но на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л эффективность гербицидов была выше и составила 93,3–94,8 % по снижению численности и 93,5–95,2 % – массы, сохраненная урожайность составила 30,5; 21,1; 26,6 ц/га соответственно схеме опыта (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность применения гербицидной прополки в период вегетации ячменя ярового на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Снижение сорных растений, % к контролю без обработки		Урожайность, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	численности	массы		
Контроль без обработки, (шт., г/м <sup>2</sup> )	400,0	968,0	28,4	–
Без осеннего применения глифосата				
Секатор Турбо, МД – 0,1 л/га + 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к. – 0,8 л/га	65,0	61,8	38,5	10,1
Балерина, СЭ – 0,5 л/га	59,5	54,6	36,1	7,6
Балерина, СЭ – 0,3 л/га + Лонтрел 300, ВР – 0,16 л/га	66,8	57,7	40,6	11,7
На фоне осеннего применения глифосата 540 г/л – 3,5 л/га				
Секатор Турбо, МД – 0,1 л/га + 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к. – 0,8 л/га	94,0	94,6	58,9	30,5
Балерина, СЭ – 0,5 л/га	93,3	93,5	49,5	21,1
Балерина, СЭ – 0,3 л/га + Лонтрел 300, ВР – 0,16 л/га	94,8	95,2	55,0	26,6
НСР <sub>05</sub>			2,2	

В производственных условиях СПК «колхоз «Родина», Бельничского района, Могилевской области прополка посевов гербицидом Балерина, СЭ в фазу кушения ячменя ярового на фоне осеннего применения гербицида Спрут Экстра, ВР позволила снизить численность и массу всех сорных растений на 97,8 % и 98,0 % и сохранить 31,0 ц/га зерна при урожайности ячменя ярового 52,0 ц/га. Чистый доход составил 205,4 \$/га, рентабельность – 173,0 %.

Эффективность баковой смеси гербицидов Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР на данном участке составляла 98,0 %. Это позволило сохранить 35,0 ц/га зерна при урожайности – 56,0 ц/га. Чистый доход составил 232,6 \$/га, рентабельность – 174,0 %.

В посевах ячменя ярового, возделываемого на участке без осеннего внесения глифосата, эффективность гербицида Балерина, СЭ была ниже и составила 65,0 % по снижению численности сорных растений и 61,0 % по снижению их массы. Урожайность зерна ячменя ярового на данном участке составила 29,0 ц/га, сохраненная урожайность 8 ц/га. Чистый доход составил 48,0 \$/га, рентабельность 134,5 %.

После применения баковой смеси гербицидов Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР численность и масса сорных растений в посевах ячменя ярового снизились на 72,0 % и 65,0 %. Урожайность зерна составила 31,0 ц/га, сохраненная урожайность – 10,0 ц/га. Чистый доход составил 60,0 \$/га, рентабельность – 136,0 %.

В посевах кукурузы в контроле без обработки насчитывалось 612,0 шт/м<sup>2</sup> сорных растений, с массой 2363,0 г/м<sup>2</sup>. Численность сорных растений после прополки гербицидами Никоган, МД + Трик-П, СЭ; МайсТер Пауэр, МД, применяемых в фазе 3–5 листьев и гербицида Экстракорн, СЭ, в фазе 2–3 листа кукурузы, снизилась на 90,2; 94,6; 41,3 %, их масса – на 96,4; 92,1; 62,2 % соответственно. Недостаточно высокая эффективность гербицидной прополки посевов кукурузы в варианте с применением гербицида Экстракорн, СЭ обусловлена высокой численностью многолетних сорных растений. Прополка кукурузы гербицидами позволила сохранить 433,0; 435,8; 377,8 ц/га зеленой массы кукурузы, соответственно схеме опыта.

При аналогичной схеме применения гербицидов, но на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л, их эффективность по снижению численности и массы составила 91,8–94,7 % и 95,2–96,4 %, что позволило получить 625,0–668,0 ц/га зеленой массы. При этом урожайность зеленой массы кукурузы в вариантах с применением смеси гербицидов Никоган, МД + Трик-П, СЭ и гербицида МайсТер Пауэр, на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л существенно не отличается от вариантов, где обработку глифосатом 540 г/л не проводили. Применение гербицида Экстракорн, СЭ на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л позволило получить урожайность зеленой массы кукурузы выше на 87,2 ц/га по сравнению с вариантом без применения глифосата (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность применения гербицидной прополки в период вегетации кукурузы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Снижение сорных растений, % к контролю без обработки		Урожайность зеленой массы, ц/га	Сохраненная урожайность, ц/га
	численности	массы		
Контроль без обработки, шт., г/м <sup>2</sup>	612,0	2363,0	160,0	–
Без осеннего применения глифосата				
Никоган, МД + Трик-П, СЭ – 1,3 л/га + 2,3 л/га	90,2	96,4	593,0	433,0
МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га	94,6	92,1	595,8	435,8
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га	41,3	62,2	537,8	377,8
На фоне осеннего применения глифосата 540 г/л – 3,5 л/га				
Никоган, МД + Трик-П, СЭ – 1,3 л/га + 2,3 л/га	91,8	95,2	655,0	495,0
МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га	94,7	95,5	668,0	508,0
Экстракорн, СЭ – 4,0 л/га	94,1	96,4	625,0	465,0
НСР <sub>05</sub>			77,9	

В производственных условиях ОАО «Новая Жизнь», Несвижского района, Минской области, в 2020 г. в посевах кукурузы, возделываемой на зеленую массу, после применения гербицида Экстракорн, СЭ, на фоне осеннего внесения глифосата Аристократ Супер, ВР – 3,0 л/га численность сорных растений снизилась на 94,0 %, масса – на 96,0 %, что позволило сохранить 280,0 ц/га зеленой массы кукурузы.

На участке без осеннего внесения глифосата эффективность гербицида Экстракорн, СЭ была ниже и составила 59,0 % по снижению численности и 63,0 % – массы сорных растений. Урожайность зеленой массы кукурузы составила 378,0 ц/га, сохраненная урожайность – 166,0 ц/га.

#### **Заключение**

Прополка ячменя ярового в период вегетации гербицидами Секатор Турбо, МД, (0,1 л/га) + 2,4-Д, 720 г/л, в.р.к. (0,8 л/га); Балерина, СЭ (0,5 л/га); Балерина, СЭ (0,3 л/га) + Лонтрел 300, ВР (0,16 л/га) на фоне осеннего применения глифосата 540 г/л, ВР целесообразна, так как это позволило снизить численность сорных растений на 94,0; 93,3; 94,8 % и получить урожайность зерна ячменя ярового выше на 20,4; 13,5; 14,9 ц/га по сравнению с вариантами без осеннего применения глифосата.

В производственных условиях 2021 г., на фоне осеннего применения гербицида Спрут Экстра, ВР, прополка посевов ячменя ярового гербицидом Балерина, СЭ позволила снизить численность и массу всех сорных растений на 97,8 % и 98,0 % и обеспечить сохраненную урожайность зерна – 31,0 ц/га. Чистый доход составил 205,4 \$/га, рентабельность – 173,0 %. Прополка смесью гербицидов Балерина, СЭ + Лонтрел 300, ВР на фоне осеннего применения гербицида Спрут Экстра, ВР позволила сохранить урожайность зерна – 35,0 ц/га. Чистый доход составил 232,6 \$/га, рентабельность – 174,0 %.

В посевах кукурузы применение гербицида Экстракорн, СЭ целесообразно на фоне осенней обработки глифосатом 540 г/л, так как спектр действия данного гербицида не направлен на уничтожение многолетних сорных растений. Урожайность зеленой массы кукурузы в данном варианте опыта выше на 87,2 ц/га по сравнению с вариантом без осеннего применения глифосата. Прополку кукурузы на зеленую массу смесью гербицидов Никоган, МД + Трик-П, СЭ и гербицидом МайсТер Пауэр, МД целесообразно проводить, без осеннего применения глифосата 540 г/л, так как существенной разницы между вариантами их применения на фоне глифосата и без не наблюдалось.

В производственных условиях 2020 г. биологическая эффективность гербицида Экстракорн, СЭ, применяемого в период вегетации в фазе 2–3 листа кукурузы на фоне осеннего внесения глифосата составила 94,0 % (по снижению численности) и 96,0 % (по массе), это позволило получить урожайность зеленой массы кукурузы 492,0 ц/га и сохранить 280 ц/га.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Андерсон, Р. Систематический подход к борьбе с многолетними сорняками / Р. Андерсон // *Зерно*. – 2007. – № 6. – С. 71–75.
2. Баздырев, Г. И. Сорные растения и борьба с ними / Г. И. Баздырев, Б. А. Смирнов. – М.: Моск. рабочий, 1985. – 190 с.
3. Сорока, С. В. Эффективность химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси / С. В. Сорока; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2018. – 188 с.
4. Саскевич, П. А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков, С. В. Сорока. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 238 с.

## СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО МЕТОДОМ МУТАГЕНЕЗА

Д. В. ГАТАЛЬСКАЯ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: dashahatalskaya95@gmail.com

(Поступила в редакцию 05.01.2024)

Существующий дефицит белка по экспертным оценкам в стране составляет 25–30 % от общей потребности, что снижает продуктивность животных и качество продукции, ведет к перерасходу кормов и увеличению себестоимости продукции. В себестоимости животноводческой продукции на корма приходится 70 %, а в стоимости комбикормов самой дорогой составляющей является белковая. Решение белковой проблемы и снижение себестоимости в производстве животноводческой продукции, которая будет конкурентноспособной на продовольственном мировом рынке возможно только при собственном возделывании зернобобовых культур, например люпина. Для увеличения площадей люпина желтого в Беларуси необходимы новые, устойчивые к болезням, скороспелые, высокоурожайные, экологически стабильные и пластичные сорта разных направлений хозяйственного использования. Индуцированный мутагенез является одним из методов, позволяющих увеличить генетическое разнообразие исходного материала для создания сортов, и по мнению ряда исследователей, метод особенно эффективен в селекции зернобобовых культур.

Для получения мутантных форм люпина желтого произведена их радиационная обработка гамма-излучением кобальт-60 без непосредственного контакта, в двух вариантах с дозой облучения  $250 \pm 37$  Гр и  $500 \pm 75$  Гр. В питомнике мутантов  $M_1$  до фазы цветения наблюдалась гибель растений, 8 вариантов погибли полностью. В питомнике мутантов  $M_1$  и  $M_2$  наблюдалась депрессия по основным хозяйственно полезным показателям, однако нами были выделены формы с одновременным цветением главной и боковых кистей, формы с завязыванием двух бобов в листовой пазухе и формы с оранжевой и белесой окраской цветка, с новой окраской семян. Данный материал был высеван линейно с целью дальнейшего исследования в последующих поколениях.

**Ключевые слова:** люпин жёлтый, мутантные формы, радиационная обработка.

According to expert estimates, the existing protein deficit in the country is 25–30 % of the total requirement, which reduces animal productivity and product quality, leads to overconsumption of feed and increased production costs. Feed accounts for 70 % of the cost of livestock products, and protein is the most expensive component of the cost of compound feed. Solving the protein problem and reducing costs in the production of livestock products that will be competitive in the world food market is possible only with our own cultivation of leguminous crops, such as lupine. To increase the area of yellow lupine in Belarus, new, disease-resistant, early-ripening, high-yielding, environmentally stable and flexible varieties of different types of economic use are needed. Induced mutagenesis is one of the methods that allows increasing the genetic diversity of the starting material for creating varieties, and according to a number of researchers, the method is especially effective in the breeding of leguminous crops.

To obtain mutant forms of yellow lupine, they were irradiated with cobalt-60 gamma radiation without direct contact, in two versions with an irradiation dose of  $250 \pm 37$  Gy and  $500 \pm 75$  Gy. In the nursery of  $M_1$  mutants, plant death was observed before the flowering phase; 8 variants died completely. In the nursery of mutants  $M_1$  and  $M_2$ , depression was observed in the main economically useful indicators, however, we identified forms with simultaneous flowering of the main and lateral racemes, forms with the setting of two beans in the leaf axil and forms with orange and whitish flower color, with a new color of seeds. This material was sown linearly for the purpose of further research in subsequent generations.

**Key words:** yellow lupine, mutant forms, radiation treatment.

### Введение

Сельское хозяйство республики ориентировано на производство молока и мяса. Поэтому главной задачей является обеспечение животноводства дешевыми полноценными кормами в достаточном объеме. Существующий дефицит белка по экспертным оценкам в стране составляет 25–30 % от общей потребности, что снижает продуктивность животных и качество продукции, ведет к перерасходу кормов и увеличению себестоимости продукции. В себестоимости животноводческой продукции на корма приходится 70 %, а в стоимости комбикормов самой дорогой составляющей является белковая [1]. Решение белковой проблемы и снижение себестоимости в производстве животноводческой продукции, которая будет конкурентноспособной на продовольственном мировом рынке возможно только при собственном возделывании зернобобовых культур [2]. Люпин в этом плане является уникальной культурой, так как обладает протеиновой сбалансированностью для всех видов животных и птицы, содержит самый высокий процент белка в зерне, а антипитательных веществ, таких как ингибиторы трипсина в 100 раз ниже, чем в сое, что обуславливает его высокую переваримость и позволяет использовать в корм животным без предварительной термической обработки. Основой совершенствования люпиносеяния, повышения его эффективности являются сорта [3]. Для увеличения площадей люпина желтого в Беларуси необходимы новые, устойчивые к болезням, скороспелые, высоко-

урожайные, экологически стабильные и пластичные сорта разных направлений хозяйственного использования. Индуцированный мутагенез является одним из методов, позволяющих увеличить генетическое разнообразие исходного материала для создания сортов. Всего в мире с применением экспериментального мутагенеза выведено более 1,5 тысячи сортов сельскохозяйственных растений, и по мнению ряда исследователей, метод особенно эффективен в селекции зернобобовых культур на скороспелость, улучшение химического состава, повышении устойчивости к болезням, изменчивости количественных признаков в популяциях растений [4–6]. Например, в 1927–1928 гг. в Германии Зенгбушем было найдено 3 практически безалколоидных растения желтого люпина, в 1939 г. Троллем найдена мутация, определяющая образование у люпина желтого гладких бобов, благодаря чему ускоряется созревание. В ряде работ показано, что действие мутагенных факторов приводит к появлению ряда новых признаков у люпина: мягкокожурость семян, нерастрескиваемость бобов, быстрые темпы начального роста [7].

#### **Основная часть**

В наших исследованиях представлены результаты создания и оценки образцов люпина желтого, полученных при радиационной обработке гамма-излучением кобальт-60 в 2020 г., с 2020 по 2022 гг. Целью наших исследований являлось получить мутантные формы с различной степенью редуцирования бокового ветвления и оценить полученные образцы по комплексу хозяйственно полезных признаков.

Для получения мутантных форм люпина желтого произведена их радиационная обработка гамма-излучением кобальт-60 без непосредственного контакта, с дозой облучения  $250 \pm 37$  Гр и  $500 \pm 75$  Гр в государственном научном учреждении «Объединённый институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук (Технологический паспорт радиационной обработки №1 от 17 апреля 2020 г., согласно договору №20/25-50 от 15.04.2020 г.).

Площадь питания в питомнике исходного материала составлял  $20 \times 5$  см с раскладкой семян вручную под маркер. Размер учетной делянки зависел от количества семян и составлял 1–1,5 м<sup>2</sup>. Длину вегетационного периода подсчитывали со дня посева до стадии полной спелости. Определяли индивидуальную продуктивность отобранных растений.

Объектом исследований являлись сортообразцы и сорта люпина желтого (*Lupinus luteus* L.). С целью получения мутантных форм семена сорта Владко (обычный морфотип), сортообразцы конкурсного сортоиспытания (обычный морфотип) и сортообразцы БГСХА 82, БГСХА 109, БГСХА 110, БГСХА 112 (эпигональный морфотип) – подвергли гамма-излучению кобальт-60 без непосредственного контакта, с дозой облучения  $250 \pm 37$  Гр и  $500 \pm 75$  Гр. В качестве контроля использовали необлученные семена.

Всходы начали появляться 12 мая, на девятнадцатый день после посева был проведен их первый подсчет из-за неравномерности всходов. Во всех вариантах семядольные листья были более мелкие, чем у контроля. В фазу розетки количество растений сильно сократилось, растения отставали в росте и усыхали, без видимых признаков повреждения. Такое же явление наблюдалась в фазу стеблевания. Растения более продолжительное время оставались в фазе розетки, а затем погибали. Частичная гибель растений наблюдалась до фазы цветения.

В контрольных вариантах полевая всхожесть варьировала от 91,7 до 99,2 %. В вариантах с дозой облучения  $250 \pm 37$  Гр минимальным данный показатель был у сортообразца БГСХА 89 (55,8 %), максимальным у сортообразца БГСХА 103 (96,7 %). В вариантах с дозой облучения  $500 \pm 75$  Гр минимальным данный показатель был у сортообразца БГСХА 89 (52,5 %), максимальным у сортообразца БГСХА 110 (92,0 %). Угнетающее действие высоких доз облучения проявлялось и на последующих этапах онтогенеза. Облучение семян изменило сроки наступления и продолжительность фаз люпина. Варианты с облучением в начальные фазы характеризовались задержкой развития растений. Так, в поколении M<sub>1</sub> с опозданием на 7–12 дней от исходной формы зацветали и с такой же задержкой вступали в фазу созревания без различий между вариантами опыта. Высота растений к моменту созревания семян в вариантах опыта была значительно ниже, по отношению к высоте растений контроля. В фазу цветения наблюдалось значительное поражение антракнозом, что привело к полной гибели 8 вариантов (табл. 1).

Выживаемость растений у контрольных образцов варьировала от 60,5 до 87,9 %. У вариантов с обработкой  $250 \pm 37$  Гр была значительно ниже и колебалась от 0 у БГСХА 111 до 22,9% у БГСХА 112. У вариантов с обработкой  $500 \pm 75$  Гр была самой низкой, от 0 у БГСХА 97, БГСХА 87, БГСХА 88, БГСХА 99, БГСХА 105, БГСХА 109 и БГСХА 111 до 12,6% у БГСХА 100.

Таблица 1. Полевая всхожесть и выживаемость мутантов М<sub>1</sub> люпина желтого

Образец	Вариант					
	контроль		250 Гр		500 Гр	
	полевая всхожесть, %	выживаемость, %	полевая всхожесть, %	выживаемость, %	полевая всхожесть, %	выживаемость, %
Еврантус	98,3	66,1	82,5	16,2	80,8	5,2
БГСХА 67	95,0	80,7	71,7	15,1	68,3	9,8
Владко	97,5	75,2	73,3	14,8	74,2	6,7
БГСХА 97	93,3	73,2	67,5	13,6	66,7	0,0
БГСХА 87	99,2	71,4	60,8	20,5	72,5	0,0
БГСХА 81	96,7	62,1	60,8	21,9	68,3	8,5
БГСХА 82	95,0	68,4	92,4	12,1	83,2	5,3
БГСХА 99	95,0	73,7	85,8	13,6	90,8	0,0
БГСХА 88	95,8	67,8	75,8	14,3	67,5	0,0
БГСХА 89	98,3	74,6	55,8	14,9	52,5	6,3
БГСХА 91	96,7	62,1	62,5	16,0	65,8	10,1
БГСХА 92	99,2	60,5	83,3	10,0	73,3	3,4
БГСХА 98	96,7	87,9	87,2	6,0	89,2	5,4
БГСХА 100	96,7	75,9	69,2	14,5	72,5	12,6
БГСХА 101	97,5	76,9	69,2	13,3	75,0	12,2
БГСХА 102	99,2	80,7	85,0	10,8	90,0	8,3
БГСХА 103	97,5	71,8	96,7	9,5	85,8	7,8
БГСХА 104	91,7	80,0	93,3	11,6	89,2	10,3
БГСХА 105	92,5	81,1	69,2	18,1	64,2	0,0
БГСХА 106	96,7	72,4	88,3	11,3	85,0	9,8
БГСХА 107	94,2	86,7	86,7	12,5	85,8	10,7
БГСХА 108	97,5	73,5	74,2	13,5	75,0	10,0
БГСХА 109	98,3	79,7	86,0	6,5	90,0	0,0
БГСХА 110	98,3	86,4	91,2	9,6	92,0	3,0
БГСХА 111	96,7	86,2	91,7	0,0	89,2	0,0
БГСХА 112	93,3	85,7	90,8	22,9	86,8	3,2
X min	91,7	60,5	55,8	0,0	52,5	0,0
X max	99,2	87,9	96,7	22,9	92,0	12,6

В поколении М<sub>2</sub> (табл. 2) влияние облучения оставалось заметным у всех исследованных образцов, однако проявилось оно по-разному. У многих образцов было заметно некоторое восстановление по высоте растений, однако значения большинства показателей, в том числе количество бобов и семян, оставались ниже контроля.

Нами были выделены образцы с оранжевой и белесой окраской цветка (рис. 1 и рис. 2).



Рис. 1. Образец с оранжевой окраской цветка



Рис. 2. Образец с белесой окраской цветка

Таблица 2. Структура урожайности образцов люпина желтого в питомнике мутантов (M<sub>2</sub>)

Сортообразец	Вариант																	
	Контроль						250 гр						500 гр					
	высота, см		бобов на растении, шт.		семян на растении, шт.		высота, см		бобов на растении, шт.		семян на растении, шт.		высота, см		бобов на растении, шт.		семян на растении, шт.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %																
Еврантус	58,2±0,7	5,8	12,0±0,6	23,6	46,3±2,4	26,4	58,0±0,7	7,6	7,6±0,3	21,7	19,2±1	33,1	54,3±1,5	8,9	6,6±0,5	23,9	17,8±2,9	50,8
БГСХА 67	43,7±1,2	13,8	13,8±1,1	38,8	47,0±3,7	39,7	54,0±0,3	6,9	7,0±0,4	32,8	17,7±1,2	38,6	54,4±2,4	14,0	6,4±0,7	32,3	18,2±2,7	46,2
Владко	53,2±0,8	7,9	11,5±0,7	29,0	42,1±2,6	30,4	54,4±0,2	6,2	5,3±0,9	56,3	12,6±1,9	47,6	56,5±1,5	8,4	5,0±0,6	37,7	10,6±1,4	40,3
БГСХА 97	49,4±1,0	9,7	14,0±0,7	23,2	51,6±2,6	24,7	51,3±0,2	7,1	7,3±0,7	28,2	16,7±2,0	38,5	–	–	–	–	–	–
БГСХА 87	49,1±1,1	11,5	9,6±0,5	23,9	29,8±1,6	26,7	51,3±0,4	9,2	6,6±0,3	33,3	14,2±0,7	37,2	–	–	–	–	–	–
БГСХА 81	57,6±1,0	8,3	13,2±0,7	28,5	47,9±2,3	24,3	54,5±0,3	8,4	6,3±0,4	42,4	15,0±1,3	55,5	58,5±0,9	4,9	7,8±0,6	24,0	16,9±1,6	29,6
БГСХА 82	49,9±1,1	11,0	10,3±0,6	30,9	32,0±1,6	25,0	49,8±0,2	5,8	6,8±0,5	44,1	17,8±1,3	46,3	51,2±0,9	5,3	7,3±0,7	31,7	16,1±1,7	33,1
БГСХА 99	50,9±1,0	9,5	11,2±0,9	41,3	36,0±2,8	38,3	50,0±0,5	12,1	7,4±0,4	30,9	18,3±1,3	37,7	–	–	–	–	–	–
БГСХА 88	56,8±0,9	7,8	14,2±0,6	21,6	51,4±2,0	19,4	52,5±0,2	5,5	5,9±0,5	38,9	14,0±1,9	60,6	–	–	–	–	–	–
БГСХА 89	56,4±0,9	8,3	16,5±0,9	27,4	57,3±3,5	30,3	50,3±0,4	9,8	6,2±0,7	49,3	14,0±2,0	63,3	38,8±2,2	12,4	5,4±1,3	54,9	11,8±2,2	42,1
БГСХА 91	55,2±0,8	7,0	15,4±0,7	23,3	56,1±2,5	22,3	54,9±0,2	4,8	7,1±0,6	49,5	17,2±1,8	55,8	48,8±0,9	8,0	7,1±0,7	42,1	13,8±1,4	47,0
БГСХА 92	53,3±1,1	10,1	12,8±0,6	22,2	46,6±2,2	24,0	52,6±0,4	8,9	7,7±0,9	52,1	15,5±2,1	61,2	54,4±1,1	6,6	6,0±0,7	35,1	11,9±1,2	32,5
БГСХА 98	55,4±0,6	5,0	12,6±0,4	17,1	43,6±1,5	17,3	48,1±0,4	11,3	7,1±0,4	32,6	17,0±1,1	37,0	48,1±0,1	6,9	7,1±0,5	46,7	17,9±0,3	34,4
БГСХА 100	57,3±0,8	7,1	12,0±0,6	25,1	43,9±2,3	25,8	48,2±0,7	18,9	6,0±0,5	39,0	14,0±1,7	53,7	53,6±2,0	14,8	10,3±0,9	33,3	23,7±2,5	42,2
БГСХА 101	52,4±1,0	9,9	12,0±0,6	24,3	44,9±2,2	24,4	57,6±0,2	7,7	7,9±0,8	32,9	17,6±2,5	45,2	59,0±0,5	2,9	9,4±1,1	38,3	20,2±2,2	34,9
БГСХА 102	63,6±1,0	7,6	15,8±0,8	25,8	60,8±3,2	26,3	58,4±0,1	4,7	10,2±1,2	37,5	24,6±3,6	46,6	63,0±1,0	5,0	10,0±0,7	23,6	26,4±1,9	22,2
БГСХА 103	63,8±1,2	9,7	16,5±0,9	27,2	57,4±3,4	30,0	60,4±0,2	5,1	8,0±0,8	30,6	19,4±2,9	47,4	64,3±1,4	6,8	9,8±0,8	24,9	17,4±1,7	31,5
БГСХА 104	57,4±0,9	7,5	16,6±1,0	29,8	56,9±3,4	30,3	60,4±0,2	6,3	9,6±0,8	25,1	18,4±2,0	33,8	56,0±0,8	4,5	8,7±0,8	29,2	18,9±2,3	37,8
БГСХА 105	65,9±0,8	5,8	17,5±0,8	21,8	62,8±3,0	24,2	64,8±0,2	7,3	7,9±0,6	35,1	16,7±2,0	52,4	–	–	–	–	–	–
БГСХА 106	64,2±0,7	5,6	15,4±1,1	35,5	55,9±4,1	36,8	63,8±0,3	7,3	9,3±0,6	29,3	22,4±2,1	42,4	61,0±1,0	5,1	7,3±0,8	35,4	13,4±1,6	37,1
БГСХА 107	66,1±0,9	6,8	17,6±1,0	28,1	64,7±3,4	26,4	58,9±0,2	7,0	7,0±0,5	35,0	16,5±1,5	40,6	55,1±1,5	12,0	5,4±0,8	65,9	11,4±1,8	69,2
БГСХА 108	57,3±0,8	6,6	12,3±0,5	18,7	46,7±1,7	18,7	54,0±0,3	6,4	6,6±0,5	38,9	14,5±1,1	42,8	55,0±1,2	6,9	7,6±0,8	34,1	17,7±2,2	39,9
БГСХА 109	59,8±0,9	7,4	11,0±0,4	16,0	39,4±1,6	20,1	51,0±0,3	11,1	5,8±0,4	34,0	15,6±0,8	29,4	–	–	–	–	–	–
БГСХА 110	57,0±1,0	9,2	13,5±0,8	27,8	43,5±2,1	24,6	50,0±0,4	9,3	5,8±0,4	36,9	15,3±1,2	42,1	52,3±1,2	12,7	5,0±0,4	44,6	14,1±1,2	46,7
БГСХА 111	61,8±1,0	8,3	14,1±0,9	30,2	53,4±3,2	29,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
БГСХА 112	59,1±0,7	6,3	13,8±0,6	22,2	46,8±2,0	21,4	58,6±0,3	7,1	7,0±0,3	29,0	19,0±1,1	40,8	52,3±1,2	9,4	8,6±0,4	35,1	18,8±0,9	38,1

Коэффициент вариации по признаку количество семян и количество бобов на растении превышал 20 %, что означает, что варьирование данных признаков сильное. Результаты проведенного опыта показали, что основные элементы структуры урожайности семян (число бобов и семян на растении) характеризуются высокой модификационной изменчивостью.

В питомнике мутантов ( $M_2$ ) выполнены индивидуальные отборы лучших по продуктивности растений и растений, отличающихся от родительских форм по морфологическим признакам. Данный материал был размножен линейно с целью размножения и изучения в последующих поколениях.



Рис. 3. №107СП



Рис. 4. №365СП



Рис. 5. №230 СП



Рис. 6. №109 СП

В питомнике мутантов ( $M_3$ ) были выделены образцы, отличающиеся по морфологическим признакам от родительских форм.

№ 107СП (рис. 3). Семена тёмно-серые, рисунок загущенный, к семядолям желто-коричневый, полулунный просвет хорошо выражен, окраска цветков жёлтая, кончик лодочки сине-черный. Стебель зеленый, хорошо облиственный. Бобы средней длины, нерастрескивающиеся. Тип ветвления симподиальный. Продолжительность вегетационного периода 100 дней. Индивидуальная продуктивность 5,7 г, масса 1000 семян 140 г.

№365 СП (рис. 4). Семена тёмно-серые, рисунок загущенный, полулунный просвет хорошо выражен, окраска цветков жёлтая, кончик лодочки сине-черный. Стебель зеленый, хорошо облиственный. Бобы средней длины, нерастрескивающиеся. Тип ветвления эпигональный, в пазухах листа завязывается не один, а два боба. Продолжительность вегетационного периода 100 дней. Индивидуальная продуктивность 5,2 г, масса 1000 семян 142 г.

№ 109 СП (рис. 5). Семена тёмно-серые, рисунок загущенный, к семядолям желто-коричневый, полулунный просвет хорошо выражен, окраска цветков жёлтая, кончик лодочки сине-черный. Стебель зеленый, хорошо облиственный. Бобы средней длины, нерастрескивающиеся. Тип ветвления эпигональный. Продолжительность вегетационного периода 92 дня. Индивидуальная продуктивность 4,5 г, масса 1000 семян 138 г.

№ 230 СП (рис. 6). Семена тёмно-серые, рисунок загущенный, полулунный просвет хорошо выражен, окраска цветков жёлтая, в пазухах листа образуются укороченные боковые кисти, которые созревают одновременно с центральной кистью, кончик лодочки сине-черный. Стебель зеленый, хорошо облиственный. Бобы средней длины, нерастрескивающиеся. Тип ветвления симподиальный. Продолжительность вегетационного периода 102 дня. Индивидуальная продуктивность 5,4 г, масса 1000 семян 136 г.

## Заключение

Облучение семян влияет на элементы семенной продуктивности растений в поколениях  $M_1$  и  $M_2$  и наблюдается депрессия по основным хозяйственно-полезным признакам. Доза 250 Гр оказалась губительна для образца БГСХА 111, а доза  $500 \pm 75$  Гр для 7 образцов БГСХА 97, БГСХА 87, БГСХА 88, БГСХА 99, БГСХА 105, БГСХА 109 и БГСХА 111. Вместе с тем нами была выделена форма с одновременным цветением главной и боковых кистей №230 СП, формы с завязыванием двух бобов в листовых пазухах №365 СП, формы с оранжевой и белесой окраской цветка, с новой окраской семян и симподиальным типом ветвления №107 СП, с новой окраской семян и эпигональным типом ветвления №109 СП. Данный материал был высеян линейно с целью дальнейшего исследования в последующих поколениях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Равков, Е. В. Распространение антракноза и ориентировочные потери урожая люпина белого в питомнике исходного материала / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина, Р. Н. Ковтун // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Мастеров А. С. [и др.]. – Горки, 2022. – С. 214–217.
2. Малышкина, Ю. С. Результаты оценки коллекции люпина узколистного на семенную продуктивность в условиях северо-востока Беларуси / Ю. С. Малышкина, П. С. Емельяничкова // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Мастеров А. С. [и др.]. – Горки, 2022. – С. 149–154.
3. Новик, Н. В. Новые сорта и сортообразцы люпина желтого селекции ВНИИ люпина // Аграрная наука и развитие отраслей сельского хозяйства региона. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 100-летию института. Калуга, 2020. – С. 79–82.
4. Анохина, В. С. Люпин: селекция, генетика, эволюция / В. С. Анохина, Г. А. Дебелый, П. М. Конорев; рец.: Л. В. Хотылева, Л. Н. Каминская. – Минск: БГУ, 2012. – 197–201 с.
5. Бернацкая, М. Л., Шошина З. В., Иванченкова Т. И. Использование химических мутагенов в селекции люпина желтого // Ускорение научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе Брянской области: Тез. докл. науч.-практ. конференции. Брянск, 1992. – С. 134–138.
6. Дебелый, Г. А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ // Москва–Немчиновка, 2009. – 258 с.
7. Новик, Н. В. Создание исходного материала для селекции люпина желтого методом индуцированного мутагенеза / Н. В. Новик, И. А. Якуб, А. А. Степаненко, А. А. Лебедев // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: материалы Международ. науч.-практ. конф. 26–28 сентября, 2018. г. Обнинск. С. 94–98.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ, ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ У ГИБРИДОВ ПЕРЦА ОСТРОГО

Н. В. ДЫДЫШКО, Т. В. НИКОНОВИЧ

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

(Поступила в редакцию 08.01.2024)

Создание высокоурожайных гетерозисных гибридов, обладающих экологической стабильностью, является важным направлением в селекции сельскохозяйственных культур, в том числе перца острого, который широко используется в медицине, кулинарии, консервной, ликероводочной промышленности. Гетерозисная селекция позволяет получать в условиях Республики Беларусь не только продуктивные гибриды перца острого, но и обладающие устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды.

Целью наших исследований явилось изучение связей между урожайностью, эффектом гетерозиса и экологической стабильностью у гибридов перца острого.

Получено 11 образцов, которые превосходили по продуктивности стандарт сорт Ежик. Лучшими были: Линия 9 x Китай, Линия 9 x Ёжик, Волгоград x Ёжик, Лара x Красный дракон, Лара x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Ёжик, урожайность которых варьировала от 2,6 до 3,3 кг/м<sup>2</sup>. Наибольшая ОАС наблюдалась у гибридных комбинаций Лара x Ёжик, Волгоград x Ёжик, Чегевара x Красный дракон, Линия 9 x Китай, Линия 9 x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Ёжик. Из полученных гибридов более половины 54,3 % проявили эффект положительного гетерозиса, 40,0 % промежуточное наследование, 5,7 % отрицательный гетерозис. Большая часть гетерозисных гибридов 51,4 % положительно реагировали на улучшения условий среды и 48,6 % гибридных комбинаций проявляли экологическую стабильность.

Анализ взаимосвязи урожайности с эффектом гетерозиса и экологической стабильностью показал, что среди высокоурожайных гибридов перца острого встречались стабильные и не стабильные формы. Создан гибрид, сочетающий в одном генотипе продуктивность и экологическую стабильность.

**Ключевые слова:** перец острый, гибридная комбинация, урожайность, гетерозис, экологическая стабильность.

*The creation of high-yielding heterotic hybrids that are environmentally stable is an important direction in the breeding of agricultural crops, including hot pepper, which is widely used in medicine, cooking, canning, and the alcoholic beverage industry. Heterotic selection makes it possible to obtain in the conditions of the Republic of Belarus not only productive hybrids of hot pepper, but also those that are resistant to adverse environmental factors.*

*The purpose of our research was to study the relationships between yield, the effect of heterosis and environmental stability in hot pepper hybrids.*

*11 samples were obtained that were superior in productivity to the standard Hedgehog variety. The best were: Line 9 x China, Line 9 x Hedgehog, Volgograd x Hedgehog, Lara x Red Dragon, Lara x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Agdas x Hedgehog, the yield of which varied from 2.6 to 3.3 kg/m<sup>2</sup>. The highest general adaptive capacity was observed in the hybrid combinations Lara x Hedgehog, Volgograd x Hedgehog, Chegevara x Red Dragon, Line 9 x China, Line 9 x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Agdas x Hedgehog. Of the resulting hybrids, more than half (54.3 %) showed the effect of positive heterosis, 40.0 % intermediate inheritance, 5.7 % negative heterosis. The majority of heterotic hybrids, 51.4 %, responded positively to improved environmental conditions and 48.6 % of hybrid combinations showed environmental stability.*

*An analysis of the relationship between yield and the effect of heterosis and environmental stability showed that among the high-yielding hybrids of hot pepper there were stable and unstable forms. A hybrid has been created that combines productivity and environmental stability in one genotype.*

**Key words:** hot pepper, hybrid combination, productivity, heterosis, environmental stability.

### Введение

Значительное место в селекции растений на сочетание высокой урожайности и экологической стабильности занимает создание гибридов F<sub>1</sub>. Большинство исследователей подчеркивают лучшую устойчивость гибридов F<sub>1</sub> к неблагоприятным или изменяющимся условиям внешней среды по сравнению с исходными линиями. Главные требования, которые предъявляются к новому гибриду – это сочетание высокой продуктивности растений с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды. Такой гибрид может получить распространение в производстве в том случае, если он в благоприятных условиях характеризуется наибольшей продуктивностью и при этом формирует стабильный урожай в иных условиях, то есть будет высоко адаптивным [2; 5; 6, с. 7–9; 7, с. 54].

Однако признаки могут изменяться и в определенной степени зависят от условий выращивания растений, поэтому важно выявить те взаимосвязи, которые наиболее четко выражены и стабильно проявляются в разные годы. А. В. Кильчевский и В. В. Скорина утверждали, что продуктивность и экологическая стабильность находятся под контролем различных групп генов. Это свидетельствует о необходимости и о возможности сочетания эффекта гетерозиса по продуктивности и определенного уровня экологической стабильности в одном генотипе [3; 4, с. 270–274]. По мнению А. В. Кильчев-

ского, Л. В. Хотылевой, основными особенностями адаптивной селекции в отличие от традиционных методов селекции являются ее региональный характер и экологическая направленность, то есть создание сортов и гибридов для конкретного региона с учетом вариабельности факторов локальной среды.

Направления селекционной работы различаются в зависимости от характера использования ее результатов. В селекции перца остро важно канализировать усилия на получение высокоурожайных образцов, пригодных для использования в свежем, сушеном, консервированном виде, а также с высокими вкусовыми качествами плодов и ценным химическим составом.

Целью наших исследований было изучение связи между урожайностью, эффектом гетерозиса и экологической стабильностью у гибридов перца остро.

### Основная часть

Научно-исследовательская работа выполнялась в течение 2018–2020 гг. на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА. Закладка опыта осуществлялась с использованием общепринятых методик и методических указаний [1, с. 140–142]. Объектом исследований являлись гибриды перца остро, полученные по схеме топкросса. Стандартом был сорт Ёжик. Метеорологические условия в годы проведения научной работы отличались по температурным показателям, количеству атмосферных осадков, а также наблюдались отклонения от средних многолетних данных. Основные учеты выполнялись по общепринятым методикам. Сборы плодов осуществлялись с интервалом семь дней. Оценка адаптивной способности и экологической стабильности гетерозисных гибридов по общей урожайности проводили по методу А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылёвой [4]. Используемая методика основана на испытании генотипов в различных средах и позволяет выявлять: общую адаптивную способность (ОАС), характеризующую среднее значение признака в различных условиях среды; относительную стабильность генотипов ( $S_{gi}$ ), которая указывает, насколько сорт отзывчив на условия среды и стабилен в определенных условиях; реакцию генотипа на среду ( $b_i$ ), характеризующую отношение сорта к изменениям условий выращивания; селекционную ценность генотипа (СЦГ) – это значение, оценивающее сочетание высокой продуктивности и стабильности в одном генотипе и позволяющее вести отбор по адаптивной способности в зависимости от поставленной селекционной задачи. Также нами были установлены: общая урожайность ( $X_i$ ) изучаемых гетерозисных гибридов в среднем за три года; степень доминирования ( $H_p$ ) – показатель, описывающий характер наследования признака изучаемых образцов.

Определение данных параметров осуществляли с помощью программы AGROS. Характер наследования признаков оценивался по показателю «степень доминирования», рассчитанному по формуле:  $H_p = (F_1 - MP) / (P_{max} - MP)$ ; где  $F_1$  – среднее арифметическое значение признака у гибрида;  $MP$  – среднее значение признака обоих родителей;  $P_{max}$  – значение признака родителя с максимальным его выражением.

Результаты полученных данных по общей урожайности (табл. 1) показали, что 11 образцов превзошли стандарт сорт Ёжик. Гибридные комбинации – Линия 9 x Китай, Линия 9 x Ёжик, Волгоград x Ёжик, Лара x Красный дракон, Лара x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Ёжик имели данный признак на уровне от 2,60 до 3,37 кг/м<sup>2</sup>. Наибольшая ОАС наблюдалась у образцов Лара x Ёжик, Волгоград x Ёжик, Чегевара x Красный дракон, Линия 9 x Китай, Линия 9 x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Ёжик. При анализе относительной стабильности  $S_{gi}$  наименьшая изменчивость высокоурожайных гибридов отмечена у образцов: Лара x Красный дракон, Лара x Ёжик 5,08–6,85 %. Низкая стабильность гибрида Халапеньо x Ёжик (0,12) значительно снизила СЦГ. В целом селекционная ценность генотипа колебалась в пределах от -0,05 до 3,04, максимальные значения имели гибридные комбинации Лара x Ёжик, Лара x Красный дракон, Линия 9 x Китай. Коэффициент регрессии больше единицы отмечен у 18 образцов. Наибольшая пластичность наблюдалась у гибридов Халапеньо x Ёжик, Агдас x Ёжик, Халапеньо x Феферона красная ( $b_i = 2,33-2,71$ ). Коэффициент регрессии близкий к единице ( $b_i = 1,0$ ) установлен у гибридов Агдас x Феферона красная, Лара x Феферона красная. Лучшие по ОАС стабильные формы с коэффициентом регрессии  $b_i < 1$  являлись гибридные комбинации Лара x Ёжик, Линия 9 x Феферона красная, Лара x Красный дракон.

Для изучения связи между проявлением эффекта гетерозиса и экологической стабильностью, а также характером наследования реакции образцов на условия среды гибриды по показателям общей урожайности были разделены на группы – высокоурожайные (с урожайностью выше 3,00 кг/м<sup>2</sup>), среднеурожайные (на уровне стандарта 2,33–3,00 кг/м<sup>2</sup>), низкоурожайные ( $\leq 2,33$  кг/м<sup>2</sup>). Из общего количества образцов 68,6 % гибридов являлись низкоурожайными, 20 % среднеурожайными и 11,4 % высокоурожайными.

коурожайними. Кроме того, гибридные комбинации группировались по степени доминирования на три группы  $H_p > 1$  – положительное сверхдоминирование,  $-1 \leq H_p \leq 1$  – промежуточное наследование,  $H_p < -1$  – отрицательное сверхдоминирование. А также сформировали группы образцов по коэффициенту регрессии:  $b < -1$  – нестабильные с отрицательной реакцией на улучшение условий среды,  $-1 \leq b \leq 1$  – стабильные,  $b > 1$  – нестабильные с положительной реакцией на улучшение условий среды [5, с. 271].

Таблица 1. Параметры адаптивной способности и стабильности гибридов перца острого по общей урожайности в среднем за три года

Наименование гибрида	$X_p$ , кг/м <sup>2</sup>	$OAC_i$	$S_{gi}$	$b_i$	$СЦГ_i$	$H_p$
Линия 9 × Каин	2,15	0,01	28,64	1,28	0,98	-1,00
Линия 9 × Китай	3,05	0,89	14,39	-0,34	2,21	2,10
Линия 9 × Феферона красная	2,44	0,29	20,07	0,80	1,51	1,20
Линия 9 × Красный дракон	2,38	0,23	23,85	1,07	1,31	1,30
Линия 9 × Ёжик	2,94	0,79	32,52	1,94	1,13	11,00
Волгоград × Каин	2,21	0,06	8,90	0,46	1,83	0,00
Волгоград × Китай	2,11	-0,04	0,00	-0,01	2,11	0,80
Волгоград × Феферона красная	2,28	0,13	8,58	0,46	1,90	1,30
Волгоград × Красный дракон	1,85	-0,29	4,10	-0,01	1,71	-0,60
Волгоград × Ёжик	3,16	1,01	42,49	2,11	0,62	17,00
Лара × Каин	2,44	0,29	20,26	1,04	1,51	1,60
Лара × Китай	2,00	-0,15	15,53	0,36	1,41	3,00
Лара × Феферона красная	1,75	-0,39	27,51	0,96	0,84	4,00
Лара × Красный дракон	2,60	0,45	6,85	-0,39	2,26	21,00
Лара × Ёжик	3,37	1,22	5,08	0,01	3,04	3,00
Халапеньо × Каин	2,25	0,09	24,80	0,51	1,19	1,30
Халапеньо × Китай	2,20	0,05	13,06	0,49	1,66	3,00
Халапеньо × Феферона красная	2,32	0,17	53,25	2,33	-0,02	5,70
Халапеньо × Красный дракон	2,15	0,01	41,45	1,65	0,46	0,00
Халапеньо × Ёжик	2,60	0,48	50,46	2,71	0,12	1,50
Агдас × Каин	1,64	-0,51	39,89	1,32	0,40	-9,00
Агдас × Китай	1,92	-0,22	32,26	1,27	0,74	0,60
Агдас × Феферона красная	1,92	-0,23	27,78	1,04	0,91	0,50
Агдас × Красный дракон	1,95	-0,20	29,64	1,08	0,86	0,20
Агдас × Ёжик	3,20	0,41	37,20	2,61	1,37	6,30
Зимрид × Каин	1,90	-0,24	36,74	1,16	0,58	-0,20
Зимрид × Китай	1,70	-0,43	18,62	0,64	1,11	1,00
Зимрид × Феферона красная	2,00	-0,18	33,59	1,25	0,72	2,50
Зимрид × Красный дракон	2,02	-0,13	12,91	0,59	1,52	7,00
Зимрид × Ёжик	2,37	0,23	44,89	1,99	0,36	1,00
Чегевара × Каин	1,29	-0,85	54,66	1,44	-0,05	-1,00
Чегевара × Китай	1,40	-0,74	15,58	0,50	0,99	1,70
Чегевара × Феферона красная	1,47	-0,67	8,65	0,37	1,23	0,00
Чегевара × Красный дракон	1,08	1,06	0,00	-0,09	1,08	-2,30
Чегевара × Ёжик	1,91	0,23	49,01	1,78	0,13	0,10
Ёжик	2,33	0,21	17,77	0,53	1,57	

В табл. 2 представлена связь между степенью доминирования и экологической стабильностью у гибридов перца острого по признаку «общей урожайности». В группе высокоурожайных гибридов 4 образца проявили сверхдоминирование по изучаемому признаку, из которых два являлись нестабильными с положительной реакцией на улучшение условий среды (Волгоград × Ёжик, Агдас × Ёжик) и два стабильны (Линия 9 × Китай, Лара × Ёжик).

Таблица 2. Связь между степенью доминирования и экологической стабильностью у гибридов перца острого по общей урожайности

Урожайность	Степень доминирования	Коэффициент регрессии на среду среды			Сумма гибридов	Доля, %
		$b < -1$	$-1 \leq b \leq 1$	$b > 1$		
Высокоурожайные	$H_p > 1$	0	2	2	4	11,4
	$-1 \leq H_p \leq 1$	0	0	0	0	0
	$H_p < -1$	0	0	0	0	0
Среднеурожайные	$H_p > 1$	0	2	4	6	17,2
	$-1 \leq H_p \leq 1$	0	0	1	1	2,8
	$H_p < -1$	0	0	0	0	0
Низкоурожайные	$H_p > 1$	0	7	2	9	25,7
	$-1 \leq H_p \leq 1$	0	5	8	13	37,2
	$H_p < -1$	0	1	1	2	5,7
Сумма гибридов		0	17	18	35	100
Доля, %			48,6	51,4	100	

Из семи среднеурожайных гибридов, у шести образцов наблюдалось сверхдоминирование, два из которых проявили стабильность (Линия 9 × Феферона красная, Лара × Красный дракон), четыре – нестабильные с положительной реакцией на улучшение условий среды.

Из 24 низкоурожайных гибридов  $F_1$  перца острого 25,7 % образцов проявили положительный гетерозис, 37,2 % промежуточное наследование; 5,7 % отрицательный гетерозис. Среди девяти гибридных комбинаций с положительным гетерозисом два образца нестабильные с положительной реакцией на улучшение условий среды и семь гибридов стабильны. Нестабильных с отрицательной реакцией на улучшение условий не выявлено. Из 13 гибридов с промежуточным типом наследования у восьми образцов проявилась нестабильность с положительной реакцией на улучшение условий среды и пять гибридов были стабильны. Из двух образцов с отрицательным сверхдоминированием одна гибридная комбинация (Агдас × Каин) проявила нестабильность с положительной реакцией на улучшение условий среды и один образец (Чегевара × Красный дракон) показал стабильность с коэффициентом регрессии -0,09.

Анализ связи между степенью доминирования и экологической стабильностью у гибридов перца острого по признаку «общая урожайность» показал, что из общего количества гетерозисных гибридов более половины (54,3 %) проявили эффект положительного гетерозиса, 40,0 % – промежуточное наследование, 5,7 % – отрицательный гетерозис.

Установлено, что гетерозисное состояние не всегда обеспечивает стабильность. Полученные данные свидетельствуют, что 48,6 % гибридов проявляют экологическую стабильность, 51,4 % положительно реагируют на улучшения условий среды. Среди высокоурожайных гибридов перца острого встречаются, как стабильные, так и не стабильные образцы, в связи с этим очевидно, что оценка экологической стабильности является важным элементом гетерозисной селекции перца острого.

### Заключение

Для селекционной работы представляют интерес генотипы, сочетающие в себе высокую урожайность, общую адаптивную способность, селекционную ценность генотипа. Выявлены гибриды Линия 9 х Китай, Линия 9 х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Лара х Красный дракон, Лара х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Ёжик, урожайность которых варьировала от 2,6 до 3,3 кг/м<sup>2</sup>. Наибольшая общая адаптивная способность наблюдалась у гибридных комбинаций Лара х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Чегевара х Красный дракон, Линия 9 х Китай, Линия 9 х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Ёжик. Селекционная ценность генотипа колебалась в пределах от -0,1 до 3,0, максимальные значения имели гибридные комбинации Лара х Ёжик, Лара х Красный дракон, Линия 9 х Китай. Из общего количества гетерозисных гибридов более половины (54,3 %) проявили эффект положительного гетерозиса, 40,0 % – промежуточное наследование, у 5,7 % – отрицательный гетерозис. Относительная стабильности высокоурожайных гибридов отмечена у образцов Лара х Красный дракон, Лара х Ёжик. 5,08–6,09 %. Большая часть гетерозисных гибридов 51,4 % положительно реагировали на улучшения условий среды, 48,6 % гибридов проявляли экологическую стабильность. Среди высокоурожайных гибридов перца острого были установлены как стабильные, так и нестабильные формы.

Анализ взаимосвязи урожайности с эффектом гетерозиса и экологической стабильностью показал, что среди высокоурожайных гибридов перца острого имеются как стабильные, так и не стабильные формы. Получен гибрид, сочетающий высокую продуктивность и стабильность.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. 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.
2. Дыдышко, Н. В. Оценка адаптивной способности и экологической стабильности гетерозисных гибридов перца острого в необогреваемых теплицах / Н. В. Дыдышко, Т. В. Никонович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 56–61.
3. Кильчевский, А. В. Селекция гетерозисных гибридов томата / А. В. Кильчевский, В. В. Скорина. – 2005. – 217 с.
4. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Технология, 1997. – 372 с.
5. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
6. Моисеева, М. О. Связи между урожайностью, эффектом гетерозиса и экологической стабильностью гибридов перца сладкого / М. О. Моисеева // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 2. – С. 65–67.
7. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В.Ф. Пивоваров. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И СБОР СЫРОГО И ПЕРЕВАРИМОГО ПРОТЕИНА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ЗЕЛЁНУЮ МАССУ

С. С. МОСУР

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

(Поступила в редакцию 11.01.2024)

Основным экономическим условием выживания хозяйств по разведению КРС является оптимизация кормовых рационов. Кукурузный силос является незаменимой частью корма для крупного рогатого скота. В статье приведены исследования по влиянию органических, минеральных удобрений, микроудобрений и регулятора роста на качество зеленой массы кукурузы, общий и удельный вынос элементов питания с зелёной массой кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога.

Зеленая масса кукурузы является одним из основных видов корма для КРС. Поэтому важной задачей является получение высоких и качественных урожаев. Для этого используют как минеральные, так и органические удобрения.

В опытах применяли минеральные микроудобрения и комплексные удобрения. Многочисленными опытами доказано что применение микроудобрений и комплексных удобрений способствует увеличению урожайности и качества зеленой массы кукурузы. В опытах использовали регулятор роста Экосил. Были использованы микроудобрения белорусского производства и зарубежные в качестве сравнения по эффективности между собой.

В опытах определили содержание основных макро- (азота, фосфора, калия) и микроэлементов (меди и цинка), необходимых для роста и развития кукурузы, а также такие показатели качества зеленой массы кукурузы, как содержание сырой клетчатки, жира и протеина.

**Ключевые слова:** кукуруза, урожайность зеленой массы, NPK, нитраты, удобрение, микроудобрение, Энергетическая ценность, переваримый протеин.

*The main economic condition for the survival of cattle breeding farms is the optimization of feed rations. Corn silage is an essential part of cattle feed. The article presents studies on the influence of organic, mineral fertilizers, microfertilizers and a growth regulator on the quality of the green mass of corn, the total and specific removal of nutrients from the green mass of corn when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.*

*The Ladoga corn hybrid was used in the experiments.*

*Green mass of corn is one of the main types of feed for cattle. Therefore, an important task is to obtain high and high-quality yields. For this purpose, both mineral and organic fertilizers are used.*

*Mineral microfertilizers and complex fertilizers were used in the experiments. Numerous experiments have proven that the use of microfertilizers and complex fertilizers helps to increase the yield and quality of the green mass of corn. The growth regulator Ecosil was used in the experiments. Microfertilizers produced in Belarus and foreign ones were used to compare their effectiveness with each other.*

*The experiments determined the content of the main macro- (nitrogen, phosphorus, potassium) and microelements (copper and zinc) necessary for the growth and development of corn, as well as such indicators of the quality of the green mass of corn as the content of crude fiber, fat and protein.*

**Key words:** corn, green mass yield, NPK, nitrates, fertilizer, microfertilizer, energy value, digestible protein.

### Введение

Кукуруза – одна из наиболее продуктивных и технологичных культур. В зависимости от фазы развития её питательная ценность меняется в пределах от 13–15 до 28–30 к.ед. на 100 кг зелёной массы [14].

По уровню урожайности кукуруза занимает первое место в мире, значительно опережая другие продовольственные и кормовые культуры [12].

Наиболее продуктивной из кормовых культур является кукуруза, возделываемая на силос. В структуре урожая кукурузы более 25 % занимают початки. Силос, приготовленный из такой массы кукурузы, содержит 0,29–0,30 к.ед. в 1 кг корма [13].

В Беларуси возделывание кукурузы на зелёную массу (силос) получило широкое распространение. Поэтому очень важное значение имеет определение в зелёной массе основных питательных веществ [15].

Применение макро- и микроудобрений способствует увеличению урожайности кукурузы, а также и её качественных показателей. Самое существенное влияние на качество зелёной массы кукурузы оказывали азотные удобрения [16].

В последнее время были проведены исследования по определению оптимальных сроков и доз применения удобрений под основные сельскохозяйственные культуры, в том числе и под кукурузу [1, 2].

Из всех агротехнических приёмов применение удобрений оказывает максимальное влияние на рост, развитие и продуктивность кукурузы [3–6]. При возделывании кукурузы особое внимание обращают на систему удобрения [7]. Кукуруза хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Особенно важным считается допосевное внесение. Задача допосевого удобрения заключается в обеспечении питанием растений на весь вегетационный период. Под кукурузу необходимо вносить полное минеральное удобрение с соотношением азота, фосфора и калия 1,5:1:1 или 2:1:1 [8]. Для подкормки в фазе 6–8 листьев следует применять жидкие или твердые азотные и комплексные удобрения [8–11].

Цель исследований – определить влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество кукурузы, возделываемой на зелёную массу.

#### Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2020 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка в среднем за 3 года исследований имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка (1,52–3,47 мг/кг; 3,9–4,4 мг/кг), повышенное содержание подвижных форм фосфора (216,8–238,4 мг/кг), повышенное и высокое содержание подвижного калия (291,0–328,0 мг/кг) соответственно по методу Кирсанова (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опытов

Год исследования	N, %	pH <sub>KCl</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn
2018	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.56	238.4	291.0	3.474	4.436
2019	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.24	216.8	315.8	2.566	4.001
2020	1,6 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.83	234.5	328.0	1.5295	3.9107

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога. Среднеранний. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Вегетационный период 106–109 дней.

В опытах применялись удобрения:

– мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9 % N); хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси;

– органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,21–0,22 % и K<sub>2</sub>O – 0,55–0,57 %);

– микроудобрения: Адоб–Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим–Цинк (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим–Медь (6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим–Цинк, Бор (4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л);

– комплексное удобрение Кристалон (N – 18 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18,0 %; K<sub>2</sub>O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO<sub>3</sub> – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %.);

– регулятор роста растений – Экосил – 5 %-ая водная эмульсия тритерпеновых кислот.

Обработку растений кукурузы проводили в фазу 6–8 листьев регулятором роста растений Экосил (50 мл/га), микроудобрением Адоб–Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим–Цинк (1,5 л/га) + МикроСтим–Медь (1 л/га), МикроСтим–Цинк, Бор (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га).

Общая площадь делянки – 25,2 м<sup>2</sup>, учётная – 16,8 м<sup>2</sup>. Повторность четырёхкратная.

Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 мая, в 2020 г. – 5 мая.

Основными качественными показателями зелёной массы кукурузы являются содержание в ней сырого жира, протеина и клетчатки, а также содержание основных макро- и микроэлементов.

Минимальное содержание азота (1,09 %) в зелёной массе кукурузы было в контрольном варианте без применения удобрений (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зеленой массы кукурузы в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га	% на сухое вещество								
		N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %
Контроль	336	1,09	0,52	1,35	2,04	5,76	5,92	1,08	23,40	6,83
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	412	1,10	0,90	1,52	2,56	9,51	5,53	0,78	24,23	6,92
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (стандартные)	448	1,23	0,58	1,58	2,82	10,88	5,32	1,08	23,19	7,70
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (с Zn и B)	478	1,37	0,79	1,50	2,23	14,95	5,30	1,06	22,34	8,56
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> – ФОН	505	1,35	1,14	1,65	2,46	12,00	5,93	1,24	22,46	8,43
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> + МикроСтим–Цинк	636	1,43	0,95	1,53	2,46	14,01	5,95	1,14	21,99	8,93
Фон + МикроСтим–Цинк	551	1,38	1,08	1,70	2,73	11,71	5,62	0,99	23,59	8,66
Фон + Адоб–Zn	565	1,44	0,80	1,65	2,54	13,81	5,64	1,16	22,87	9,03
Фон + МикроСтим–Цинк, Медь	604	1,35	0,84	1,69	4,72	25,41	5,28	1,10	22,78	8,46
Фон + Кристалон	639	1,46	1,07	1,94	3,77	21,09	5,92	1,22	23,32	9,12
Фон + Экосил	540	1,39	0,89	1,65	2,52	12,84	5,52	1,15	22,50	8,73
Фон + МикроСтим–Цинк, Бор	592	1,42	0,86	1,70	2,83	15,63	5,87	1,16	22,58	8,91
Навоз 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> )	697	1,79	0,97	1,73	2,90	17,46	6,02	1,14	22,09	11,23
Навоз 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> ) + МикроСтим–Цинк	737	1,70	0,97	1,65	2,55	20,19	4,92	1,21	21,91	10,67
НСР <sub>05</sub>	20,98	0,323	0,173	0,179	0,958	9,884	1,289	0,693	2,733	1,789

Содержание азота в фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> составило 1,35 %.

Применение различных систем удобрения способствовало возрастанию содержания азота в зелёной массе кукурузы, причем максимальное значение (1,79 %) достигнуто в варианте с применением навоза на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>, что на 0,44 % больше фонового варианта.

Применение минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> не повлияло на увеличение содержания азота в зеленой массе кукурузы. Это связано с тем, что высокая доза азота увеличивала урожайность зелёной массы в данном варианте с 336 ц/га (на контроле) до 412 ц/га (в варианте с применением N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>). Происходило биологическое разбавление урожая. В результате чего не изменялось содержание азота.

По содержанию фосфора в зелёной массе кукурузы минимальное значение (0,52 %) также, как и по содержанию азота имел вариант без применения удобрений. Применение минеральных удобрений в дозе N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> (фон) увеличило количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до 1,14 %. В варианте с внесением нового комплексного АФК удобрения с бором и цинком содержание фосфора в зелёной массе кукурузы выросло по сравнению с вариантом, где использовались в эквивалентной дозе стандартные минеральные удобрения (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>), на 0,21 %. Во всех остальных вариантах применения удобрений содержание фосфора было практически одинаковым.

Некорневая подкормка МикроСтим-Цинк, Медь на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> способствовала максимальному накоплению меди в зелёной массе среди всех вариантов – на 2,26 мг/кг относительно фонового варианта до 4,72 мг/кг. Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> увеличивала содержание меди в зелёной массе на 1,31 мг/кг.

Минимальное содержания цинка в зелёной массе было в варианте без применения удобрений и составило 5,76 мг/кг сухого вещества.

Оптимальное содержание цинка составляет 20–40 мг/кг сухого вещества. В фоновом варианте (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>) содержание цинка в зелёной массе составило 12,0 мг/кг. Некорневая подкормка МикроСтим-Цинк, Медь N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> повышала содержание цинка в зелёной массе кукурузы на 13,41 и составило 25,41 мг/кг. В этом варианте и было максимальное содержание цинка среди всех применяемых систем удобрений. В вариантах Навоз+ N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+ Микро-

Стим-Цинк, N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+ МикроСтим-Цинк, Медь и N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+Кристалон содержание цинка в зелёной массе находилось в оптимальных пределах.

Минимальное содержание сырой золы в зелёной массе кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> в сочетании с 60 т/га навоза – 4,92 %. В варианте без применения удобрений оно составило 5,92 %.

По содержанию сырого жира наименьшее значение было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (0,78 %). В неудобренном контрольном варианте содержание сырого жира существенно не отличалось от всех других применяемых систем удобрения в опыте и составило 1,28 %.

Наименьшее содержание сырой клетчатки в зелёной массе кукурузы отмечено в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> в сочетании с 60 т/га навоза и составило 21,91 %. Максимальные значения были у вариантов без применения удобрений, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, некорневой подкормкой микроудобрением МикроСтим-Цинк фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>. В этих вариантах опыта содержание сырой клетчатки составляло 23,40–24,23 %. Содержание сырой клетчатки во всех вариантах опыта было в оптимальных пределах.

Максимальное содержание сырого протеина в зелёной массе кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> и составило 11,23 и 10,67 % соответственно. Все остальные применяемые системы удобрения отличались от фонового варианта несущественно.

В табл. 3 представлено содержание нитратов, Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г, выход кормовых единиц и сбор сырого и переваримого протеина в зелёной массе кукурузы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние применяемых систем удобрения на содержание и сбор сырого и переваримого протеина кукурузы при возделывании на зеленую массу в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Сбор сырого протеина, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г	Энергетическая ценность, МДж/га	Содержание нитратов мг/кг (2019–2020 гг.)	
Контроль	5,4	3,1	49	154504	379,0	349,5
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	6,8	3,9	50	188146	234,5	355,0
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (стандартные)	9,0	5,2	60	221788	331,0	351,5
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (с Zn и В)	10,6	6,1	66	234248	–	225,0
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> – ФОН	11,4	6,6	66	255430	408,0	353,0
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> + МикроСтим–Цинк	15,6	9,0	70	323337	402,0	271,0
Фон + МикроСтим–Цинк	13,7	7,9	73	294056	245,0	300,5
Фон + Адоб–Zn	15,0	8,7	77	310877	268,0	345,0
Фон + МикроСтим–Цинк, Медь	12,3	7,1	61	283465	256,0	257,5
Фон + Кристалон	14,6	8,4	69	302155	275,0	346,0
Фон + Экосил	13,9	8,0	76	302778	390,0	407,0
Фон + МикроСтим–Цинк, Бор	12,2	7,0	60	267267	295,0	385,0
Навоз 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> )	19,7	11,4	82	335174	264,0	343,0
Навоз 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> ) + МикроСтим–Цинк	21,6	12,5	85	382522	345,0	415,5
НСР <sub>05</sub>	5,4	3,1	49	154504		

Существенным недостатком кукурузного корма является низкое содержание сырого протеина. При внесении навоз 60 т/га + фон (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>) содержание сырого протеина составило 11,23 %, было собрано 21,6 ц/га сырого, 12,5 ц/га переваримого протеина.

Изменялось содержания и сбор сырого протеина от применения микроудобрений и регулятора роста. Применении комплексного удобрения Кристалон увеличивало сбор сырого протеина на 3,2 ц/га и переваримого протеина на 1,8 ц/га по сравнению с фоновым вариантом (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>). При минеральной системе удобрения максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> + N<sub>30</sub> с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк и составил 15,6 и 9,0 ц/га.

Важным показателем качества кормов является обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина. Наименьшая обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в контрольном варианте. Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>) + МикроСтим-Цинк и составила 85 г.

Содержание нитратов во всех вариантах опыта не превышали ПДК и были в пределах нормы.

Максимальная энергетическая ценность зелёной массы кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 335174 до 382522 МДж/га.

При минеральной системе удобрения максимальная энергетическая ценность зелёной массы кукурузы была получена в вариантах фон + Адоб-Zn и  $N_{120+30}P_{80}K_{130}$  + МикроСтим-Цинк и составила 310877 и 323337 МДж/га.

#### **Заключение**

Максимальная урожайность зерна была получена в варианте с применением навоза на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк (75 г/га) и составила 110,6 ц/га, что на 23,1 ц/га больше фонового варианта.

При минеральной системе удобрения наиболее высокая урожайность зерна (102,2 ц/га) и окупаемость 1 кг NPK кг зерна (19,3 кг) отмечена в варианте  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  + Кристалон.

Максимальное содержание азота, сырого протеина в зерне кукурузы было в варианте с применением органоминеральной системы удобрения (60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$ ). Максимальное содержание фосфора в зерне было в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$ .

Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составил 19,5 и 11,3 ц/га. Максимальная энергетическая ценность зерна кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 139932 до 144054 МДж/га. Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составила 102 г. При минеральной системе удобрения максимальная обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в варианте  $N_{120}P_{80}K_{130}$  +  $N_{30}$  + МикроСтим-Цинк и составила 80 г.

Удельный вынос по азоту, фосфору и калию ниже был в варианте без применения удобрений. По фосфору удельный вынос в удобряемых вариантах был довольно стабильным и колебался в незначительных пределах (с 1,0 по 2,3 кг/10 ц). По азоту удельный вынос колебался несколько в больших пределах (с 2,7 по 4,7 кг/10 ц), наиболее высоким он был в вариантах навозно-минеральной системы удобрения (Навоз 60 т/га +  $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$  и Навоз 60 т/га +  $N_{90}P_{70}K_{120}$  +  $N_{30}$  + МикроСтим-Цинк (75 г/га Zn). Максимальный удельный вынос меди (4,7 г/10 ц) и цинка (25,4 г/10 ц) был в варианте с применением некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Цинк, Медь на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ .

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Палий, А. Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы / А. Ф. Палий. – Кишинёв: Штиинца, 1989. – 176 с.
2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Под ред. Д. Шпаара. – 2009. – 390 с.
3. Лиманская, В. Б. Формирование сухой биомассы кукурузы в условиях Западного Казахстана / В. Б. Лиманская // Вестник с.-х. науки Казахстана – 2006. – №12. – С. 15–16.
4. Бобренко, И. А. Оптимизация минерального питания кормовых, овощных культур и картофеля на черноземах Западной Сибири: дис. ... доктора с.-х. наук / И. А. Бобренко. – Омск, 2004. – 446 с.
5. Ермохин, Ю. И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД») / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 284 с.
6. Серая, Т. М. Отзывчивость кукурузы на применение различных видов органических удобрений при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, Е. Н. Богатырева, Е. Г. Мезенцева // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №1. – С. – 54–61.
7. Смольский, В. Г. Влияние жидких комплексных удобрений на основе КАС на урожайность и качество зеленой массы кукурузы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. Г. Смольский. – Минск, 2004. – 108 л.
8. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. - Мн., 2007. – 16 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
10. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
11. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск, Ураджай, 1998. – 270 с.

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ У ОБРАЗЦОВ ПЕРЦА ОСТРОГО

Н. В. ДЫДЫШКО Т. В. НИКОНОВИЧ

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

(Поступила в редакцию 11.01.2024)

*Изучение корреляционных связей между хозяйственно ценными признаками позволяет проводить предварительную оценку растений и объективно выявлять образцы с высокими качественными показателями. При создании высокоурожайных гибридов выявление корреляций между продуктивностью и другими важными признаками растений, их комплексная оценка позволяют выделить лучший исходный материал для дальнейшей селекции. Сведения о корреляционных связях между урожайностью и ценными хозяйственно биологическими особенностями у перца острого практически отсутствуют. Целью нашего исследования был анализ сопряженности различных признаков и выявление значимых корреляционных связей между количественными показателями родительских образцов и гибридов перца острого.*

*На основании результатов исследований установлено, что величина коэффициента корреляции и сила корреляционных связей между признаками: общая урожайность, средняя масса плода, среднее количество плодов на растении, высота растения, длина вегетационного периода, толщина стенки перикарпия плода, диаметр плода, длина плода различна и зависит от набора испытываемых образцов. Выявлено наличие умеренных связей между общей урожайностью и признаками: средняя масса плода ( $r = 0,43$ ), толщина стенки перикарпия плода ( $r = 0,47$ ), диаметр плода ( $r = 0,38$ ) и длина плода ( $r = 0,37$ ), а с длиной вегетационного периода установлены умеренные отрицательные корреляции ( $r = -0,38$ ). Сильные корреляционные связи определены между средней массой плода и диаметром плода ( $r = 0,91$ ). Высокие ( $r = 0,83$ ) – между средней массой плода и толщиной стенки перикарпия. Установлено, что для селекционной работы, направленной на повышение продуктивности растений перца острого, необходимо отбирать исходный материал с высокой массой плода и толщиной стенки перикарпия.*

**Ключевые слова:** *перец острый, гибрид, урожайность, корреляционные связи, хозяйственно ценные признаки.*

*The study of correlations between economically valuable traits allows for a preliminary assessment of plants and helps to objectively identify samples with high quality indicators. When creating high-yielding hybrids, identifying correlations between productivity and other important plant traits and their comprehensive assessment will make it possible to select the best starting material for further selection. There is practically no information on correlations between productivity and valuable economic and biological characteristics of hot pepper. The purpose of our study was to analyze the conjugacy of various traits and identify significant correlations between the quantitative indicators of parental samples and hybrids of hot pepper.*

*Based on the research results, it was established that the value of the correlation coefficient and the strength of correlations between the characteristics: total yield, average fruit weight, average number of fruits per plant, plant height, length of the growing season, thickness of the wall of the fruit pericarp, fruit diameter, fruit length are different and depend from the set of tested samples. The presence of moderate relationships between the overall yield and the following traits was revealed: average fruit weight ( $r = 0.43$ ), fruit pericarp wall thickness ( $r = 0.47$ ), fruit diameter ( $r = 0.38$ ) and fruit length ( $r = 0.37$ ), and moderate negative correlations were established with the length of the growing season ( $r = -0.38$ ). Strong correlations were determined between the average weight of fruit and fruit diameter ( $r = 0.91$ ). High ( $r = 0.83$ ) – between the average weight of the fruit and the thickness of the pericarp wall. It has been established that for breeding work aimed at increasing the productivity of hot pepper plants, it is necessary to select source material with a high fruit weight and pericarp wall thickness.*

**Key words:** *hot pepper, hybrid, productivity, correlations, economically valuable traits.*

### Введение

Для растительного организма каждый признак является значимым и его изменения влекут за собой реакцию всего растения. Меняющиеся условия среды оказывают большое влияние на признаки растений и вызывают изменчивость не только их, но и связей между ними. Корреляционные зависимости между признаками играют важную роль в селекции, так как улучшение одного показателя обязательно приводит к изменениям других, имеющих продуктивное или адаптивное значение.

Изучение связи между признаками, информативности и диагностической ценности показателей позволяет на ранних этапах селекции выявлять образцы с высокими хозяйственно ценными признаками, а их комплексная оценка дает возможность выделять лучший исходный материал для гибридизации и отбора. При анализе корреляционных связей следует учитывать, что чем выше коэффициент корреляции между признаками, тем выше их генетическое взаимодействие.

Малая величина коэффициента корреляции указывает на независимый характер наследования признаков [4]. Также следует отметить, что установленные зависимости в некоторых условиях могут

быть существенными, а в иных абсолютно недостоверными. Это связано со сложной природой связей между различными частями организма, зависимостью их проявления от происхождения исходных форм.

Перец острый является широко используемой во всем мире овощной культурой. Его применяют в медицине, пищевой, ликероводочной промышленности. Наиболее крупными производителями перца острого в Европе являются Испания, Венгрия, Болгария, Турция, Югославия и др. Большие площади под культуру отведены в Мексике, США, Индии, Корее, Китае, странах Северной Африки, Бирме, странах Закавказья. В настоящее время, в связи с растущим спросом на перец острый, осуществляется селекционная работа по получению и внедрению в производство новых сортов и гибридов [3].

В Беларуси при создании сортов и гибридов перца острого основное внимание уделяется урожайности, устойчивости к болезням как в открытом, так и в защищенном грунте, а также важное значение имеет устойчивость к различным абиотическим и биотическим стрессам и высокая адаптивная способность. В литературных источниках сведения о корреляционных связях между урожайностью и хозяйственно ценными признаками у перца острого практически отсутствуют.

А. А. Авдеева, изучая корреляционные связи перца сладкого, установила, что между урожайностью и количеством плодов на растении связь тесная прямая ( $r = 0,98$ ), между количеством плодов и средней массой одного плода связь существенная обратная средняя ( $r = -0,53$ ), между урожайностью и средней массой одного плода связь существенная обратная средняя ( $r = -0,50$ ) [1].

Todorova V. Y указывает на то, что один из наиболее ценных признаков «толщина стенки перикарпия» тесно коррелирует с шириной плода и со средней массой плода [11].

О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, по изучаемым хозяйственно ценным количественным признакам перца сладкого, выявили относительную независимость среднего значения признака и экологической стабильности (коэффициент корреляции колебался от  $-0,057$  до  $0,245$ ).

Начало технической спелости плодов перца зависит от продолжительности периода «цветение–техническая спелость». При этом следует учитывать, что между периодами «всходы–цветение» и «цветение–техническая спелость» существует корреляция от средней до высокой в зависимости от условий выращивания [5, 6]. Кроме того, по данным С. Т. Долгих, Н. А. Свиридовой, в большинстве случаев эти признаки положительно коррелируют с урожайностью плодов, массой, диаметром плода и количеством боковых побегов [2].

В работе М. О. Моисеевой и др. установлено, что чем ниже средняя масса плода, тем большее количество плодов на растении ( $r = -0,439$ ), при увеличении числа боковых побегов уменьшается содержание витамина С ( $r = -0,450$ ), между содержанием углеводов и периодом вегетации  $r = -0,370$ . Корреляционные связи указывают, что позднеспелые гибриды содержат меньше растворимых углеводов [7].

Невестенко Н. А. отмечает, что в селекции перца сладкого на раннеспелость необходимо отдавать предпочтение образцам с меньшим количеством боковых побегов, имеющим узкие и длинные плоды с небольшой толщиной стенок перикарпия.

Автором установлены сильные положительные корреляционные взаимосвязи между товарной и общей урожайностью ( $r = 1,00$ ); продуктивностью и массой плода ( $r = 0,72-0,73$ ); массой и шириной плода ( $r = 0,83$ ); числом камер и шириной плода ( $r = 0,83$ ); оценкой внешнего вида и шириной плода ( $r = 0,72$ ), а также толщиной стенок перикарпия ( $r = 0,75$ ) [8].

Шилина М. В. определила, что повышение раннеспелости растений перца сладкого было сопряжено с уменьшением массы плода и толщины стенок перикарпия. Автор также отмечает, что важными элементами, влияющими на урожайность, являются масса плода, толщина стенок перикарпия и форма плода [10].

Современный сортимент перца острого отечественной селекции требует исследований по созданию новых высокоурожайных сортов и гибридов. В связи с этим целью нашей работы было изучение корреляционных связей между хозяйственно ценными признаками у образцов перца острого.

#### **Основная часть**

Научно-исследовательская работа выполнялась в течение 2018–2020 гг. на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА. Закладка опыта осуществлялась по общепринятым методикам. Объектом исследований являлись родительские формы и гибриды перца острого. В схеме топкросса для получения гибридов в качестве исходных образцов ис-

пользовались сорта и линии: Китай, Феферона красная, Красный дракон, Каин, Линия 9, Волгоград, Лара, Халапеньо, Агдас, Зимрид, Чегевара, Ежик. Стандартом выступал сорт Ёжик, поскольку в годы исследования в Государственном реестре сортов сельскохозяйственных растений находился только этот образец.

Метеорологические условия в период проведения научной работы отличались по температурным показателям, количеству атмосферных осадков, а также наблюдались отклонения от средних многолетних данных. Основные учеты выполнялись согласно принятым методикам. Сборы плодов осуществлялись с интервалом семь дней. Коэффициент корреляции рассчитывали с помощью программы Statistika 6.0.

Для оценки силы связи применялась шкала Чеддока [12, с. 252]. Изучение корреляционных связей проводили между восьмью признаками: общая урожайность, средняя масса плода, среднее количество плодов на растении, высота растения, длина вегетационного периода, толщина стенки перикарпия плода, диаметр плода, длина плода.

В таблице представлены коэффициенты корреляции между основными хозяйственно ценными признаками образцов перца острого в среднем за три года. Полученные данные позволяют установить, за счет каких элементов структуры урожая можно повышать продуктивность растений, тем самым прогнозировать увеличение эффективности отбора по отдельным признакам и рационализировать селекционный процесс.

**Коэффициенты корреляции между основными хозяйственно ценными признаками у образцов перца острого в среднем за три года**

Признак *	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1							
2	0,43	1						
3	-0,08	-0,71	1					
4	0,12	-0,60	0,67	1				
5	-0,38	-0,54	0,52	0,37	1			
6	0,47	0,83	-0,58	-0,50	-0,48	1		
7	0,38	0,91	-0,70	-0,54	-0,49	0,77	1	
8	0,37	0,32	-0,22	0,01	-0,49	0,18	0,22	1

Признак\*: 1 – Общая урожайность, кг/м<sup>2</sup>; 2 – средняя масса плода, г; 3 – среднее количество плодов на растении, шт.; 4 – высота растения, см.; 5 – длина вегетационного периода, дн.; 6 – толщина стенки перикарпия плода, мм; 7 – диаметр плода, см; 8 – длина плода, см.

Установлено, что у изучаемых образцов перца острого в среднем за три года степень сопряженности признаков изменялась от слабой до весьма высокой. Слабая положительная корреляционная связь выявлена между урожайностью и высотой растения ( $r = 0,12$ ). Умеренная связь наблюдалась между урожайностью и толщиной стенки перикарпия плода ( $r = 0,47$ ), а также средней массой плода ( $r = 0,43$ ), диаметром плода ( $r = 0,38$ ) и длиной плода ( $r = 0,37$ ).

Между показателями общая урожайность и длина вегетационного периода установлены, умеренные отрицательные корреляции ( $r = -0,38$ ). Слабая отрицательная корреляция прослеживалась между общей урожайностью и средним количеством плодов на растении ( $r = -0,08$ ). На наш взгляд, это связано с тем, что в зависимости от генотипа образцы перца острого формируют плоды разного размера от крупных (длина более 12 см), до очень мелких (менее 4 см). А также реализуется закономерность, чем больше плодов на растении, тем меньше их размер. Наши исследования позволили установить высокую отрицательную зависимость ( $r = -0,71$ ) между количеством плодов на растении и средней массой плода.

Сильная положительная связь выявлена между средней массой плода и диаметром плода ( $r = 0,91$ ), высокая положительная связь ( $r = 0,83$ ) между средней массой плода и толщиной стенки перикарпия. Толщина стенки перикарпия у перца острого может быть очень толстой (более 5 мм), толстой (4–5 мм), выше средней (3–4 мм), тонкой (1–2 мм) или очень тонкой (менее 1 мм). Данный признак имеет высокую положительную корреляционную связь со средней массой плода ( $r = 0,83$ ), диаметром плода ( $r = 0,77$ ), и слабую с длиной плода (0,18).

Среднее количество плодов на растении имеют положительную заметную корреляционную связь с высотой растения ( $r = 0,67$ ) и длиной вегетационного периода ( $r = 0,52$ ).

Высота растения умеренно коррелирует с длиной вегетационного периода ( $r = 0,37$ ). По высоте растения перца острого классифицируются на: очень низкие до 25 см, низкие от 25 до 45 см, средние от 46 до 65 сантиметров, высокие от 66 до 85 см, очень высокие больше 85 см.

Диаметр плода также умеренно положительно коррелирует с общей урожайностью и сильно связан со средней массой плода. Длина плода умеренно положительно коррелирует с общей урожайностью ( $r = 0,37$ ) и средней массой плода ( $r = 0,32$ ), и умеренно отрицательно с длиной вегетационного периода ( $r = 0,49$ ).

Длина вегетационного периода характеризуется отрицательными умеренными корреляционными связями со всеми признаками, кроме среднего количества плодов на растении, где зависимость прямая заметная ( $r = 0,52$ ) и высотой растения ( $r = 0,37$ ), где корреляция умеренная. Растения перца острого в зависимости от длины вегетационного периода распределяются на очень ранние сорта менее 100 суток, ранние с периодом 101–120 суток, среднеранние 121–135 суток, поздние 136–150 суток и очень поздние сорта 150 суток.

Все коэффициенты корреляции мы разбили на три группы: слабые, где  $r < 0,3$ ; средние, где  $r$  от  $< 0,3$  до  $> 0,7$ ; сильные, где  $r > 0,7$ . Все выявленные корреляционные связи представлены на рис. 1.

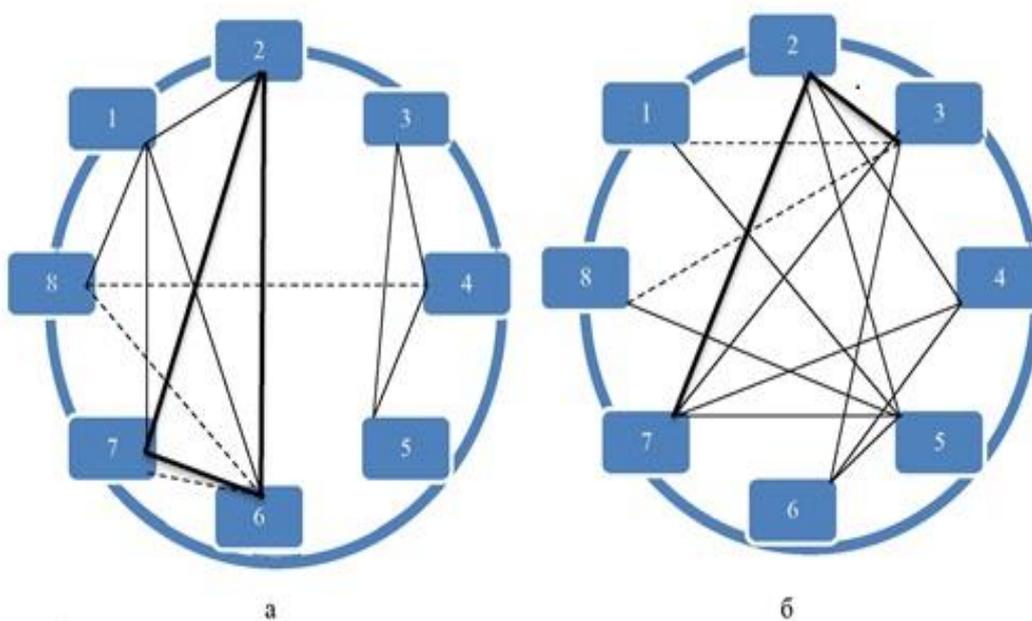


Рис. 1. Корреляционные связи, прямые (а) и обратные (б)  
Корреляции: ———— - сильная; ———— - средняя; - - - - - слабая.

Таким образом, установлено, что на урожайность образцов перца острого в большей степени влияет масса плода и толщина стенки перикарпия. Среднее количество плодов на растении не всегда связано с его продуктивностью, следовательно, при селекции на повышение урожайности необходимо отбирать образцы с крупными плодами, имеющими толстую стенку перикарпия.

### Заключение

Впервые в Республике Беларусь были изучены корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками у образцов перца острого. В результате проведенных исследований установлена слабая положительная зависимость между урожайностью и высотой растения ( $r = 0,12$ ), умеренная связь наблюдалась с толщиной стенки перикарпия плода ( $r = 0,47$ ), средней массой плода ( $r = 0,43$ ), диаметром плода ( $r = 0,38$ ), и длиной плода ( $r = 0,37$ ). Между показателями общая урожайность и длина вегетационного периода установлены умеренные отрицательные корреляции ( $r = -0,38$ ). Сильная положительная связь выявлена между средней массой плода и диаметром плода ( $r = 0,91$ ), высокая положительная связь ( $r = 0,83$ ) между средней массой плода и толщиной стенки перикарпия. Толщина стенки перикарпия имеет высокую положительную корреляционную связь со средней массой плода ( $r = 0,83$ ) и диаметром плода ( $r = 0,77$ ).

Таким образом, установлено, что отбор высоко урожайных растений перца острого сопряжен с высокой массой плода и толщиной стенки перикарпия плода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева, А. А. Комбинационная способность линий перца сладкого и корреляция между некоторыми хозяйственно ценными признаками / А. А. Авдеева // Состояние и проблемы научного обеспечения овощеводства защищенного грунта: материалы II Международ. науч. конф., Москва, 21–23 нояб. 2005 г. / Науч.-исслед. ин-т овощеводства защищен. грунта. – М., 2005. – С. 21–22.
2. Долгих, С. Т. Комбинационная способность сортов перца сладкого в пленочных теплицах / С. Т. Долгих, И. А. Свиридова // Генетика. – 1983. – Т. XIX. – № 12. – С. 2037–2043.
3. Дыдышко, Н. В. Анализ эффекта гетерозиса у гибридов F<sub>1</sub> перца острого по признакам продуктивности / Н. В. Дыдышко, Т. В. Никонович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 118–123.
4. Заблоцкая, Е. А. Корреляционные связи между некоторыми хозяйственно ценными признаками у капусты брокколи / Е. А. Заблоцкая, Л. Л. Бондарева, С. М. Сирота // Овощи России – 2018. – № 1. – С. 8–11.
5. Мамедов, М. И. Связь между комбинационной способностью родительских линий и адаптивной способностью гибридов F<sub>1</sub> перца сладкого / М. И. Мамедов, О. Н. Пышная, Е. А. Джое // Селекция и семеноводство овощных культур. – М., вып. 38, 2003. – С. 101–105.
6. Мамедов, М. И. Селекция томата, перца и баклажана на адаптивность / М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров, О. Н. Пышная. — М., 2002. – 441 с.
7. Моисеева, М. О. Анализ корреляционных связей между основными хозяйственно-ценными признаками у гибридов перца сладкого / М. О. Моисеева, Т. В. Никонович, А. В. Кильчевский // Вестн. БГСХА. – 2015. – № 1. – С. 66–69.
8. Невестенко, Н. А. Корреляция признаков урожайности и качества плодов константных образцов перца сладкого в грунтовых теплицах / Н. А. Невестенко. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 118–123.
9. Тимина, О. О. Закономерности проявления гетерозиса у овощного перца в зависимости от степени идентичности ключевых аллелей хозяйственно ценных признаков / О. О. Тимина, А. С. Рябова // С.-х. биология. – 2011. – № 1. – С. 66–75.
10. Шилина, М. В. Фенотипические корреляции между некоторыми признаками у перца сладкого и возможности их использования в селекции / М. В. Шилина // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2002. – № 4(26). – С. 101–105.
11. Todorova, V. Y., Pevichanova G. T., Todorov Y. K. Correlation studies for quantitative characters in red pepper cultivars for grinding (*Capsicum annum* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 2003. V. 22. – P.63–66.
12. Макарова, Н. В. Статистика в Excel: учеб. пособие / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 364 с.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ, СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ, И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ЗЕРНО

С. С. МОСУР

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

*(Поступила в редакцию 18.01.2024)*

*В статье приведены исследования по влиянию органических, минеральных удобрений, микроудобрений и регулятора роста на качество зерна кукурузы, содержание основных элементов питания, а также их обций и удельный вынос с зелёной массой кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.*

*В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога. Среднеранний, трёхлинейный, с промежуточным типом зерна.*

*Многочисленные опыты показывают, что качество зерна кукурузы улучшается при помощи дополнительного «питания» растений с помощью подкормок.*

*В исследованиях использовали органические удобрения, микроудобрения и комплексные удобрения, так как с помощью их увеличивается урожайность и качество зерна кукурузы. В опытах также применяли регулятор роста Экосил. Также в исследованиях определяли содержание основных элементов питания в зерне кукурузы и их обций и удельный вынос с зелёной массой. И эта тема является привлекательной для исследователей. Были использованы микроудобрения белорусского производства и зарубежные в качестве сравнения по эффективности между собой.*

*Проводили исследования на содержание основных макроэлементов (азота, фосфора, калия) и необходимых для роста и развития кукурузы микроэлементов (меди и цинка) в зерне. А также такие показатели качества зерна кукурузы, как содержание сырой золы, клетчатки и жира, азота.*

**Ключевые слова:** кукуруза, урожайность зерна, NPK, вынос элементов питания, энергетическая ценность, удобрение, микроудобрение, окупаемость удобрений, регулятор роста.

*The article presents studies on the influence of organic, mineral fertilizers, microfertilizers and a growth regulator on the quality of corn grain, the content of basic nutrients, as well as their total and specific removal from the green mass of corn when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.*

*The Ladoga corn hybrid was used in the experiments. Medium early, three-linear, with an intermediate grain type.*

*Numerous experiments show that the quality of corn grain is improved with the help of additional “nutrition” of plants using fertilizers.*

*Organic fertilizers, microfertilizers and complex fertilizers were used in the studies, as they increase the yield and quality of corn grain. The growth regulator Ecosil was also used in the experiments. The studies also determined the content of basic nutrients in corn grain and their total and specific removal with green mass. And this topic is attractive to researchers. Microfertilizers produced in Belarus and foreign ones were used to compare their effectiveness with each other.*

*Research was conducted on the content of basic macroelements (nitrogen, phosphorus, potassium) and microelements (copper and zinc) necessary for the growth and development of corn in the grain. As well as such indicators of the quality of corn grain as the content of raw ash, fiber and fat, and nitrogen.*

**Key words:** corn, grain yield, NPK, removal of nutrients, energy value, fertilizer, microfertilizer, payback of fertilizers, growth regulator.

### Введение

Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур в мировом земледелии. Среди зерновых культур она занимает первое место по урожайности и третье – по посевным площадям. Средняя урожайность зерна кукурузы в мире составляет 3,69 т/га [1, 2].

Однако, качественные показатели зерна кукурузы отличаются от других зерновых культур. Например, по содержанию жира зерно кукурузы превосходит все зерновые культуры, а по содержанию сырого белка и клетчатки зерно кукурузы уступает другим фуражным культурам. В основном, в хозяйствах нашей страны, кукурузу используют на силос – ценный корм для скота, особенно для молочного. В 1 кг силоса, приготовленного из кукурузы с початками в фазе молочно-восковой спелости зерна, содержится 0,25–0,32 кормовых единиц и 14–18 г переваримого протеина. В зеленой массе содержится белка 1,8 %, жира – 0,9, клетчатки – 4,7, безазотистых экстрактивных веществ – 12,4 % [3–5].

В Республике Беларусь ежегодно увеличиваются объемы производства кукурузы не только на силос, но и на зерно. Так, в 2010 г. под кукурузой было занято 809,7 тыс. га, из них 111,8 тыс. га на зерно, в 2011 г. – 978,0 тыс. га, в т.ч. на зерно – 184,6 тыс. га, в 2012 г. – более 1200 тыс. га кукурузы, в т.ч. на зерно – более 400 тыс. га. Появление новых сортов и гибридов позволило значительно продвинуть зону выращивания кукурузы на север. Однако потенциал этой ценной культуры использует-

ся далеко не полностью. В основном средняя урожайность зеленой массы кукурузы по республике в последнее десятилетие была на уровне 240–260 ц/га [6, 7].

Обеспечить высокую продуктивность кукурузы при сохранении и повышении почвенного плодородия может только научно обоснованная система удобрения этой культуры [8–10].

Цель исследований – определить влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность, качество, содержание и вынос основных элементов питания при возделывании кукурузы на зерно.

#### Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2020 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка в среднем за 3 года исследований имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка (1,52–3,47 мг/кг; 3,9–4,4 мг/кг), повышенное содержание подвижных форм фосфора (216,8–238,4 мг/кг), повышенное и высокое содержание подвижного калия (291,0–328,0 мг/кг) соответственно по методу Кирсанова (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опытов

Год исследования	N, %	pH <sub>ксл</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn
2018	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.56	238.4	291.0	3.474	4.436
2019	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.24	216.8	315.8	2.566	4.001
2020	1,6 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.83	234.5	328.0	1.5295	3.9107

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога. Среднеранний. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Вегетационный период 106–109 дней.

В опытах применялись удобрения:

– мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9 % N); хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси;

– органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,21–0,22 % и K<sub>2</sub>O – 0,55–0,57 %);

– микроудобрения: Адоб–Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим–Цинк (6–8% Zn, 9–11% N), МикроСтим–Медь (6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим–Цинк, Бор (4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л);

– комплексное удобрение Кристалон (N – 18 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18,0 %; K<sub>2</sub>O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO<sub>3</sub> – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %.);

– регулятор роста растений – Экосил – 5 %-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот.

Обработку растений кукурузы проводили в фазу 6–8 листьев регулятором роста растений Экосил (50 мл/га), микроудобрением Адоб–Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим–Цинк (1,5 л/га) + МикроСтим–Медь (1 л/га), МикроСтим–Цинк, B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га).

Общая площадь делянки – 25,2 м<sup>2</sup>, учётная – 16,8 м<sup>2</sup>. Повторность четырёхкратная.

Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля, в 2020 г. – 5 мая.

Агротехника возделывания кукурузы общепринятая для Республики Беларусь. Содержание качественных показателей зерна кукурузы проводили по общепринятым методикам [10, 11]

Качество зерна кукурузы зависит от содержания в нем основных макро- и микроэлементов. Поэтому в зерне определяли содержание азота, фосфора и калия.

Чем больше была доза вносимого с удобрением азота, тем больше его содержание было в зерне кукурузы. Минимальное его содержание было в удобренном контрольном варианте и составило 0,97 %.

В фоновом варианте (N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>) содержание азота в зерне кукурузы составило 1,10 % в среднем за все 3 года исследований.

Применение некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  увеличивало содержание азота на 0,24 % (до 1,34 %) по сравнению с фоновым вариантом.

Максимальное содержание азота в зерне кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и составило 1,46 и 1,49 % соответственно.

Максимальное содержание фосфора было в вариантах с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$  с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк, некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ , 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и составило 0,65, 0,65, 0,68 и 0,66 % соответственно. Во всех остальных вариантах содержание фосфора практически не отличалось.

По содержанию калия в зерне кукурузы минимальное значение (0,44 %) было в варианте без применения удобрений (табл. 2).

В фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  содержания калия в зерне достигло 0,53 %. Во всех остальных вариантах содержание калия не отличалось от фонового варианта, кроме варианта с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ . В данном варианте было максимальное содержание калия, которое составило 0,59 %.

Таблица 2. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна кукурузы в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	% на сухое вещество								
		N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %
Контроль	47,9	0,97	0,54	0,44	1,34	11,21	1,60	3,61	2,54	6,09
$N_{60}P_{60}K_{90}$	65,0	1,02	0,60	0,47	1,34	11,62	1,44	3,14	2,41	6,37
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные)	76,0	1,03	0,62	0,54	1,37	11,14	1,42	3,41	2,50	6,43
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и B)	80,5	1,06	0,58	0,52	1,37	12,45	1,49	3,33	2,49	6,66
$N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – ФОН	87,5	1,10	0,58	0,53	1,39	11,19	1,44	3,33	2,11	6,91
$N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$ + МикроСтим-Цинк	96,3	1,20	0,65	0,54	1,41	12,98	1,52	3,54	2,22	7,52
Фон + МикроСтим-Цинк	93,8	1,16	0,54	0,53	1,45	13,42	1,44	3,62	2,19	7,26
Фон + Адоб-Zn	94,4	1,18	0,51	0,52	1,51	15,05	1,54	3,40	2,01	7,40
Фон + МикроСтим-Цинк, Медь	96,3	1,16	0,61	0,53	2,03	14,46	1,50	3,58	2,19	7,28
Фон + Кристалон	102,0	1,34	0,65	0,59	1,78	12,71	1,38	3,54	2,11	8,42
Фон + Экосил	93,0	1,12	0,60	0,55	1,49	12,62	1,58	3,36	2,27	7,00
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор	98,5	1,15	0,59	0,54	1,48	12,94	1,57	3,36	2,21	7,20
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ )	107,5	1,46	0,68	0,53	1,64	13,13	1,56	3,50	2,22	9,12
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк	110,6	1,49	0,66	0,54	1,50	13,18	1,46	3,46	1,88	9,31
НСР <sub>05</sub>	5,17	0,168	0,074	0,061	0,110	1,095	0,164	0,451	0,482	0,734

По содержанию меди минимальное значение (1,34 %) имели варианты с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и неудобренный контрольный вариант. В фоновом варианте содержание меди составило 1,39 мг/кг.

Наибольшее увеличение содержания меди в зерне кукурузы по сравнению с фоновым вариантом была у трёх вариантов: некорневая подкормка МикроСтим-Цинк, Медь на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  (на 0,64 мг/кг), некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  (на 0,39 мг/кг) и в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  (на 0,25 мг/кг). Содержание меди в данных вариантах составило 2,03, 1,78 и 1,64 мг/кг соответственно.

Максимальное содержание цинка в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки Адоб-Zn и составило 15,05 мг/кг. Несколько ниже содержание цинка в зерне было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк, Медь на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  (14,46 мг/кг).

Применение минеральных макро-, и микроудобрений, регуляторов роста и органических удобрений не способствовало увеличению содержания сырой золы по сравнению с контрольным вариантом без применения удобрений. Содержание сырой золы в контрольном варианте составило 1,60 %, а в фоновом варианте – 1,44 %.

Минимальное содержание сырой золы в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  – 1,38 %.

По содержанию сырого жира наименьшее значение было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{90}$  (3,14 %). Ни одна из применяемых систем удобрения в опыте не способствовала увеличению содержания сырого жира в зерне кукурузы по сравнению с контрольным вариантом. В неудобренном контрольном варианте содержание сырого жира было выше по сравнению с другими применяемыми системами удобрения в опыте и составило 3,61 %.

Наименьшее содержание сырой клетчатки в зерне кукурузы отмечено в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк в сочетании с 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и составило 1,88 %. Максимальное значение было у варианта без применения удобрений. Содержание сырой клетчатки в данном варианте составляло 2,54 %.

Содержание сырого протеина находится в сильной зависимости от содержания азота в зерне, чем его больше, тем больше содержание протеина.

Содержание сырого протеина в варианте без применения удобрений было минимальным и составило 6,09 %. В фоновом варианте ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) оно было на 0,82 % выше по сравнению с контрольным вариантом и составило 6,91 %.

Наиболее высокое содержание сырого протеина (8,42 %) среди вариантов с применением минеральных систем удобрения было в варианте с некорневой подкормкой комплексным удобрением Кристалон на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ , что на 1,51 % выше фонового варианта.

Максимальное содержание сырого протеина (9,12–9,31 %) отмечено в вариантах навозно-минеральной системы удобрения.

В табл. 3 представлена обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г, сбор сырого и переваримого протеина в зерне кукурузы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние применяемых систем удобрения на содержание и сбор сырого протеина и переваримого протеина кукурузы при возделывании на зерно в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Сбор сырого протеина, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г	Энергетическая ценность, МДж/га
Контроль	4,9	3,8	59	62438
$N_{60}P_{60}K_{90}$	6,3	4,8	56	84697
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные)	7,6	5,8	58	99015
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и В)	8,3	6,3	60	104873
$N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – ФОН	9,4	7,2	63	113898
$N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30} +$ МикроСтим-Цинк	13,0	9,9	80	125353
Фон + МикроСтим-Цинк	11,4	8,7	71	122142
Фон + Адоб–Zn	12,3	9,4	77	122880
Фон + МикроСтим-Цинк, Медь	11,1	8,5	67	125309
Фон + Кристалон	13,8	10,6	78	132859
Фон + Экосил	11,3	8,7	70	121057
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор	10,4	8,0	60	128217
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ )	16,6	12,7	89	139932
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк	19,5	15,0	102	144054
НСР <sub>05</sub>	4,9	3,8	59	62438

Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составил 19,5 и 11,3 ц/га. Применение микроудобрения МикроСтим-Цинк на фоне высоких доз минеральных удобрений  $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$  способствовало увеличению сбора сырого и переваримого протеина. Сбор сырого и переваримого протеина в данном варианте составил 13,0 и 9,9 ц/га. При минеральной системе удобрения максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  с некорневой подкормкой комплексным удобрением Кристалон и составил 13,8 и 10,6 ц/га.

Наименьшая обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в варианте с применением  $N_{60}P_{60}K_{90}$ . Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составила 102 г. При минеральной системе удобрения максимальная обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в варианте  $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$  + МикроСтим-Цинк и составила 80 г.

Максимальная энергетическая ценность зерна кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 139932 до 144054 МДж/га.

При минеральной системе удобрения максимальная энергетическая ценность зелёной массы кукурузы была получена в вариантах фон ( $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ ) + Кристалон и фон ( $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ ) + МикроСтим-Цинк, Бор и составила 132859 и 128217 МДж/га.

В табл. 4 приведены данные о выносе элементов питания с зелёной массой кукурузы в среднем за 3 года исследований.

Растения для определения выноса элементов питания отбирали в фазу молочно-восковой спелости. Минимальный общий и удельный вынос макро-, и микроэлементов при возделывании кукурузы на зелёную массу был в контрольном варианте без применения удобрений (табл. 4).

Таблица 4. Влияние применяемых систем удобрения на вынос элементов питания с зелёной массой кукурузы, в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Общий вынос					Удельный вынос				
	кг/га			г/га		кг/га			г/га	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn
Контроль	88	33	110	16,8	48,3	2,7	1,0	3,3	2,0	5,7
$N_{60}P_{60}K_{90}$	111	69	154	26,2	97,9	2,7	1,8	3,9	2,5	9,5
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные)	147	56	188	33,5	130,3	3,3	1,3	4,0	2,8	10,8
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и В)	172	78	191	28,3	189,2	3,6	1,7	4,0	2,2	14,9
$N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ – ФОН	184	114	226	33,7	164,8	3,6	2,3	4,5	2,4	12,0
$N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$ + МикроСтим-Цинк	253	127	268	42,3	246,7	3,9	1,9	4,2	2,4	14,0
Фон + МикроСтим-Цинк	189	105	237	39,6	175,6	3,4	1,9	4,3	2,7	11,7
Фон + Адоб-Zn	245	107	282	42,9	236,0	4,3	1,9	4,9	2,5	13,8
Фон + МикроСтим-Цинк, Медь	194	91	242	70,5	389,2	3,2	1,5	4,0	4,7	25,4
Фон + Кристалон	231	123	292	59,5	344,5	3,7	1,9	4,5	3,7	21,0
Фон + Экосил	223	107	265	40,5	207,4	4,2	2,0	4,9	2,5	12,8
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор	185	86	219	38,0	211,3	3,1	1,5	3,7	2,8	15,6
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ )	315	130	307	51,4	320,4	4,5	1,8	4,4	2,9	17,4
Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк	348	150	338	53,7	411,0	4,7	2,0	4,5	2,5	20,1

Максимальный общий и удельный вынос азота зелёной массой кукурузы был в варианте навоз 60 т/га +  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  + МикроСтим-Цинк и составил 348 кг/га и 4,7 кг/10 ц соответственно. Варианты с применением органических удобрений отличались самым высоким общим и удельным выносом азота от всех остальных.

В вариантах с минеральной системой удобрения более высоким выносом азота отличались варианты МикроСтим-Цинк на фоне  $N_{120+30}P_{70}K_{120}$  и Адоб-Zn на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  и составили 253 кг/га и 245 кг/га соответственно. Удельный вынос азота в данных вариантах составил 3,9 и 4,3 кг/10 ц соответственно. Все остальные варианты практически не отличались друг от друга.

Общий вынос фосфора был наибольшим в вариантах с применением органических удобрений и составил 130 и 150 кг/га. Максимальный удельный вынос фосфора был в фоновом варианте ( $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ ) и составил 2,3 кг/10 ц.

Максимальный общий вынос фосфора среди вариантов с минеральной системой удобрения был в вариантах  $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$  + МикроСтим-Цинк (75 г/га Zn) и Фон + Кристалон и составил 127 кг/га и 123 кг/га соответственно. При этом удельный вынос фосфора у этих вариантов не отличался от большинства других систем удобрения, применяемых в опыте, и составил 1,9 кг/10 ц.

Общий вынос калия также, как азота и фосфора, был больше всего в вариантах с применением органических удобрений и составил 307 и 338 кг/га. Наименьший общий вынос калия имел вариант без применения удобрений (110 кг/га). В вариантах с минеральной системой удобрения наибольший общий вынос калия был в варианте с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне  $N_{90+30}P_{80}K_{130}$  (292 кг/га). Между остальными вариантами, где применялись микроудобрения, кроме варианта с навозом, разницы по общему выносу калия не было.

Максимальный удельный вынос калия составил 4,9 кг/10 ц и был в вариантах с применением регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  и Адоб-Zn на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ . В фоновом варианте и в варианте с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  удельный вынос ка-

лия составил 4,5 кг/10 ц. Минимальный удельный вынос калия был в неудобренном контрольном варианте.

Наибольший общий вынос меди был в варианте, где применяли медьсодержащее микроудобрение (Фон + МикроСтим-Цинк, Медь) и составил 70,5 г/га. Максимальный общий вынос цинка был в вариантах (Навоз +  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  + МикроСтим-Цинк) и (Фон + МикроСтим-Цинк, Медь) и составил 411 и 389,2 г/га соответственно. В варианте с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  общий вынос меди и цинка составил 59,5 г/га и 344,5 г/га.

Минимальный общий вынос меди и цинка был в неудобренном контрольном варианте и составил 16,8 и 48,3 г/га. Между остальными удобренными вариантами разницы практически не было.

Максимальный удельный вынос меди и цинка был в варианте с применением некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Цинк, Медь и составил соответственно 4,7 г/10 ц и 25,4 г/10 ц. В варианте  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  + Кристалон способствовало удельный вынос меди составил 3,7 г/10 ц и цинка 21,0 г/10 ц.

В неудобренном контрольном варианте удельный вынос меди и цинка составил 2,0 и 5,7 г/10 ц.

### **Заключение**

Максимальная урожайность зерна была получена в варианте с применением навоза на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк (75 г/га) и составила 110,6 ц/га, что на 23,1 ц/га больше фонового варианта.

При минеральной системе удобрения наиболее высокая урожайность зерна (102,2 ц/га) и окупаемость 1 кг NPK кг зерна (19,3 кг) отмечена в варианте  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  + Кристалон.

Максимальное содержание азота, сырого протеина в зерне кукурузы было в варианте с применением органоминеральной системы удобрения (60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ). Максимальное содержание фосфора в зерне было в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ .

Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составил 19,5 и 11,3 ц/га. Максимальная энергетическая ценность зерна кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 139932 до 144054 МДж/га. Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон ( $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ ) + МикроСтим-Цинк и составила 102 г. При минеральной системе удобрения максимальная обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в варианте  $N_{120}P_{80}K_{130} + N_{30}$  + МикроСтим-Цинк и составила 80 г.

Удельный вынос по азоту, фосфору и калию ниже был в варианте без применения удобрений. По фосфору удельный вынос в удобряемых вариантах был довольно стабильным и колебался в незначительных пределах (с 1,0 по 2,3 кг/10 ц). По азоту удельный вынос колебался несколько в больших пределах (с 2,7 по 4,7 кг/10 ц), наиболее высоким он был в вариантах навозно-минеральной системы удобрения (Навоз 60 т/га +  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  и Навоз 60 т/га +  $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$  + МикроСтим-Цинк (75 г/га Zn). Максимальный удельный вынос меди (4,7 г/10 ц) и цинка (25,4 г/10 ц) был в варианте с применением некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Цинк, Медь на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ .

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Палий, А. Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы / А. Ф. Палий. – Кишинёв: Штиинца, 1989. – 176 с.
2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Под ред. Д. Шпаара. – 2009. – 390 с.
3. Лиманская, В. Б. Формирование сухой биомассы кукурузы в условиях Западного Казахстана / В. Б. Лиманская // Вестник с.-х. науки Казахстана – 2006. – №12. – С. 15–16.
4. Бобренко, И. А. Оптимизация минерального питания кормовых, овощных культур и картофеля на черноземах Западной Сибири: дис. ... доктора с.-х. наук / И. А. Бобренко. – Омск, 2004. – 446 с.
5. Ермохин, Ю. И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД») / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 284 с.
6. Серая, Т. М. Отзывчивость кукурузы на применение различных видов органических удобрений при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, Е. Н. Богатырева, Е. Г. Мезенцева // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №1. – С. 54–61.
7. Смольский, В. Г. Влияние жидких комплексных удобрений на основе КАС на урожайность и качество зеленой массы кукурузы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. Г. Смольский. – Минск, 2004. – 108 с.
8. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 16 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
10. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
11. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.

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

**М. Ф. СТЕПУРО**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,  
п. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013, e-mail: mfstepuro@mail.ru*

**В. И. МЕНЬКОВ**

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

*(Поступила в редакцию 18.01.2024)*

*Перец сладкий занимает значимое место среди овощных культур и играет важную роль в импортозамещении и обеспечении населения Республики Беларусь отечественными овощами. Перец сладкий характеризуется высокой и устойчивой урожайностью плодов, которые обладают высокой пищевой ценностью и содержат комплекс основных биохимических показателей (макро- и микроэлементы, белки, углеводы, витамины и т. д.).*

*В результате совместных исследований РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» и УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучена эффективность применения новых видов гуминовосодержащих удобрений и их влияние на урожайность и биохимический состав плодов перца сладкого. Установлено, что наибольшая урожайность плодов перца сладкого 40,5 т/га получена в варианте с несением гуминового препарата Гумилэнд (2,7 л/га) на фоне N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub>. Прибавка урожая от некорневой обработки препаратом Гумилэнд составила 7,7 т/га при товарности плодов 94 %, содержания в них сухого вещества 17,6 %, суммы сахаров – 6,7 %, витамина С – 172 мг%, нитратов – 32 мг/кг. Некорневая обработка посевов перца сладкого гуминовым препаратом ЭлеГум (5 л/га) на фоне N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub> увеличила урожайность плодов на 4,4 т/га, Тезорро (2,1 л/га) – на 5,0 т/га, Гидрогумин (4,2 л/га) – на 5,6 т/га при общей урожайности соответственно 37,2, 37,8 и 38,4 т/га и товарности плодов 90–92 %.*

*Наименьшая убыль массы плодов перца сладкого 9,1–9,4 % после 45 суток хранения определилась при поддержании оптимальной относительной влажности 90–95 %.*

**Ключевые слова:** *перец сладкий, гуминовые удобрения, капельное орошение, урожайность, качество, сохранность плодов.*

*Sweet pepper occupies a significant place among vegetable crops and plays an important role in import substitution and providing the population of the Republic of Belarus with domestic vegetables. Sweet pepper is characterized by high and stable yield of fruit, which have high nutritional value and contain a complex of basic biochemical indicators (macro- and microelements, proteins, carbohydrates, vitamins, etc.).*

*As a result of joint research by the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato and Fruit and Vegetable Growing" and the Educational Institution «Belarusian State Agricultural Academy», the effectiveness of the use of new types of humic-containing fertilizers and their effect on the yield and biochemical composition of sweet pepper fruits was studied. It was found that the highest yield of sweet pepper fruits (40.5 t/ha) was obtained in the variant with the humic preparation Gumiland (2.7 l/ha) against the background of N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub>. The yield increase from foliar treatment with Gumiland was 7.7 t/ha with fruit marketability of 94 %, dry matter content of 17.6%, total sugars – 6.7 %, vitamin C – 172 mg%, nitrates – 32 mg/ kg. Foliar treatment of sweet pepper crops with the humic preparation EleGum (5 l/ha) against the background of N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub> increased fruit yield by 4.4 t/ha, Tezorro (2.1 l/ha) – by 5.0 t/ha, Hydrohumin (4.2 l/ha) – by 5.6 t/ha with a total yield of 37.2, 37.8 and 38.4 t/ha, respectively, and fruit marketability of 90–92 %.*

*The smallest loss in the weight of sweet pepper fruits, 9.1–9.4 %, after 45 days of storage was determined when maintaining an optimal relative humidity of 90–95 %.*

**Key words:** *sweet pepper, humic fertilizers, drip irrigation, productivity, quality, preservation of fruits.*

### **Введение**

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

Важное место среди овощных культур занимает 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 витамина С 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. Определено, что чем позднее убраны плоды одной и

той же степени спелости, тем больше они содержат аскорбиновой кислоты. Поэтому уборки следует проводить по мере созревания плодов.

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 при созревании перца сладкого количество сахаров, титруемых кислот и витаминов в плодах возрастает, в следствие чего они в биологической спелости значительно питательнее, чем в технической спелости (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.

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. Для нормального роста и развития растений оптимальная кислотность почвы должна быть  $pH_{KCl}$  6,0–6,7 [4, 5].

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 [6].

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 [7].

Установлено, что полив является одним из важнейших агротехнических приемов при выращивании перца сладкого. Выявлено, что на формирование тонны урожая плодов растения перца сладкого расходует 160–198 м<sup>3</sup> воды. Норма полива при способе дождевания составляет 300–350 м<sup>3</sup>/га, а при использовании капельного полива достаточна норма полива 120–150 м<sup>3</sup>/га для того, чтобы оптимизировать водный баланс почвы [8, 9].

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, наряду с применением традиционных форм и видов органических и минеральных удобрений, предусматривают применение гуминовых препаратов в качестве удобрений и регуляторов роста [10–26].

В настоящее время практика диктует шире использовать новые сложные формы гуминовосодержащих удобрений, в том числе при выращивании перца сладкого, что является актуальным и имеет практический интерес.

Цель исследования – изучить эффективность применения гуминовосодержащих удобрений на урожайность, качество и сохранность плодов перца сладкого при капельном орошении.

#### **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  $pH_{KCl}$  – 6,1, содержание подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и подвижного калия (K<sub>2</sub>O) – 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 (46 %), фосфорные – двойной суперфосфат (45 %) и калий хлористый (55 %). Площадь опытной делянки 7 м<sup>2</sup>; повторность опытов четырехкратная.

Из гуминовосодержащих удобрений использовали: ЭлеГум комплекс, содержащий β-гумин – 0,5 г/л, медь – 2, марганец – 2, цинк – 2,5, бор – 2,5 г/л; Гидрогумин, содержащий аммиачный азот – 2,2–2,3 г/л, окись магния – 2,1–2,2, окись кальция – 7,2–7,5 г/л, имеет концентрацию солей – 22,5 %, рН<sub>KCl</sub> – 9,2; Тезорро, содержащий гуминовые кислоты – 40 г/л, калий – 15, азот – 180, бор – 1,2, молибден – 0,12, йод – 0,16 г/л; жидкое удобрение Гумилэнд, содержащий 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. Во всех вариантах с применением гуминовых удобрений вносили фоновую дозу минеральных удобрений N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub>.

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 ГОСТ 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 течение вегетационного периода перца сладкого 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 м<sup>3</sup>/га, а в 2019 г. она находилась на уровне 18,4–27,6 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма в 2018 г. составила 343,9 м<sup>3</sup>/га, а в 2019 г. соответствовала 220,8 м<sup>3</sup>/га.

Закладка и проведение опытов, а также статистическую обработку результатов исследований проводили согласно общепринятым методикам [27–29].

Результаты проведенных исследований свидетельствует о том, что при выращивании перца сладкого некорневая подкормка жидким гуминовым удобрением Гумилэнд (2,7 л/га) повысило урожайность плодов сорта Парнас на 7,7 т/га (прибавка составила 23 %) (табл. 1).

Таблица 1. Влияние гуминовосодержащих удобрений на урожайность 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 <sub>05</sub>	1,8			

При использовании препарата Гидрогумин (4,2 л/га) увеличение урожайности плодов перца сладкого составило 5,6 т/га, Тезорро (2,1 л/га) – 5,0 т/га, ЭлеГум (5 л/га) – 4,4 т/га.

Товарность плодов перца сладкого от внесения гуминовосодержащих удобрений в среднем повысилась на 5 % по сравнению с товарностью 87 % на контрольном варианте (без внесения удобрений).

Виды и дозы гуминовосодержащих удобрений не только влияли на величину урожайности, но и на биохимический состав плодов перца сладкого (табл. 2).

Таблица 2. Влияние 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
НСР <sub>05</sub>	0,22	0,24	0,44	0,32

Наименьшее содержание сухого вещества в плодах перца сладкого 16,1 % отмечено на контрольном варианте (без внесения удобрений). Наибольшее содержание сухого вещества в плодах перца сладкого 17,6 % установлено при внесении Гумилэнд в дозе 2,7 л/га.

Содержание суммы сахаров в плодах перца сладкого в зависимости от вариантов опыта по видам и дозам гуминовосодержащих удобрений варьировало в пределах 6,3–6,7 %. Большее количество ас-

корбиновой кислоты 172 мг % накапливалось в плодах перца сладкого при использовании Гумилэнд 2,7 л/га.

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

Установлено, что большую роль в сохранности плодов перца сладкого играет относительная влажность воздуха. При влажности 100 % и выше естественные потери незначительны, но на плодах появляются черные точки 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 (табл. 3).

Таблица 3. Влияние гуминовосодержащих удобрений в зависимости от уровня относительной влажности 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

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 сохранность плодов, полученных при использовании данных препаратов, лучше себя зарекомендовал препарат Гумилэнд в дозе 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 % меньшая убыль, чем при внесении препаратов Тезорро, Гидрогумин и ЭлеГум.

#### Заключение

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

Выявлено, что использование гуминовосодержащих удобрений при проведении некорневых подкормок на фоне N<sub>70</sub>P<sub>120</sub>K<sub>75</sub> позволили увеличить урожайность плодов перца сладкого от внесения препарата Гумилэнд (2,7 л/га) на 7,7 т/га или 23 %, Гидрогумин (4,2 л/га) – на 5,6 т/га или 17 %, Тезорро (2,1 л/га) – на 5,0 т/га или 15 %, ЭлеГум (5 л/га) – на 4,4 т/га или 13 % с повышением товарности плодов на 3–7 %.

Установлено, что лучшие биохимические показатели плодов перца сладкого получены в варианте с применением гуминового препарата Гумилэнд (2,7 л/га): содержание сухого вещества – 17,6 %, суммы сахаров – 6,7 %, витамина С – 172 мг%, нитратов – 32 мг/кг.

Изучение влияния относительной влажности показало, что наименьшая убыль массы плодов перца сладкого после 45 суток хранения обеспечивается за счет поддержания оптимальной относительной влажности воздуха на уровне 90–95 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. В мире овощей / А. А. Аутко. – Минск: Технопринт, 2004. – 568 с.
2. Технология возделывания овощных культур в Беларуси / А. А. Аутко [и др.]. – Минск, 2003. – 96 с.
3. Борисов, В. А. Качество и лежкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – Москва, 2003. – 625 с.
4. Гусев, М. И. Действие удобрений на урожай и качество овощных и бахчевых культур / М. И. Гусев // Действие удобрений на урожай и его качество. – Москва: Колос, 1965. – С. 165–178.
5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
6. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг; пер. с нем. В. И. Леунова. – Москва: Колос, 2000. – 576 с.
7. Мацков, Ф. Ф. Внекорневое питание растений / Ф. Ф. Мацков. – Киев: АН УССР, 1957. – 263 с.
8. Степура, М. Ф. Роль внекорневых подкормок в питании овощных культур / М. Ф. Степура, Т. В. Матюк // Овощеводство. – 2008. – Вып. 14. – С. 86–96.
9. 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.
10. Биотестирование гуминовых продуктов как потенциальных ремедиантов / В. А. Терехова [и др.] // Почвоведение. – 2022. – № 7. – С. 795–807.
11. Босак, В. М. Выкарыстанне гумінавых прэпаратаў пры вырошчванні вострасмакавых культур / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Вермикомпостіраванне і вермікультывіраванне як аснова экалагічнага земледдзя ў XXI веку: дасягненні, праблемы, перспектывы. – Мінск: Колорград, 2021. – С. 68–70.
12. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Минск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.

13. Босак, В. Н. Применение регуляторов роста на посевах озимой пшеницы / В. Н. Босак // Новые идеи в растениеводстве и пути их реализации. – Москва, 1991. – С. 25–26.
14. Босак, В. Н. Применение удобрений и регуляторов роста при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Е. В. Яковлева // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3. – С. 37–42.
15. Босак, В. Н. Продуктивность фасоли овощной в зависимости от применения регуляторов роста и удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: РГАТУ, 2018. – Ч. 1. – С. 31–33.
16. Босак, В. Н. Совершенствование технологии возделывания овощных культур: роль удобрений и биопрепаратов / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. Е. Кошман // Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутренних и внешних рынках. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 24–25.
17. Кулик, А. М. Практические результаты применения гуминовых веществ в сельском хозяйстве / А. М. Кулик, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 204–207.
18. Максимова, С. Л. Применение жидких гуминовых удобрений на основе биогумуса в интенсивном земледелии / С. Л. Максимова, В. Н. Босак, Е. Г. Лузин; НППЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2014. – 18 с.
19. Новые виды гуминовых удобрений в адаптивном земледелии / А. В. Шараров [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 175–177.
20. Поволоцкая, Ю. С. Краткий обзор гуминовых препаратов / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 5-1. – С. 37–40.
21. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
22. Применение гуминового препарата гумат роста в земледелии / В. Н. Босак [и др.]. – Минск, 2024. – 31 с.
23. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.
24. Применение регуляторов роста при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак [и др.] // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 47–49.
25. Регуляторы роста в агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Минск: Право и экономика, 2011. – С. 30.
26. Сачивко, Т. В. Эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 337–339.
27. Белик, В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик. – Москва: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
28. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
29. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ СИЛОСА ИЗ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ ФАЗЫ ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

В. А. ЕМЕЛИН

УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: EmelinVA65@gmail.com

Б. В. ШЕЛЮТО

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

(Поступила в редакцию 24.01.2024)

Зеленую массу на силос необходимо убирать в фазе начала цветения растений сильфии, так как в это время высокая концентрация сахаров и формируется наибольшая продуктивность посевов. Лучший по питательному составу силос и наибольшая продуктивность получается при уборке сильфии в фазу начала цветения растений (цветение корзинок 1-го порядка дихазия): сырого протеина – 9,4 % в 1 кг сухого вещества, клетчатки – 24,3 %, золы – 10,9 %, жира – 3,86 %, кормовых единиц – 0,78, обменной энергии – 9,0 МДж/кг, каротина – 44,5 мг/кг. Зеленая масса сильфии хорошо силосуется в чистом виде в смеси с хорошо повяленными травами, измельченной соломой и консервантами. Свежая нарезанная зеленая масса при трамбовке отличается ароматным фруктовым запахом. Свежескошенная зеленая масса сильфии в фазе начала цветения растений из-за высокой влажности (до 80 % и более) зеленой массы может быть трудносилосуемой, поэтому необходимо в процессе силосования использовать сухие компоненты – измельченную солому и консерванты. Силос характеризуется хорошими органолептическими свойствами: структура хорошо сохраняется и четко выражена, цвет – оливковый зеленоватый, запах – приятный фруктовый слабокислый. При соблюдении общепринятых правил силосования силос из сильфии, по органолептической оценке и питательному составу, удовлетворяет требованиям кормов хорошего качества. Сильфия может возделываться для производства комбинированного силоса и использоваться в кормовых смесях рациона крупного рогатого скота.

**Ключевые слова:** сильфия пронзеннолистная, фазы развития растений, питательность силоса.

Green mass for silage must be harvested at the beginning of flowering of silphium plants, since at this time there is a high concentration of sugars and the greatest productivity of crops is formed. The best silage in terms of nutritional composition and the greatest productivity are obtained when harvesting silphium in the phase of the beginning of plant flowering (flowering heads of the 1st order of dichasia): crude protein – 9.4 % per 1 kg of dry matter, fiber – 24.3 %, ash – 10.9 %, fat – 3.86 %, feed units – 0.78, metabolic energy – 9.0 MJ/kg, carotene – 44.5 mg/kg. The green mass of silphium ensiles well in its pure form in a mixture with well-dried herbs, chopped straw and preservatives. When tamped, fresh chopped green mass has an aromatic fruity smell. Freshly cut green mass of silphium in the phase of the beginning of flowering of plants due to the high humidity (up to 80 % or more) of the green mass can be difficult to ensile, therefore it is necessary to use dry components during the ensiling process – chopped straw and preservatives. Silage is characterized by good organoleptic properties: the structure is well preserved and clearly defined, the color is olive greenish, the smell is pleasant, fruity, slightly acidic. Subject to generally accepted ensiling rules, silphium silage meets the requirements of good quality feed in terms of organoleptic evaluation and nutritional composition. Silphium can be cultivated for the production of combined silage and used in feed mixtures for cattle diets.

**Key words:** silphium perfoliatum, phases of plant development, nutritional value of silage.

### Введение

Развитие растениеводства Республики Беларусь в 2021–2025 годах предусматривается путем реализации следующих основных направлений: внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции; сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель; использование наиболее интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений; развитие интенсивного кормопроизводства, обеспечивающего производство высококачественных травяных кормов и создание устойчивой кормовой базы для животноводства и т.д.

Одним из способов заготовки корма для крупного рогатого скота на зимний период является консервирование зеленой массы на силос. Сильфия относится к группе кормовых растений с высоким содержанием влаги и протеина, ее зеленая масса хорошо силосуется в чистом виде. Силос обладает высокими кормовыми достоинствами и характеризуется хорошими органолептическими и химическими данными. Силос из сильфии имеет нормальный цвет, структуру, приятный запах. Содержание молочной кислоты составляет 54–84 % от суммы всех кислот, масляная кислота отсутствует или присутствует в допустимом для 1-го класса количестве. Силос из сильфии по органолептическим показателям не уступает силосу, приготовленному из кукурузы, а по содержанию протеина превосходит в два раза. Зеленая масса сильфии является хорошим сырьем для приготовления раннего силоса. Луч-

ший по качеству силос получается при силосовании сальфии в фазу цветения. В этот период снижается количество протеина, а сахаров – возрастает [1–6, 8–10, 16–18].

Переваримость питательных веществ в зеленой массе хорошая. Усвояемость протеина составляет 83 %, БЭВ – 82 %, клетчатки – 67 %. В 100 г зеленой массы содержится от 9 до 15 кормовых единиц. На одну кормовую единицу приходится 140–160 г переваримого протеина [4, 7]. Силос является основным источником сочного корма в рационах крупного рогатого скота в зимний стойловый период животных, а также при их круглогодичном содержании. Зеленая масса сальфии хорошо силосуется в чистом виде и смеси с другими силосными и травами [11]. Силос из сальфии высокого качества, при рН 4,2 содержит молочной кислоты 0,92, уксусной – 0,33 % общего состава сырого вещества. Отсутствует масляная кислота. В начале цветения в растениях излишняя влага, поэтому качество корма повышается, если к сальфии при силосовании прибавляют менее сочные корма [17].

Зеленая масса сальфии имеет полноценный химический состав. По содержанию белковых веществ и клетчатки сальфия стоит на одном уровне с лучшими травами – клевером и люцерной. В зависимости от условий выращивания, времени уборки и продолжительности жизни в зеленой массе содержится 13–23 % протеина, до 23 % суммы редуцированных сахаров, более 60 % БЭВ, повышенное содержание зольных веществ, аскорбиновой кислоты, каротина и небольшое количество клетчатки. Зеленая масса сальфии может быть использована на корм скоту в свежем виде (в фазе бутонизации) или для приготовления силоса и травяной муки. В 1 кг силоса содержится 0,15 кормовых единиц, на 1 кормовую единицу приходилось 60 грамм переводимого протеина. Переваримость питательных веществ в силосе, как отмечает Павлов В. С., составляет сухого вещества – 61,7 %, протеина – 49,6, клетчатки – 59,2, жира – 49,5, БЭВ – 76,6 % [14]. В основных изданиях М. Ф. Томмэ и др. данные о переваримости питательных веществ в силосе из сальфии отсутствуют [15].

Анализ источников литературы показывает, что исследования по изучению питательности силоса из сальфии в зависимости от фазы развития растений и сроков уборки не проводились. Период цветения сальфии около двух месяцев, поэтому необходимо было изучить питательную ценность силоса на разных стадиях фазы цветения растений и уборки (вначале цветения растений, середине цветения и по окончанию цветения растений). Особенно важное хозяйственное значение имеют исследования по изучению содержания сухого вещества в зеленой массе и питательности силоса из сальфии заготовленного в фазу окончания цветения растений. Поздняя уборка, как правило, снижает влажность силосуемой массы, кроме этого, она продлит период цветения растений в конвейере кормовой базы пчел. Все эти вопросы являются актуальными для изучения при разработке технологии возделывания сальфии на силос и многопланового использования культуры на практике.

Исследования по изучению питательности силоса сальфии пронзеннолистной проводились из отобранных растений с посевов полевых опытов в почвенно-климатических условиях Витебской области.

Цель исследований – теоретическое и практическое обоснование, разработка новых предложений и агротехнических приемов по совершенствованию технологии возделывания сальфии пронзеннолистной на зелёную массу, кормовые цели и семена при рациональном использовании земельных, материальных и энергетических ресурсов в условиях Беларуси. Задача исследований: установить химический и питательный состав зеленой массы и силоса сальфии пронзеннолистной в зависимости от фаз развития растений, удобрений, составляющих компонентов и консервантов.

#### **Основная часть**

Материально-техническим обеспечением и базой для проведения научных исследований являются многолетние опытные посеы сальфии. Исследования химического и питательного состава зеленой массы и силоса сальфии проводились в лаборатории РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» и УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Объектом исследований является химический и питательный состав силоса из сальфии пронзеннолистной (сорт «Первый Белорусский») и фазы развития растений. Почва опытного участка дерново-подзолистая суглинистая. Весной проводилась азотная подкормка методом разбрасывания в фазу начала отрастания растений под междурядную обработку. Площадь делянок 56 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, расположение делянок – систематическое. Схема размещения растений – 70х40 см. Густота стояния растений – 35714 растений/га, 200 растений (кустов) на делянке. Схема опыта и варианты (уборка зеленой массы сальфии на силос на разных стадиях фазы цветения растений): 1. Начало цветения растений (цветение корзинок 1-го порядка дихазия); 2. Цветение растений (цветение корзинок 2-3-го порядка); 3. Окончание цветения растений (цветение корзинок 4-5-го порядка дихазия).

Для изучения химического состава и питательной ценности силоса из сальфии проведены отборы растительных образцов. Отбор проводился в зависимости от наступления фаз развития растений.

Скашивание растений проводили на высоте 20 см. Образцы отбирались путем взятия пробного снопа из типичных растений делянки. Растительные пробы отбирали в день уборки урожая, одновременно определяли структуру урожая и проводили биометрические измерения. Срезанные растения (10 побегов в двух проворностях) измельчали и перемешивали [12, 13].

Проведена закладка и трамбовка измельченной зеленой массы силфий. Консервирование провели в стеклянные емкости объемом 1–3 литра – для лабораторных технологических опытов. Определялись концентрацию сырого протеина (%), сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы и безазотистых экстрактивных веществ (%) на абсолютно сухое вещество. Изучались показатели питательности силоса: кормовые единицы (в 1 кг СВ), обменная энергия (ОЭ, МДж/кг в 1 кг СВ), концентрация растворимых углеводов (сахаров), % и каротина (мг/кг), Са (г) и Р (г) [9].

Результаты исследований химического состава и питательной ценности силоса из силфий в зависимости от стадии фазы цветения растений представлены в табл. 1. Анализ показывает, что концентрация сухого вещества в силосе была наибольшей (22,6 %) в фазе окончания цветения растений, меньше (19,8 %) – в фазе начала цветения. Сырого протеина было больше в фазе начала цветения растений (9,4 % в 1 кг сухого вещества), а клетчатки меньше (24,3 %). В эту фазу содержание сырой золы – 10,9 %, жира – 3,86 %, БЭВ – 51,5 %. В фазу окончания цветения растений концентрация протеина снизилась до 8,7 %.

Таблица 1. Химический состав силоса из силфий в зависимости от стадии фазы цветения растений, %

Фаза развития растений	СВ, %	Содержание, % на абсолютно сухое вещество				
		СП	СЖ	СК	БЭВ	СЗ
2016 год						
Начало цветения	22,1	11,2	3,25	22,9	54,9	7,72
Цветение	22,6	11,3	3,43	24,4	52,8	8,12
Окончание цветения	25,8	10,5	3,34	25,4	52,8	7,99
2019 год						
Начало цветения	19,0	7,3	3,73	29,3	49,4	10,3
Цветение	20,1	7,8	3,45	28,9	48,5	11,3
Окончание цветения	20,3	8,0	3,85	29,7	46,2	12,3
2021 год						
Начало цветения	18,3	9,8	4,59	20,8	50,2	14,6
Цветение	20,2	8,6	3,82	29,0	46,7	11,9
Окончание цветения	21,6	7,7	4,67	28,8	44,5	14,3
Среднее						
Начало цветения	19,8	9,4	3,86	24,3	51,5	10,9
Цветение	21,0	9,2	3,57	27,4	49,3	10,4
Окончание цветения	22,6	8,7	3,95	28,0	47,8	11,5
Среднее	21,1	9,1	3,79	26,6	49,5	10,9

Средние показатели качественного состава силоса в фазу цветения растений были следующими: сухого вещества – 21,1 %, протеина – 9,1 %, золы – 10,9 %, жира – 3,79 %, клетчатки – 26,6 %, БЭВ – 49,5 %.

В среднем за годы исследований установлен высокий уровень кормовых единиц (0,78), обменной энергии (9,0 МДж/кг) и концентрация каротина (44,5 мг/кг) в силосе, полученного при уборке зеленой массы в фазу начала цветения силфий (табл. 2).

Таблица 2. Питательная ценность силоса из силфий

Фаза развития растения	КЕ в 1 кг СВ	ОЭ, МДж в 1 кг СВ	Каротин, мг	Са, г	Р, г
2016 год					
Начало цветения	0,81	9,14	35,3	1,85	0,75
Цветения	0,80	9,07	28,0	1,93	0,81
Окончание цветения	0,79	8,97	23,8	2,15	0,89
2019 год					
Начало цветения	0,78	8,83	45,1	2,22	0,24
Цветения	0,78	8,91	26,9	2,58	0,23
Окончание цветения	0,79	8,94	27,0	2,98	0,26
2021 год					
Начало цветения	0,74	9,03	53,0	2,85	0,25
Цветения	0,71	8,62	20,5	2,04	0,27
Окончание цветения	0,70	8,53	37,8	3,11	0,27
Среднее					
Начало цветения	0,78	9,00	44,5	2,31	0,41
Цветения	0,76	8,87	25,1	2,18	0,44
Окончание цветения	0,76	8,81	29,5	2,75	0,47
Среднее	0,77	8,89	33,0	2,41	0,44

При проведении уборки зеленой массы в последующие фазы развития растений питательная ценность силоса снижалась, особенно по содержанию каротина. Содержание макроэлементов кальция (2,75 г) и фосфора (0,44 г) было больше при уборке растений в фазу окончания цветения растений.

Качество силоса также определяются соотношением органических кислот. Результаты содержания органических кислот и pH в силосе из сивльфии представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание органических кислот в силосе из сивльфии

Фаза развития растений	pH	Массовая доля кислот, %			Сумма кислот, %	Соотношение кислот, %		
		молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	масляная
2016 год								
Начало цветения	4,4	0,99	0,40	0	1,39	72,3	27,7	0
Цветение	4,4	1,66	0,50	0	2,16	76,8	23,2	0
Окончание цветения	4,5	1,14	0,27	0	1,41	80,6	19,4	0
2019 год								
Начало цветения	4,5	3,02	0,37	0,01	3,40	88,2	10,5	1,3
Цветение	4,9	2,43	0,44	0,12	2,99	81,1	14,9	4,0
Окончание цветения	5,2	1,94	0,72	0,06	2,72	71,2	26,5	2,3
Среднее								
Начало цветения	4,4	2,01	0,38	0,005	2,39	80,3	19,1	0,6
Цветение	4,6	2,05	0,47	0,05	2,57	79,0	19,1	2,0
Окончание цветения	4,8	1,54	0,49	0,03	2,06	75,9	22,9	1,1
Среднее	4,6	1,87	0,45	0,03	2,34	78,4	20,4	1,2

Консервирование зеленой массы в фазу цветения растений позволяет получать силос с благоприятным сочетанием органических кислот, из которых преобладает молочная кислота. Исследованиями установлено высокое содержание молочной кислоты, низкое – уксусной и следы масляной кислоты (массовая доля масляной кислоты менее 0,1 %). На долю молочной кислоты приходится наибольшая часть (75,9–80,3 %) от суммы всех кислот, что обеспечивает получение доброкачественного силоса. Соотношение кислот показывает, что с увеличением возраста растений процент молочной кислоты уменьшался (до 75,9 %), уксусной – увеличивался (до 22,9 %), масляной был в пределах 0,6–2,0 %. При pH 4,6 качество силоса – умеренно хорошее. Лучшая pH (4,4) активная кислотность была установлена в фазе начало цветения растений.

Качество корма и его питательная ценность определяется комплексом показателей химического и питательного состава, органолептической оценкой (цвет, запах, структура) корма. Оценка силоса из сивльфии на соответствие требованиям СТБ 1223-2000 силосам из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений выявила следующие показатели: класс по сухому веществу – 3 (третий), сырому протеину – 3 (третий), сырой клетчатки – 1 (первый), сырой золы – 1 (первый). Класс силоса по питательности (в 1 кг сухого вещества): кормовых единиц – 2 (второй), обменной энергии – 2 (второй). Массовая доля масляной кислоты – 3 (третий), pH (активная кислотность) – 3 (третий) [10]. Запах фруктовый слабокислый, исчезающий с руки после растирания, в силосе отсутствует плесень. Цвет оливковый зеленоватый с бурым оттенком, хорошо сохраняется структура и консистенция измельченных частей растений. Зеленая масса сивльфии хорошо силосуется в чистом виде. Свежая измельченная зеленная массы при уплотнении и трамбовке отличается ароматным фруктовым запахом.

Сложившиеся схемы зеленого и сырьевого конвейеров из традиционных кормовых культур могут совершенствоваться путем использования сивльфии, что улучшит кормовой ассортимент и гарантировано обеспечит поступление зеленой массы с многолетних посевов летом и осенью в виде зеленого корма и сырья для заготовки силоса.

### Заключение

В почвенно-климатических условиях Витебской области в сырьевом конвейере сивльфия пронзеннолистная может использоваться на силос в фазе цветения растений (период фаз цветения корзинок 1-го порядка дихазия – цветения корзинок 4–5-го порядков) длительное время, что дает возможность выбрать для уборки сухую теплую погоду. Оптимальное время для уборки основного укоса зеленой массы для получения качественного силоса – третья декада июля. Лучший по питательному составу силос и наибольшая продуктивность посевов получают при уборке сивльфии в фазу начала цветения растений (цветение корзинок 1-го порядка дихазия): сырого протеина – 9,4 % в 1 кг сухого вещества, клетчатки – 24,3 %, золы – 10,9 %, жира – 3,86 %, кормовых единиц – 0,78, обменной энергии – 9,0 МДж/кг, каротина – 44,5 мг/кг.

При силосовании зеленой массы сильфии в фазу начало цветения растений образуется большое количество молочной кислоты (80,3 %), что необходимо для консервирования и сохранения питательных веществ. Вследствие высокой влажности зеленой массы могут нарушаться бродильные процессы. При влажности зеленой массы до 80 % и более необходимо при силосовании использовать измельченную овсяную солому (10–20 % и более), хорошо подвяленные травы и консерванты. Зеленая масса сильфии в чистом виде хорошо силосуется при влажности 70–75 %. При трамбовке зеленая масса отличается ароматным фруктовым запахом. При соблюдении общепринятых правил силосования силос из сильфии, по органолептической оценке и по совокупности показателей химического и питательного состава, удовлетворяет требования кормов хорошего качества. Сильфия может возделываться для производства комбинированного силоса и использоваться в кормовых смесях рациона крупного рогатого скота.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, А. А. Сильфия пронзеннолистная в кормопроизводстве / А. А. Абрамов; Центральный ботанический сад им. Н. Н. Гришко. – Киев: Наукова думка, 1992. – 155 с.
2. Асемкулова, Г. Б. Химический состав нетрадиционных кормовых культур и оценка качества силоса / Г. Б. Асемкулова // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 37–38.
3. Базылев, Э. Я. Кормовые достоинства сильфии пронзеннолистной в условиях Ленинградской области / Э. Я. Базылев // Пятый симпозиум по новым силосным растениям. – Ленинград, 1970. – Ч. 2. – С. 112–113.
4. Вавилов, П. П. Новые кормовые культуры / П. П. Вавилов, А. А. Кондратьев. – Москва: Россельхозиздат, 1975. – 351 с.
5. Грицак, З. И. О кормовых достоинствах сильфии и влияние скармливания силоса из нее на молочную продуктивность, содержание жира в молоке и некоторые показатели рубцового метаболизма у дойных коров / З. И. Грицак, В. Е. Улитко // Новые силосные растения : материалы третьего симпозиума по новым силосным растениям, Сыктывкар, 9–13 августа 1965 г. / Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова ; ред. П. П. Вавилов. – Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1966. – С. 90–96.
6. Емелин, В. А. Биология и технология возделывания сильфии пронзеннолистной на корм и семена в Витебской области: рекомендации / В. А. Емелин, Б. В. Шелюто, Н. И. Гавриченко. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – 37 с.
7. Емелин, В. А. Влияние фаз развития растений, минеральных и органических удобрений на продуктивность, сильфии пронзеннолистной, химический состав и питательную ценность зеленой массы / В. А. Емелин, Б. В. Шелюто // Вестник БГСХА №3. – Горки, 2020. – С.112–116.
8. Иевлев, Н. И. Сильфия пронзеннолистная в условиях торфяных почв / Н. И. Иевлев // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур. – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 2. – С. 78–79.
9. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник / В. К. Пестис (и др.); под ред. В. К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина. 2021. – 657 с.
10. Леонова, А. А. Качество силоса из сильфии пронзеннолистной / А. А. Леонова, Е. А. Лоптева // Пятый симпозиум по новым силосным растениям: материалы научных сообщений / АН СССР, Ботанический институт им. В. Л. Комарова. – Ленинград, 1970. – Ч. 1. – С. 116.
11. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР / П. Ф. Медведев, А. М. Сметанникова. – Ленинград: Колос, 1981. – 336 с.
12. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / МСХ СССР, ВНИИК им. В. Р. Вильямса. – М., 1983. – 197 с.
13. Отчет о НИР по теме договора № 1/ИФ-5/2019 (заключ.) / «Разработать эффективные приемы возделывания и размножения сильфии пронзеннолистной на зеленый корм, силос и семена в почвенно-климатических условиях Витебской области»: УО Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины; рук. В. А. Емелин; исполн.: В. В. Петров, С. С. Цвырко, М. М. Алексин, О. Ф. Ганущенко, А. К. Глод, М. А. Трофименко, О. А. Володченко. – Витебск, 2022. – 153 с. – Рег. № 20193013.
14. Павлов, В. С. Новые и малораспространенные кормовые культуры / В. С. Павлов ; Ленинградский ветеринарный институт. – Ленинград, 1974. – 49 с.
15. Переваримость кормов / М. Ф. Томмэ [и др.]; Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук, Всесоюзный научно-исследовательский институт животноводства. – Москва: Колос, 1970. – 463 с.
16. Петрукович, А. Г. Использование зеленой массы сильфии пронзеннолистной, сиды обополой, девясила высокого и топинамбура для заготовки силоса / А. Г. Петрукович, Б. Г. Цугкиев // Кормопроизводство. – 2007. – № 7. – С. 28–29.
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. Динамика питательной и кормовой ценности сильфии пронзеннолистной по фазам вегетации / Б. В. Шелюто, Т. Н. Мыслыва, М. Н. Силивончик, А. Л. Рашкевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. трудов. – Минск. – 2021. – Вып.57. – С. 209–216.

## ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИСХОДНЫХ ФОРМ ТОМАТА ЧЕРРИ ПО КОМПЛЕКСУ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

**А. Г. ХМАРСКИЙ, М. М. ДОБРОДЬКИН**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: sasha.loki.97@gmail.com*

(Поступила в редакцию 30.01.2024)

*Комбинационная способность является одной из важнейших характеристик линий, определяющих целесообразность их использования в селекционном процессе, а их оценка по этому показателю – одним из основных селекционных мероприятий. Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью. Представлены результаты оценки комбинационной способности материнских и отцовских форм томата черри, в схеме топкроссов 8x8, по комплексу хозяйственно ценных признаков. В качестве материнских форм в схеме гибридизации использовались линии, с функциональной мужской стерильностью (ФМС) и маркерным признаком «картофельный лист». В качестве отцовского компонента использовались линии, несущие аллели генов качества, лежкости плодов, устойчивости к болезням и вредителям – 09 (I2C; Mi1.2; Tm2<sup>2</sup>; cf4A, cf5, cf9), 020 (nor; I2; Mi1.2; cf5; cf4; cf9), 046 (u; I2; Mi1.2; cf4A; cf9), 049 (u; I2C; Tm2<sup>2</sup>; cf4A; cf9).*

*Выявлены генотипы родительских форм с высокими показателями комбинационной способности по ранней урожайности – Линия 19/2-1 и Линия 049. Высокими значениями эффектов ОКС и вариант СКС по товарной и общей урожайности обладают следующие родительские формы: Линия 020, Линия 031, Линия 049, Линия 19/1-1, Линия 19/2-1 и Линия 19/2-3. По массе товарного плода наивысшие значения по показателям ОКС и СКС имели генотипы 020, 025, 049, 19/1-1, 19/2-1, 19/2-3.*

*Для гетерозисной селекции с целью создания высокоурожайных гетерозисных гибридов томата черри на основе функциональной мужской стерильности рекомендуются по комплексу хозяйственно ценных признаков следующие родительские формы: отцовские – Линия 020, Линия 025, Линия 031, Линия 049, Виноградная гроздь; материнские – Линия 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3.*

**Ключевые слова:** томат черри, гибрид, защищенный грунт, эффект ОКС, варианта СКС, линия.

*Combination ability is one of the most important characteristics of lines that determine the feasibility of their use in the breeding process, and their assessment according to this indicator is one of the main breeding activities. The combinative ability of a line or variety is understood as the ability to produce heterotic hybrid offspring with increased viability and productivity when crossed with another line or variety. The results of assessing the combining ability of maternal and paternal forms of cherry tomato, in the 8x8 topcross scheme, according to a complex of economically valuable traits are presented. Lines with functional male sterility (FMS) and the marker trait “potato leaf” were used as maternal forms in the hybridization scheme. As the paternal component, we used lines carrying alleles of the genes for quality, fruit keeping quality, resistance to diseases and pests – 09 (I2C; Mi1.2; Tm2<sup>2</sup>; cf4A, cf5, cf9), 020 (nor; I2; Mi1.2; cf5; cf4; cf9), 046 (u; I2; Mi1.2; cf4A; cf9), 049 (u; I2C; Tm2<sup>2</sup>; cf4A; cf9).*

*Genotypes of parental forms with high rates of combining ability for early yield have been identified – Line 19/2-1 and Line 049. The following parental forms have high values of the effects of general combination ability and variation of special combination ability in terms of marketable and total yield: Line 020, Line 031, Line 049, Line 19/1-1, Line 19/2-1 and Line 19/2-3. In terms of marketable fruit weight, the highest values for general combination ability and special combination ability indicators were genotypes 020, 025, 049, 19/1-1, 19/2-1, 19/2-3.*

*For heterotic selection in order to create high-yielding heterotic cherry tomato hybrids based on functional male sterility, the following parental forms are recommended for a set of economically valuable traits: paternal – Line 020, Line 025, Line 031, Line 049, Grape bunch; maternal – Line 19/1-1, Line 19/2-1, Line 19/2-3.*

**Key words:** cherry tomato, hybrid, protected soil, general combination ability effect, special combination ability variation, line.

### **Введение**

При подборе исходных форм для гибридизации определяются не только их хозяйственно ценные признаки, но и их способность давать высокий эффект гетерозиса у гибридов F<sub>1</sub>. Это свойство, названное комбинационной способностью (КС). Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью [1, с. 6–9]. Комбинационная способность – это наследственный признак, передаваемый потомству как при самоопылении, так и при скрещивании и определяется доминантным состоянием гена, участвующего в экспрессии и выраженности определенного признака [2, с. 518–522].

G. F. Sprague и A. Tatum [3] предложили различать два вида комбинационной способности – общую (ОКС) и специфическую (СКС). Термин «общая комбинационная способность» выражает среднюю ценность линий в гибридных комбинациях, т.е. величину гетерозиса, наблюдаемую по всем гибридным комбинациям, а термин «специфическая комбинационная способность» - отклонение от этой величины у той или иной конкретной комбинации, т.е. определённые комбинации оказываются лучше или хуже, чем можно было ожидать на основании среднего качества изучаемых линий [1, с. 10–12].

Проявление эффекта гетерозиса в значительной степени зависит от конкретных комбинаций скрещиваний F<sub>1</sub> и не может быть предсказано заранее, так как ценность исходных родительских форм различна, одни из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие – низкой.

По мнению Даскалова [4], ОКС данного сорта или линии томата наиболее эффективно определяется по среднему проявлению признаков в серии скрещиваний с одним из образцов. Наибольший гетерозисный эффект проявляют сорта и линии, характеризующиеся высокой комбинационной способностью. Поэтому изучение комбинационной способности исходного материала по комплексу признаков – важный и необходимый этап, ускоряющий селекционный процесс. Исходя из этого, подбор исходных родительских форм для скрещивания проводится на основе предварительного изучения их общей и специфической комбинационной способности [5, 6, 7, 9, 10, 11, с. 118].

Б. Гриффингом был предложен метод статистического анализа для определения общей и специфической комбинационной способности линий и тестеров. В основе данного метода лежит схема дисперсионного анализа, которая позволяет выявить достоверные различия по тем, или иным признакам. Основными схемами скрещиваний, которые используются в гетерозисной селекции томата, являются диаллельные схемы и топкросс, которые позволяют быстро и точно определить комбинационную способность родительских линий [8].

Таким образом, комбинационная способность является одной из важнейших характеристик линий, определяющих целесообразность их использования в селекционном процессе, а их оценка по этому показателю – одним из основных селекционных мероприятий

Целью исследований является: определить общую и специфическую комбинационную способность исходного материала по основным признакам для создания гибридов F<sub>1</sub> томата черри, а также выделения лучших образцов для дальнейшего исследования.

### Основная часть

Научно–исследовательская работа проводилась в 2021–2022 гг. в защищенном грунте (поликарбонатной теплице) на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА.

В 2021–2022 году было испытано 56, и 64 гибридные комбинации по схеме топкросса 8x7, и 8x8 совместно с исходными формами, через рассадную культуру.

Растения высаживали в трехкратной повторности по три растения на делянке. Схема посадки 70 x 30 см. Доза удобрений N<sub>60</sub> (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)<sub>120</sub> (K<sub>2</sub>O)<sub>120</sub>. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта. В качестве стандарта выступал Миноприо F<sub>1</sub>. Уборку проводили отдельными плодами раз в 7 дней.

Для определения параметров общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) комбинационной способности использовали модель 1 метода О. Kempthorne [12, с. 146–150] с использованием компьютерной программы AGROS [13].

Результаты дисперсионного анализа родительских форм томата черри за два года (табл. 1), свидетельствуют о достоверности различий по эффектам ОКС материнских и отцовских форм по комплексу признаков, за исключением признака «ранняя урожайность» по ОКС в 2021 году. Сопоставление эффектов ОКС линий и тестеров к СКС свидетельствует о том, что по всем изучаемым признакам как линии, так и тестеры вносят равноценный вклад в генотипическую вариацию.

Эффекты СКС достоверны по всем признакам, что свидетельствует о проявлении аддитивных эффектов. Также было изучено отношение средних квадратов ОКС линий и тестеров к СКС, т. е. соотношение проявления аддитивных и неаддитивных эффектов по изучаемым признакам. Выявлено преобладание аддитивных эффектов над неаддитивными во всех случаях.

Таблица 1. Дисперсионный анализ комбинационной способности родительских форм томата черри за 2021–2022 гг.

Признаки	Средние квадраты						
	Годы	ОКС линий	ОКС тестеров	СКС	ОКС линий СКС	ОКС тестеров СКС	Случайные
Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2021	0,104	0,511*	0,048	2,167	10,646	0,064
Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2022	0,397*	0,397*	0,066	6,015	6,015	0,107
Товарная урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2021	5,798*	13,342*	0,685	8,464	19,477	1,22
Товарная урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2022	6,913*	7,001*	0,632	10,938	11,078	1,436
Общая урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2021	8,245*	13,807*	1,011	8,155	13,657	1,54
Общая урожайность, кг/м <sup>2</sup>	2022	8,174*	6,526*	0,853	9,583	7,651	1,801
Масса плода, г	2021	46,855*	110,579*	8,083	5,797	13,680	11,497
Масса плода, г	2022	26,991*	33,283*	4,752	5,680	7,004	6,99

– \* достоверно при P=0,05.

Значения эффектов ОКС и вариантов СКС по комплексу признаков представлены в табл. 2–5. Анализ КС по ранней урожайности (табл. 2) позволил выявить линии, обладающие высоким эффектом ОКС Линия19/2-1, Линия19/2-3 и Линия 362. Среди тестеров высокими значениями ОКС в 2021–2022 годах, отмечены Линии 025, Линия 031 и Линия 049. С целью прогнозирования возможности получения уникальных комбинаций гибридов F<sub>1</sub> рассчитаны варианты СКС. Высокая вариация СКС указывает на существование отдельных комбинаций скрещиваний с участием данного образца, достоверно отличающихся по эффекту гетерозиса по изучаемому признаку от среднего уровня ОКС. Среди материнских линий наибольшая вариация СКС по ранней урожайности по двум годам наблюдалась у Линий 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3, Линия 19/8-3. Среди отцовских форм высокую СКС показали Линия 09, Линия 031, Линия 049, виноградная гроздь. Наиболее ценным образцом в гетерозисной селекции для повышения раннего урожая является линия Линия 049, имеющая максимальный эффект ОКС и варианты СКС.

Таблица 2. Оценка комбинационной способности родительских форм томата черри в защищенном грунте по ранней урожайности

Родительский образец Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Эффект ОКС		Варианса СКС	
	2021	2022	2021	2022
Отцовские формы (тестеры)				
Линия 09	-0,0536	0,3359	0,0989	0,0487
Линия 018	-0,3536	-0,3266	0,0336	0,0643
Линия 020	-0,2036	-0,1266	0,0344	0,0443
Линия 025	0,1089	0,1859	0,0166	0,0135
Линия 031	0,1089	0,1516	0,0410	0,1110
Линия 046	-0,0411	-0,0391	0,0180	0,0491
Линия 049	0,4339	0,2109	0,0447	0,0447
Виноградная гроздь	–	-0,0891	–	0,0879
Материнские формы (стерильные линии)				
Линия 19/1-1	-0,0304	0,3734	0,0181	0,1139
Линия 19/1-3	-0,0875	-0,1516	0,0219	0,0403
Линия 19/1-4	-0,0446	-0,1391	0,0401	0,0530
Линия 19/2-1	0,2268	0,0484	0,1050	0,0299
Линия 19/2-3	0,1268	0,1734	0,0312	0,0675
Линия 19/4-3	-0,2304	-0,3391	0,0301	0,0202
Линия 19/8-3	0,0125	-0,0766	0,0531	0,0873
Линия 362	0,0268	0,1109	0,0383	0,0514

Среди изучаемых отцовских форм наибольшее значение эффектов по товарной урожайности за два года наблюдалась у Линии 020, Линии 025, Линия 031 и Линии 049 (табл. 3) а также виноградная гроздь в 2022 году. Эти же формы обладали высокой вариацией специфической комбинационной способности (СКС). Материнскими формами, стабильно обладающими значительными эффектами ОКС и вариансами СКС, являются Линия 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3, Линия 19/8-3.

Таблица 3. Оценка комбинационной способности родительских форм томата черри в защищенном грунте по товарной урожайности

Родительский образец	Эффект ОКС		Варианса СКС	
	2021	2022	2021	2022
Отцовские формы (тестеры)				
Линия 09	-1,7018	-0,4766	0,3061	0,6044
Линия 018	-1,1893	-0,8766	0,5757	0,7487
Линия 020	1,2107	0,7234	0,9915	1,1301
Линия 025	0,0357	0,7109	0,2878	0,3588
Линия 031	0,4268	1,6266	0,9678	0,4406
Линия 046	0,0607	-0,1391	0,4577	0,3433
Линия 049	2,0107	0,9359	0,5266	0,2393
Виноградная гроздь	–	0,7484	–	0,5584
Материнские формы (стерильные линии)				
Линия 19/1-1	0,0821	0,7359	0,5479	0,2463
Линия 19/1-3	0,2964	-0,0016	0,2341	0,3160
Линия 19/1-4	-0,1321	-0,3391	0,7162	0,3964
Линия 19/2-1	1,2679	0,3734	1,1779	0,4719
Линия 19/2-3	0,8107	0,8859	0,5356	0,6243
Линия 19/4-3	-1,7321	-2,0891	0,4875	0,7105
Линия 19/8-3	0,0536	0,1484	0,8458	0,6401
Линия 362	-0,6464	0,402	0,2478	1,0182

Анализ комбинационной способности по признаку «общая урожайность» (табл. 4) среди тестеров за два года стабильно себя показывают Линия 020, Линия 031, Линия 049, так же Виноградная гроздь. Среди материнских форм следует отметить те же образцы, что и по товарной урожайности. Обладающие высокой вариансой СКС и эффектом ОКС.

Таблица 4. Оценка комбинационной способности родительских форм томата черри в защищенном грунте по общей урожайности

Родительский образец	Эффект ОКС		Варианса СКС	
	2021	2022	2021	2022
Отцовские формы (тестеры)				
Линия 09	-1,7964	-0,7047	0,5040	0,8240
Линия 018	-1,2839	-1,0547	1,1096	0,8970
Линия 020	1,5911	0,8578	1,2849	1,4620
Линия 025	0,2286	0,6078	0,3692	0,2257
Линия 031	0,6589	1,3547	0,9426	0,7749
Линия 046	0,4036	0,2953	0,8517	0,9847
Линия 049	1,5161	0,3953	1,0018	0,1975
Виноградная гроздь	–	0,9578	–	0,6034
Материнские формы (стерильные линии)				
Линия 19/1-1	0,2179	0,6703	0,8796	0,4121
Линия 19/1-3	0,3179	-0,1297	0,4250	0,3788
Линия 19/1-4	-0,3964	-0,5672	0,9325	0,5161
Линия 19/2-1	1,3893	0,4328	1,6936	0,5615
Линия 19/2-3	0,7893	1,1328	0,5103	0,6208
Линия 19/4-3	-2,2250	-2,1547	0,6314	1,0079
Линия 19/8-3	0,4179	0,4828	1,6284	1,3252
Линия 362	-0,5107	0,1328	0,3736	1,1468

Исследованиями Р. К. Речец и др. [14] установлено: что масса плода имеет преимущественно промежуточное проявление в F<sub>1</sub>, поэтому эффекты ОКС по этому признаку должны находиться в прямой зависимости от массы плода оцениваемых линий. Это положение полностью подтверждают данные наших исследований. Высокую ОКС и СКС по массе плода (табл. 5) среди материнских образцов выявили наиболее крупноплодные формы 19/2-1 и 19/2-3. Самую низкую ОКС имели формы более мелкоплодные Линии 19/4-3, Линии 19/8-3, Линии 362.

Таблица 5. Оценка комбинационной способности родительских форм томата черри в защищенном грунте по массе плода

Родительский образец	Эффект ОКС		Варианса СКС	
	2021	2022	2021	2022
Отцовские формы (тестеры)				
Линия 09	-0,2214	-0,6984	7,6880	1,9197
Линия 018	-0,5339	0,1516	5,8058	1,8620
Линия 020	1,6911	2,3141	7,4393	6,2666
Линия 025	4,3036	2,9391	19,6563	11,5147
Линия 031	6,2339	2,9734	1,9279	4,0542
Линия 046	-2,8089	-1,8234	1,6238	1,8937
Линия 049	3,8036	1,1516	4,3547	1,2638
Виноградная гроздь	–	-1,0609	–	4,4876
Материнские формы (стерильные линии)				
Линия 19/1-1	0,1375	0,0641	7,2649	3,8404
Линия 19/1-3	0,0089	0,2516	7,1031	2,0321
Линия 19/1-4	0,7089	-0,5734	1,4419	2,5668
Линия 19/2-1	2,0518	1,4516	2,3538	3,2449
Линия 19/2-3	4,1946	3,0016	17,3548	6,6137
Линия 19/4-3	-4,3339	-3,0484	5,8577	2,3467
Линия 19/8-3	-0,4054	-1,6109	12,0873	1,8178
Линия 362	-2,3625	-1,127	3,1149	10,7997

Среди тестеров по двум годам более крупноплодными были следующие образцы: Линия 020, Линия 025, Линия 031, Линия 049. Более мелкоплодными Линия 09 Линия 018 и Линия 046. Также все образцы обладали высокой вариансой СКС по двум годам. Таким образом, исследования свидетельствуют о том, что для создания гибридов томата черри масса плода должна быть заложена в исходном материале планируемого гибрида

### Закключение

Дисперсионный анализ выявил достоверность различий эффектов ОКС материнских и отцовских

форм по комплексу признаков, за исключением признака «ранняя урожайность» ОКС в 2021 году. Сопоставление эффектов ОКС линий и тестеров к СКС свидетельствует о том, что по всем изучаемым признакам как линии, так и тестеры вносят одинаковый вклад в генотипическую вариацию, а также преобладание аддитивных эффектов над неаддитивными по изучаемым признакам во всех случаях.

Лучшими генотипами с высокими показателями комбинационной способности по ранней урожайности были материнские формы: Линия 19/2-1, Линия 19/2-3 и Линия 362; отцовская Линия 025, Линия 031, Линия 049, по товарной и общей урожайности: Линия 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3 и отцовские Линия 020, Линия 25, Линия 031, Линия 049 и Виноградная гроздь, по массе плода: Линия 020, Линия 025, Линия 049, Линия 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3.

Выявлены ценные для селекции линии (Линия 19/1-1, Линия 19/2-1, Линия 19/2-3, Линия 020, Линия 025, Линия 031, Линия 049, Виноградная гроздь) обладающие высокими эффектами ОКС и вариансами СКС в большинстве случаев, которые рекомендуются использовать при создании высокоурожайных гетерозисных гибридов томата черри.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Турбин, Н. В. Гетерозис и радиустойчивость растений / Н. В. Турбин, В. Г. Володин, И. А. Гордей / АН БССР, Ин-т генетики и цитологии, Белорус. о-во генетиков и селекционеров. – Минск: Наука и техника, 1977. – С. 5–28.
2. Генетические основы селекции растений: в 4 т. / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2020. – Т. 2: Частная генетика растений. – 663 с.
3. Sprague G. F., Tatum L. A. – Heterosis and specific combining ability // J. Amer. Soc. Agron. – 1942. – Vol.34. – P. 10.
4. Даскалов, Х. Вопросы продуктивности и качества овощных культур / Х. Даскалов // – София, 1967.
5. Георгиев, Хр. Перспективы гетерозисной селекции томата / Хр. Георгиев, Ж. П. Данаилов // Состояние и перспективы интенсификации овощеводства: Тез.докл. – Кишинев, 1990. – С. 56–57.
6. Грати, В. Г. Комбинационная способность некоторых перспективных форм томата / В. Г. Грати, М. И. Грати // Гетерозис с.-х. растений: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – М.: ВНИИССОК, 1997. – С. 100–101.
7. Хотылева, Л. В. Анализ различных схем скрещивания для оценки общей комбинационной способности исходного материала томата по раннему и общему урожаю / Л. В. Хотылева, Л. А. Мишин, Л. В. Тарутина // Овощеводство: сб. научн. тр. – Вып. 9. – Минск, 1996. – С. 38–43.
8. Власов, А. С. Использование топкросса для определения комбинационной способности томата / А. С. Власов, А. А. Тарабаев, // Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства с.-х. культур в РФ: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Пенза, 26–27 февр. 1998 г. – Пенза, 1998. – Вып. 42. – С. 74–79.
9. Комбинационная способность образцов томата (*Solanum Lycopersicum* L.) в селекции гетерозисных гибридов для защищенного грунта / И. Е. Баева [и др.] // Овощеводство. – 2019. – № 27. – С. 12–17.
10. Дыдышко, Н. В. Анализ комбинационной способности родительских форм перца острого (*CAPSIUM ANNUM* L.) в защищенном грунте / Н. В. Дыдышко // Овощеводство. – 2022. – № 30. – С. 14–19.
11. Брюейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
12. Kempthorne, O. An introduction to genetics statistics / O. Kempthorne. – New York: John Wiley a. Sons, 1957. – p. 145–152.
13. Савченко, В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В. К. Савченко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
14. Речец, Р. К. Общая и специфическая комбинационная способность исходных родительских форм томата по комплексу хозяйственно ценных признаков для создания гибридов F1 вишневидного и коктейльного типа / Р. К. Речец, М. Д. Никулаеш // Овощи России. – 2017. – № 2. – С. 35–39.

## ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Д. А. ДРОЗД

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

(Поступила в редакцию 07.02.2024)

Основной целью выполненных исследований являлась оценка влияния орошения на густоту стояния травостоя, площадь листовых пластин и урожайность сухого вещества различных по скороспелости сортов клевера лугового. В качестве объекта исследования использовались сорта клевера лугового белорусской селекции Цудоўны, Янтарны, Витебчанін, Мерея. Исследования выполнялись на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Республики Беларусь. Поддержание почвенных влагозапасов в установленных пределах осуществлялось на основании фактических замеров влажности почвы, а орошение выполнялось дождевальной установкой Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы, необходимые для поддержания влагозапасов почвы в оптимальных пределах, установлены на основании определенных в полевых условиях водно-физических показателей почвы. Для фона 0,8НВ поливная норма составила 20 мм, а для фона 0,7НВ – 30 мм.

В результате выполненных исследований было установлено, существенное влияние орошения на густоту стояния травостоя, площадь листовых пластин и урожайность сухого вещества. Максимальной густотой стояния травостоя (318–592 шт/м<sup>2</sup>) и площадью листовых пластин (87,21–225,43 тыс. м<sup>2</sup>/га) характеризовались травостой клевера лугового, возделываемые в условиях фона 0,7НВ.

Повышенная густота стояния травостоя и площадь листовых пластин различных по скороспелости сортов клевера лугового, установленные на орошаемых фонах опыта, повлияли и на урожайность сухого вещества. Полученные при этом прибавки урожайности сухого вещества были существенны и достоверны как в условиях фона 0,7НВ (4,64–8,68 т/га), так и на фоне 0,8НВ (2,12–4,03 т/га). При этом посевы, произрастающие в водно-воздушных условиях фона 0,8НВ на протяжении всего периода исследований существенно уступал фону 0,7НВ по урожайности сухого вещества (0,61–4,84 т/га).

**Ключевые слова:** клевер луговой, орошение, густота стояния травостоя, площадь листовых пластин, урожайность сухого вещества.

The main goal of the research was to assess the effect of irrigation on the density of grass stand, the area of leaf blades and the yield of dry matter of meadow clover varieties of different early maturity. The varieties of meadow clover of the Belarusian selection Tsudouny, Yantarny, Vitebchanin, Mereya were used as the object of study. The studies were carried out on soddy-podzolic light loamy soils in the north-eastern part of the Republic of Belarus. Soil moisture reserves were maintained within established limits based on actual soil moisture measurements, and irrigation was carried out with a Lindsay-Europe Omega sprinkler. Irrigation rates necessary to maintain soil moisture reserves within optimal limits are established on the basis of soil water-physical indicators determined in field conditions. For the background of 0.8 maximum water-holding capacity, the irrigation rate was 20 mm, and for the background of 0.7 maximum water-holding capacity – 30 mm.

As a result of the studies, it was established that irrigation has a significant effect on the density of the grass stand, the area of leaf blades and the yield of dry matter. The maximum density of standing grass (318–592 pieces/m<sup>2</sup>) and the area of leaf blades (87.21–225.43 thousand m<sup>2</sup>/ha) were characteristic of the meadow clover grass stands cultivated under background conditions of 0.7 maximum water-holding capacity.

The increased density of the grass stand and the area of leaf blades of meadow clover varieties of different early maturity, established on irrigated backgrounds of the experiment, also influenced the yield of dry matter. The resulting increases in dry matter yield were significant and reliable both under the background conditions of 0.7 maximum water-holding capacity (4.64–8.68 t/ha) and against the background of 0.8 maximum water-holding capacity (2.12–4.03 t/ha). At the same time, crops growing in water-air conditions of background 0.8 maximum water-holding capacity throughout the entire research period were significantly inferior to background 0.7 maximum water-holding capacity in terms of dry matter yield (0.61–4.84 t/ha).

**Key words:** meadow clover, irrigation, grass density, leaf area, dry matter yield.

### Введение

Одним из основных направлений, на котором базируется социально-экономическое развитие Республики Беларусь, является сельское хозяйство. На агропромышленный комплекс республики приходится пятая часть всего объема внешнего валового продукта. Среди центральных проблем современного АПК выделяется сокращение посевных площадей и нехватка как основных средств в виде сельскохозяйственной техники, так и людей, работающих на данной технике [1].

Вышеуказанные проблемы приводят к тому, что бюджет страны ежегодно недополучает значительный объем денежных средств вследствие снижения качества и недобора сельскохозяйственной продукции. Осложняет сложившуюся ситуацию приоритет животноводства перед остальными отраслями сельского хозяйства. За последние 10 лет выполнена масштабная реконструкция и модерниза-

ция молочно-товарных ферм, а также введены в эксплуатацию новые, что должно послужить повышению продуктивности крупного рогатого скота.

Повысить эффективность молочного животноводства можно за счет использования в кормопроизводстве многолетних трав. Менее затратными среди многолетних трав являются бобовые травы, которые не требуют внесения в почву дорогостоящего минерального азота [2, 3].

Осложняет заготовку качественного и богатого питательными веществами корма неравномерность выпадения атмосферных осадков в течение вегетационного периода. Избыток или недостаток почвенных влагозапасов приводит к колебаниям урожайности сухого вещества как в большую, так и в меньшую стороны.

Анализ работ отечественных исследователей по вопросам орошения многолетних трав [4, 5, 6, 7] явно указал на то, что данная проблема изучалась более 20 лет назад и ранее полученные данные не применимы к современным климатическим условиям. Кроме того, они являются малоактуальными для современных сортов многолетних трав, так как старые сорта и травосмеси уступают им по урожайности, содержанию обменной энергии, протеина и срокам вхождения в фазы укосной спелости [8, 9]. В соответствии с этим выполненные исследования являются актуальными и научно обоснованными.

#### **Основная часть**

Исследования по изучению особенностей биологического развития различных по скороспелости сортов клевера лугового в зависимости от почвенной влагообеспеченности выполнялись в условиях Северо-восточной части Республики Беларусь на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Гушково-1».

Объектом исследования являлись различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: раннеспелый сорт Цудоўны, среднеранний сорт Янтарный, среднеспелый сорт Витебчанин и позднеспелый сорт Мерея. Посев выполнен нормой высева 8 кг/га, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов [10].

Агрохимические и водно-физические показатели почвы следующие: гумус – 1,48–1,66 %, pH – 5,70–5,80, содержание  $P_2O_5$  – 203–320 мг/кг и  $K_2O$  – 251–423 мг/кг,  $I_{\text{окульт}}$  – 0,71–0,99, плотность сложения слоя 0–30 см – 1,37–1,39 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость для аналогичного слоя – 22,63–23,82 %. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой  $P_{60}K_{90}$ .

При закладке полевых опытов, была принята двухфакторная схема:

Фактор А – Фон дополнительного увлажнения:

1. Возделывание в естественных условиях (контроль).
2. Полив при снижении влажности почвы до 70 % от НВ (0,7НВ).
3. Полив при снижении влажности почвы до 80 % от НВ (0,8НВ).

Фактор В – различные по скороспелости сорта клевера лугового:

1. Цудоўны (раннеспелый).
2. Янтарный (среднеранний).
3. Витебчанин (среднеспелый).
4. Мерея (позднеспелый).

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось дождевальными установками Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы определены расчетным путем, исходя из водно-физических показателей почв и составили 20 мм и 30 мм для фонов 0,8НВ и 0,7НВ соответственно.

#### **Основная часть**

Урожай, получаемый при возделывании многолетних трав, формируется за счет тесной взаимосвязи нескольких компонентов. Они включают в себя густоту стояния травостоя и общую площадь листовых пластин, которая позволяет в различной степени увеличить или уменьшить интенсивность фотосинтеза.

Густота стояния травостоя отражает суммарное количество побегов, произрастающих на 1 м<sup>2</sup> пахотных земель [11]. Учет густоты стояния травостоя на посевах клевера лугового следует начинать со второго года жизни, так как в год посева клевер активно формирует листовой аппарат и корневую систему с минимальным количеством побегов. Наблюдения за густотой стояния травостоя клевера лугового при различных условиях влагообеспеченности сведены в табл. 1.

Таблица 1. Густота стояния травостоя клевера лугового в 2017–2020 гг., шт/м<sup>2</sup>

Год	Сорт	Контроль			0,7НВ			0,8НВ		
		1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос
2017	Цудоўны	347	298	225	401	359	273	386	338	258
	Мерея	391	359	–	431	379	–	416	368	–
	Янтарный	378	339	302	413	371	339	396	351	330
	Витебчанин	383	354	–	427	382	–	405	369	–
2018	Цудоўны	324	208	156	460	367	280	424	296	223
	Мерея	300	221	–	410	352	–	360	283	–
	Янтарный	316	216	164	448	387	300	384	300	219
	Витебчанин	280	196	–	412	362	–	340	263	–
2020	Цудоўны	400	326	223	600	518	401	540	462	328
	Мерея	570	400	–	935	644	–	790	527	–
	Янтарный	440	365	294	696	526	412	588	480	376
	Витебчанин	520	420	–	860	600	–	704	519	–
Среднее	Цудоўны	357	277	201	487	415	318	450	365	270
	Мерея	420	327	–	592	458	–	522	393	–
	Янтарный	378	307	253	519	428	350	456	377	308
	Витебчанин	394	323	–	566	448	–	483	384	–

Анализируя многолетние данные, можем сделать вывод о положительном влиянии орошения на густоту стояния травостоя. Так, например, в 2017 году в период формирования первого укоса зеленой массы на посевах клевера лугового сорта Витебчанин, произрастающих в естественных условиях, на 1 м<sup>2</sup> наблюдалось 383 стебля, а на фоне 0,8НВ – 405 стеблей. Аналогичная ситуация прослеживается у остальных сортов независимо от года исследований. Наибольшей густотой стояния травостоя характеризуются сорта клевера лугового, возделываемые в водно-воздушных условиях фона 0,7НВ независимо от количества укосов и метеорологических условий вегетационного периода.

Хорошая обеспеченность теплом и светом, а также запас питательных веществ, оставшийся после зимнего периода, вместе с накопленным за период формирования укоса позволяют создать наибольшее количество стеблей только в первом укосе зеленой массы. Формирование отавы второго и последующих укосов осуществляется за счет ранее накопленных питательных веществ, которые клевер уже не способен восполнить в полной мере. Вследствие этого наблюдается снижение густоты стояния стеблестоя уже во втором укосе. Так, у сорта Цудоўны в первом укосе 2018 года на фоне 0,7НВ сформировалось 460 штук стеблей на 1 м<sup>2</sup>, а ко второму укосу их количество снизилось до 367 шт/м<sup>2</sup>.

Среди сортов клевера лугового наибольшим количеством стеблей в первом и втором укосах отличался сорт Мерея, возделываемый в условиях фона 0,7НВ и сформировавший в среднем 592 и 458 шт. стеблей соответственно. В период формирования третьего укоса наибольшей густотой стояния травостоя отличался сорт Янтарный, у которого на 1 м<sup>2</sup> посевов было сформировано 350 шт. стеблей. В целом травостой клевера лугового, возделываемый на фоне 0,7НВ независимо от сорта, выделялся наибольшей численностью стеблей (318–592 шт/м<sup>2</sup>) по сравнению с контролем (201–420 шт/м<sup>2</sup>) и фоном 0,8НВ (270–522 шт/м<sup>2</sup>).

Нормальный рост и развитие растений зависит не только от оптимальности водно-воздушных условий в почве, но и от достаточной обеспеченности теплом и светом, которые усваиваются исключительно через листовой аппарат. Оценить влияние орошения на развитие листового аппарата представляется возможным за счет определения суммарной площади листовых пластин методом высечек [11]. Средняя площадь листовых пластин для каждого укоса различных сортов клевера лугового и фона увлажнения сведена в табл. 2.

Таблица 2. Площадь листовых пластин различных по скороспелости сортов клевера лугового в 2017–2020 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га

Год	Сорт	Фон увлажнения и номер укоса								
		Контроль			0,7НВ			0,8НВ		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
2017	Цудоўны	72,99	29,84	29,52	134,89	43,26	44,61	115,51	41,74	43,38
	Мерея	78,73	37,59	–	146,82	78,38	–	129,17	59,71	–
	Янтарный	63,08	37,68	54,10	104,34	73,21	66,45	82,99	65,50	57,81
	Витебчанин	73,48	56,24	–	165,40	69,49	–	147,20	77,77	–
2018	Цудоўны	72,26	80,24	55,07	153,84	135,51	101,63	79,78	90,81	75,99
	Мерея	112,63	58,61	–	208,66	117,98	–	136,18	94,54	–
	Янтарный	85,59	90,12	81,57	166,68	131,94	107,75	118,30	122,78	102,87
	Витебчанин	104,99	54,99	–	162,99	112,21	–	142,51	80,35	–
2020	Цудоўны	122,06	64,64	69,44	204,05	121,64	115,39	137,63	92,96	98,57
	Мерея	184,26	98,75	–	320,82	151,04	–	225,04	130,08	–
	Янтарный	121,09	84,85	89,73	227,16	150,33	123,51	147,70	127,26	114,24
	Витебчанин	158,41	92,33	–	255,01	127,94	–	206,82	118,03	–
Среднее	Цудоўны	89,10	58,24	51,34	164,26	100,14	87,21	110,97	75,17	72,65
	Мерея	125,21	64,98	–	225,43	115,80	–	163,46	94,78	–
	Янтарный	89,92	70,88	75,13	166,06	118,49	99,24	116,33	105,18	91,64
	Витебчанин	112,29	67,85	–	194,47	103,21	–	165,51	92,05	–

Низкие среднесуточные температуры воздуха вплоть до заморозков, установившиеся в начале мая 2017 и 2020 годов, отрицательно повлияли на посеы клеверов, независимо от сорта, фона и укоса. Например, у раннеспелого сорта Цудоўны на фоне 0,7НВ в 2017 году средняя площадь листовых пластин в первом укосе составила 134,89 тыс. м<sup>2</sup>/га, а ко второму и третьему укосам она снизилась до 43,26–44,61 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно.

Из вышеизложенного можно выделить несколько исключений. Например, у раннеспелого сорта Цудоўны и среднераннего сорта Янтарный на фонах с естественной влагообеспеченностью и 0,8НВ в 2018 году площадь листовых пластин в первом укосе (72,89–79,89 тыс. м<sup>2</sup>/га и 85,89–118,30 тыс. м<sup>2</sup>/га по сортам и фонам соответственно) уступает значениям второго укоса (80,24–90,81 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта Цудоўны и 90,12–122,78 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта Янтарный).

Анализируя среднюю площадь листовых пластин различных по скороспелости сортов клевера лугового, нами установлено, что ее величина варьировала от 51,34–125,21 тыс. м<sup>2</sup>/га у травостоев, возделываемых в естественных условиях, до 72,65–225,43 тыс. м<sup>2</sup>/га у орошаемых посевов клевера лугового.

Итогом выполненных исследований являлся учет урожайности сухого вещества для каждого сорта клевера лугового и фона увлажнения. Урожайность сухого вещества разноспелых сортов клевера лугового (табл. 3) варьировала от 9,24–18,34 т/га на контроле до 13,27–27,02 т/га на орошаемых фонах опыта. Однако, по урожайности сухого вещества фон 0,8НВ достоверно существенно и уступал фону 0,7НВ (0,61–4,84 т/га).

Таблица 3. Урожайность сухого вещества клевера лугового в 2017–2020 гг. т/га

Фон увлажнения	Сорт клевера лугового	№ укоса	Годы исследований			Прибавка от орошения					
			2017	2018	2020	± к контролю			фон 0,7НВ к фону 0,8НВ		
						2017	2018	2020	2017	2018	2020
Контроль	Цудоўны	1	4,91	4,30	8,43	–	–	–	–	–	–
		2	2,62	3,89	3,51	–	–	–	–	–	–
		3	1,72	3,47	3,70	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>9,24</b>	<b>11,66</b>	<b>15,65</b>	–	–	–	–	–	–
	Янтарный	1	6,13	5,46	8,91	–	–	–	–	–	–
		2	3,47	4,79	4,62	–	–	–	–	–	–
		3	3,38	4,34	4,81	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>12,98</b>	<b>14,58</b>	<b>18,34</b>	–	–	–	–	–	–
	Витебчанин	1	5,42	6,61	8,82	–	–	–	–	–	–
		2	4,12	3,74	4,87	–	–	–	–	–	–
		3	–	1,65	–	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>9,54</b>	<b>12,00</b>	<b>13,70</b>	–	–	–	–	–	–
Меря	1	6,40	7,18	9,15	–	–	–	–	–	–	
	2	2,97	4,39	5,39	–	–	–	–	–	–	
	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	<b>Всего</b>	<b>9,38</b>	<b>11,57</b>	<b>14,54</b>	–	–	–	–	–	–	
0,7НВ	Цудоўны	1	7,80	7,19	12,20	–	–	–	–	–	–
		2	3,35	5,53	5,36	–	–	–	–	–	–
		3	2,74	4,64	5,13	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>13,88</b>	<b>17,37</b>	<b>22,69</b>	4,64	5,71	7,04	0,61	3,00	3,17
	Янтарный	1	8,90	9,01	14,08	–	–	–	–	–	–
		2	6,19	5,95	7,12	–	–	–	–	–	–
		3	3,93	5,70	5,82	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>19,03</b>	<b>20,66</b>	<b>27,02</b>	6,05	6,08	8,67	2,56	1,95	4,84
	Витебчанин	1	10,76	9,17	12,47	–	–	–	–	–	–
		2	5,74	4,82	6,78	–	–	–	–	–	–
		3	–	2,67	–	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>16,50</b>	<b>16,66</b>	<b>19,25</b>	6,96	4,66	5,55	1,66	2,17	3,43
Меря	1	11,00	10,33	13,28	–	–	–	–	–	–	
	2	5,34	7,59	6,97	–	–	–	–	–	–	
	3	–	2,33	–	–	–	–	–	–	–	
	<b>Всего</b>	<b>16,34</b>	<b>20,25</b>	<b>20,25</b>	6,96	8,68	5,71	1,60	3,72	2,86	
0,8НВ	Цудоўны	1	7,92	5,35	10,51	–	–	–	–	–	–
		2	2,86	4,87	4,46	–	–	–	–	–	–
		3	2,49	4,15	4,54	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>13,27</b>	<b>14,37</b>	<b>19,51</b>	4,03	2,71	3,87	–	–	–
	Янтарный	1	7,73	8,04	10,97	–	–	–	–	–	–
		2	5,16	5,46	5,71	–	–	–	–	–	–

		3	3,58	5,22	5,49	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>16,47</b>	<b>18,71</b>	<b>22,17</b>	3,49	4,13	3,83	–	–	–
	Витебчанин	1	9,52	7,77	10,04	–	–	–	–	–	–
		2	5,31	4,57	5,78	–	–	–	–	–	–
		3	–	2,15	–	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>14,84</b>	<b>14,49</b>	<b>15,81</b>	5,30	2,49	2,12	–	–	–
	Мерся	1	10,48	8,83	11,28	–	–	–	–	–	–
		2	4,27	5,84	6,11	–	–	–	–	–	–
		3	–	1,87	–	–	–	–	–	–	–
		<b>Всего</b>	<b>14,74</b>	<b>16,53</b>	<b>17,39</b>	5,36	4,96	2,85	–	–	–
НСР <sub>05</sub> <sup>A</sup>			0,19	0,20	0,23	–	–	–	–	–	–
НСР <sub>05</sub> <sup>B</sup>			0,22	0,23	0,26	–	–	–	–	–	–
НСР <sub>05</sub> <sup>AB</sup>			0,38	0,40	0,45	–	–	–	–	–	–

Примечание. Фактор А – фон увлажнения; фактор В – сорт клевера лугового.

Среди всех исследуемых сортов клевера лугового можно выделить среднеранний сорт Янтарный, который в условиях фона 0,7НВ за 3 полноценных укоса зеленой массы формировал 19,03–27,02 т/га сухого вещества. Слабой отзывчивостью на водный режим, установившийся на фоне 0,7НВ, характеризовались сорта Цудоўны и Витебчанин, которые в отдельные годы исследований отличались низкой урожайностью сухого вещества.

### Заклучение

Полевые наблюдения за густотой стояния травостоя и суммарной площадью листовых пластин позволили установить, что возделывание различных по скороспелости сортов клевера лугового в условиях фона 0,7НВ раскрывает их биологический потенциал. Так, в среднем за весь период наблюдений густота стояния травостоя и площади листовых пластин в зависимости от укоса и скороспелости клевера лугового варьировала от 201–402 шт/м<sup>2</sup> и 51,34–125,21 тыс. м<sup>2</sup>/га при возделывании без орошения до максимальных 318–592 шт/м<sup>2</sup> и 87,21–225,43 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно.

Повышенная густота стояния травостоя и площадь листовых пластин, отмеченная на орошаемых фонах опыта, позволила получить достоверную прибавку урожайности сухого вещества не только на фоне 0,7НВ (4,64–8,68 т/га), но и на фоне 0,8НВ (2,12–4,03 т/га). Однако фон 0,8НВ на протяжении всего периода исследований существенно уступал фону 0,7НВ по урожайности сухого вещества (0,61–4,84 т/га).

### ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февраля 2021 г., № 59 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. Бушуева, В. И. Закономерности формообразовательного процесса и эффективность методов селекции бобовых культур (*Lupinus angustifolius* L., *Galega orientalis* Lam., *Trifolium pratense* L.) в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / В. И. Бушуева. – Горки, 2010. – 286 л.
3. Шелюто, Б. В. Биолого-технологическое обоснование приемов повышения эффективности возделывания многолетних трав в системе сырьевых конвейеров в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Б. В. Шелюто. – Горки, 2010. – 309 л.
4. Желязко, В. И. Дождевание многолетних трав стоками свиноводческих комплексов на минеральных почвах Белоруссии: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / В. И. Желязко. – Горки, 1987. – 185 л.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Алехина, Ю. В. Использование биологического азота в лугового кормопроизводстве : монография / Ю. В. Алехина. – Горки: БГСХА, 1998. – 68 с.
9. Дрозд, Д. А. Организация сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового / Д. А. Дрозд // Мелиорация. – 2020 – № 1 (91). – С. 71–77.
10. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты выращивания и заготовки кормов из трав: регламент: утв. НТС М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, протокол № 5 от 11.04.2011 / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск, 2011. – 79 с.
11. Полоус, Г. П. Основные элементы методики полевого опыта: учеб. пособие / Г. П. Полоус, А. И. Войсковой. – Изд. 2-е, доп. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 116 с.

## ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ПРИМЕНЕНИИ К ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА Часть I. Законы земледелия как теоретическая база растениеводства

В. А. РАДОВНЯ, Д. А. РОМАНЬКОВ, А. С. МАСТЕРОВ

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

А. Ч. СКИРУХА

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160

(Поступила в редакцию 16.02.2024)

В статье освещаются проблемы, связанные с применением наиболее распространённых (или классических) законов земледелия на практике и в учебном процессе: излишний механицизм, неопределённость масштаба применения, множественность формулировок, исторически сложившаяся ориентация на вопросы земледелия и агрохимии. В итоге классические законы не в полной мере отражают активную роль растений в использовании факторов жизни, что мешает к переходу к биологизированным системам земледелия.

Приведены 14 малораспространённых законов земледелия и законов экологии, которые целесообразно использовать в научно-исследовательской работе и при изучении учебной дисциплины «растениеводство». Малораспространённые законы (закон неравноценности и компенсирующего воздействия факторов среды, закон критических периодов, закон активности растений и др.) Показывают ведущую роль растений в агроэкосистеме и отображают их адаптивные способности. В рассмотренных «растениеводческих» законах растение рассматривается уже не просто, как чёрный ящик, оно обладает активностью, избирательностью, в результате выступает неким дополнительным фактором формирования урожая. Закон единства «организм – среда» В. И. Вернадского определяет свойства объектов системы «организм – среда», и устанавливает, что между живой и неживой природой (средой) существуют обратные связи.

Отмечается, что законы растениеводства должны отражать не только биологическое содержание науки «растениеводство», но и экономическое (закон технологического разнообразия и классические законы оптимума и плодосмена). Обсуждается необходимость «реабилитации» закона убывающего плодородия А. Тюрго.

Предлагается включать малораспространённые законы земледелия в учебный процесс и шире использовать при проведении теоретических исследований.

**Ключевые слова:** законы земледелия, законы растениеводства, законы экологии, агроэкосистема, агротехнологии, адаптация.

The article highlights the problems associated with the application of the most common (or classical) laws of agriculture in practice and in the educational process: excessive mechanics, uncertainty of the scale of application, multiplicity of formulations, historically established focus on issues of agriculture and agrochemistry. As a result, classical laws do not fully reflect the active role of plants in the use of life factors, which hinders the transition to biologized farming systems.

14 less common laws of agriculture and environmental laws are given, which are advisable to use in research work and in the study of the academic discipline “plant growing”. Less common laws (the law of inequality and compensating effects of environmental factors, the law of critical periods, the law of plant activity, etc.) show the leading role of plants in agroecosystems and reflect their adaptive abilities. In the considered “plant growing” laws, the plant is no longer considered simply as a black box, it has activity, selectivity, and as a result acts as a kind of additional factor in the formation of the crop. The law of unity “organism – environment” by V.I. Vernadsky determines the properties of objects in the “organism – environment” system, and establishes that there are feedback connections between living and inanimate nature (environment).

It is noted that the laws of plant growing should reflect not only the biological content of the science of “plant growing”, but also the economic one (the law of technological diversity and the classical laws of optimum and fruit replacement). The need to “rehabilitate” A. Turgot’s law of diminishing returns is discussed.

It is proposed to include the less common laws of agriculture in the educational process and use them more widely when conducting theoretical research.

**Key words:** laws of agriculture, laws of crop production, laws of ecology, agroecosystem, agricultural technologies, adaptation.

### Введение

В последнее время достаточно проблемным вопросом в современных земледельческих (или агрономических) науках является ограниченное проведение теоретических исследований. Сугубо прикладная направленность большинства исследований в данных областях, ориентация на «рекомендации производству» делает редкими фундаментальные и теоретические исследования. А без развития теоретической базы невозможно обеспечить дальнейшее развитие науки.

Надо согласиться с И. Я. Пигоревым, В. Н. Наумкиным и др. [18] в том, что «строгий анализ агрономических положений в земледелии в настоящее время затруднителен, так как не обоснованы ос-

новые элементы теории земледелия и растениеводства – предмет, метод и результаты». На недостаточную теоретическую проработку предмета растениеводства указывает В. Т. Васьюко [4, с. 3–5].

Всё же наличие законов земледелия делают земледелие, агрохимию, растениеводство самостоятельными науками, а не прикладными отраслями биологических наук. В сельском хозяйстве биологические законы природы тесно переплетаются с экономическими, а земля выступает и средством производства, и предметом труда. Поэтому агрономические науки отличаются тесными связями с другими научными дисциплинами. И не только в области естественных и точных наук (биология, химия, математика), но и общественных (экономика, а в скором времени социология и др.). В связи с этим законы земледелия нельзя заменить одними только биологическими, экологическими или общеземледельческими законами. В агрономических науках должны быть «свои» законы, учитывающие специфику отрасли сельского хозяйства и существенную междисциплинарность исследований.

Соответственно, дальнейшее развитие агрономических наук возможно через открытие новых законов земледелия (или уточнение и совершенствование старых). Это направление теоретических исследований до сих пор не потеряло своей актуальности.

В научно-прикладной области законы земледелия (далее – ЗЗ) выступают в качестве общетеоретической основы формирования систем земледелия и совершенствовании технологий возделывания. С помощью ЗЗ проводятся постановка научной проблемы, планирование научных исследований на эмпирическом этапе, объяснение полученных зависимостей и построение новых теорий.

В аграрном образовании при введении студентов в специальность ЗЗ выступают в качестве опорного элемента, позволяют в короткие сроки сформировать у них если не профессиональное мировоззрение, то необходимую систему координат, в рамках которых те будут усваивать поступающую информацию в период обучения.

В практической деятельности специалисты ссылаются на ЗЗ (или они учитываются на бессознательном уровне) при проектировании агротехнологий, обосновании отдельных агроприёмов, доз и сроков внесения удобрений.

Тем не менее, в отечественной научной литературе крайне мало уделяется внимания на использование ЗЗ в научно-исследовательской работе и в образовании [5, 14, 17, 19, 21, 24, 25, 28, 35]. Ещё более редкими являются статьи, направленные на теоретическое развитие ЗЗ [3, 4, 13, 18, 30, 34, 37].

Целью настоящей работы является рассмотрение некоторых проблем практического использования ЗЗ в агрономических науках, в том числе в части применения их к отрасли растениеводства.

#### **Основная часть**

##### **Законы земледелия, как теоретическая база растениеводства**

Законы земледелия более правильно называть земледельческими (или общеагрономическими), каким было земледелие (как отрасль экономики) столетие назад, когда были сформулированы большинство законов. В результате специализации науки в настоящее время земледелие (как научная специальность и учебный предмет), ограничивается вопросами систем земледелия, размещения культур, обработки почвы. Поэтому, чтобы подчеркнуть широкую область применения ЗЗ, их часто называют законами земледелия и растениеводства, или общебиологическими законами формирования урожайности.

В отечественных программах аграрного образования обычно рассматривается 6 законов земледелия. Назовём их «классическими»:

**I – Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений** (Вильямс, 1939);

**II – Закон лимитирующих факторов**, законы минимума, оптимума, максимума (Шпренгель, 1828, Либих, 1855, Люндегорд, Сакс, 1857, Либшер 1895, Блэкман, 1909);

**III – Закон совокупного действия факторов жизни растений** (Вольни, 1887, Митчерлих, 1909, Бауле, 1918);

**IV – Закон возврата** [питательных веществ] (Либих 1840);

**V – Закон возрастающего почвенного плодородия (прогрессивного роста эффективного плодородия почв);**

**VI – Закон плодосмена** (тэер, конец XVIII в., Павлов, 1838).

*Примечание. Мы не приводим формулировки классических ЗЗ, т.к. не имеется «стандартных» формулировок. Некоторые варианты «классических» ЗЗ и определения менее распространённых ЗЗ приводятся в тексте.*

Подчёркивая основополагающее значение данных законов, их за исключением закона лимитирующих факторов (II) иногда называют принципами (мета-законы, являющиеся несущей конструкцией всех научных теорий).

Законы лимитирующих факторов (II) первоначально формулировались по-отдельности и сейчас в таком виде встречаются в учебниках при ретроспективной подаче учебного материала. Исторически, законы II–III носили сугубо агрохимическую направленность, т. к. были разработаны на основании проведённых вегетационных, а затем полевых исследований с различными минеральными соединениями в рамках обоснования теории минерального питания. В начале XX века было доказано, что данные законы применимы ко всем факторам жизни.

Последние три закона (IV–VI) в пояснениях обычно выступают в качестве фундаментальных основ научных дисциплин агрохимии, почвоведения и земледелия. Напрашивается резонный вопрос, а имеются ли ЗЗ, которые можно считать «растениеводческими»?

В учебнике «агрофизика» [1] авторы широко опираются на использование ЗЗ при обосновании тех или иных формул (математических моделей). Для теоретического описания протекания основных продукционных процессов растений оказалось достаточным из «классических» ЗЗ использовать всего первые два (I, II), но при этом ввести дополнительные:

**VII – Закон неравноценности и компенсирующего воздействия факторов среды** (Рюбель, 1930) – недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован другим близким фактором.

**VIII – Закон критических периодов** (в жизни растений имеются периоды, в течение которых они наиболее чувствительно к недостатку того или иного фактора).

На наш взгляд, это чрезвычайно важные дополнения к классическим ЗЗ. Закон VII выступает в качестве теоретической базы для конструирования ресурсосберегающих агротехнологий, в которых реализуется принцип оптимальности затрат и замены дорогостоящих ресурсов более дешёвыми (обычно ресурсами природного происхождения – свет, тепло, вода, симбиотический азот и др.).

Закон VIII формирует понятие, что количественная потребность в факторах жизни на протяжении вегетации растений различна, что ошибки, допущенные в начальные периоды роста (обычные критические периоды), невозможно исправить на более поздних стадиях. Таким образом, закон VIII является обоснованием раздела растениеводства – «управление посевами» (защита растений, подкормки, орошение и др.).

В обзорной статье [18] приведён обширный анализ ЗЗ, содержащий как «классические», так и дополнительные законы, принципы и правила. Некоторые из них можно рассматривать в качестве «растениеводческих»:

**IX – Закон взаимокомпенсации регуляторных факторов** (регуляторные факторы, выполняющие индуктивную роль в развитии растений, способны в своём взаимодействии к компенсации одного фактора другим);

**X – Закон активности растений** (растения обладают определенной степенью активностью в потреблении, поиске и подготовке факторов);

**XI – Закон целостности формирования урожая** (конечный урожай полевых культур формируется всем онтогенезом растений, управлять урожаем можно на всех этапах вегетационного периода растений полевых культур, неблагоприятные условия вегетации могут снизить урожай при действии в любой период онтогенеза растений);

**XII – Закон районирования**, основанный на единстве жизни и геохимической среды.

Можно заметить, что в вышеприведённых законах растение рассматривается уже не просто как черный ящик, или «идеальный биореактор», куда «входят» факторы жизни и «выходит» урожай, оно обладает активностью, избирательностью, в результате выступает неким дополнительным фактором формирования урожая.

В той же статье авторы поднимают проблему необходимости разработки закона синергизма (взаимодействия между факторами, приёмами и растениями, когда взаимодействие факторов дают прибавку большую, нежели сумма прибавок от факторов по-отдельности).

В математическом виде явление синергизма можно записать в виде  $1+1=2 \times x$ , где  $x > 1$  [22]. Нужно сказать, что в современных селекционных программах для оценки вклада отдельных факторов в формирование урожайности (Y) уже учитывается не только влияние генотипа (G) и условий внешней среды (E), но и их взаимодействия (GE), что и является практическим использованием эффекта синергизма.

$$Y = G + E + GE,$$

В последнее время помимо условий внешней среды вводится оценка агротехники (А) и проводится оценка взаимодействия трех групп факторов (GEA) [29].

В экологии (как научной дисциплине) система законов разработана более основательно. В отечественной экологической литературе выделяется до 12 структурных законов, 14 функциональных законов (в том числе законы II и V из классического перечня ЗЗ) и 14 эволюционно-исторических законов.

Академик В. И. Кирюшин [11, с. 8] указывает на существование в современной экологии более 250 законов, принципов и правил.

По нашему мнению, среди законов экологии главным «растениеводческим» законом является:

**XIII – Закон единства «организм – среда»** (В. И. Вернадский, 1946) – закономерность, в соответствии с которой жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих её организмов.

Авторы учебного пособия [10] именно данный закон поставили первым при обсуждении теоретических основ систем земледелия.

Важно, что данный закон определяет свойства объектов. Живые организмы – это открытые биологические системы, они получают для своего существования из окружающей среды вещества (химические элементы, в том числе воду), энергию (солнечную и химическую) и информацию, отдают в окружающую среду трансформированные вещества, энергию и информацию, активно воздействуя (количественно) на неё и изменяя её. Из закона следует, что между живой и неживой природой (средой) существуют обратные связи.

Применительно к системе действует другой важный экологический закон:

**XIV – Закон эмерджентности** (система обладает особыми свойствами, не присущими её отдельным элементам).

Некоторые авторы не видят различий между синергизмом и эмерджентностью, но последняя обычно рассматривается, как качественно новый уровень организации, скачок развития [15]. В агрономических исследованиях нужно помнить, что посев – это не просто группа растений, а почва – не просто «смесь» минерального грунта с органикой.

В отличие от «классических» ЗЗ, у которых исторически главное внимание уделялось веществу (минеральные соединения и вода), экологи приоритетное значение придают поступлению в систему энергии. Сформулирован следующий закон:

**XV – Закон максимизации энергии и информации** (Г. и Э. Одум, Н. Ф. Реймерс) – наилучшими шансами на выживание обладает система, в наибольшей степени способствующая поступлению, выработке и эффективному использованию энергии и информации.

Из закона выводят следующие следствия:

– в соперничестве между собой выживают те системы, которые наилучшим образом способствуют как поступлению энергии, так и её использованию для нужд системы (здесь равным образом рассматриваются как природные биосистемы, так и агроэкосистемы – не только отдельные поля, но и сельскохозяйственные предприятия);

– максимальное поступление вещества не гарантирует системе успеха в конкурентной борьбе.

В агроэкосистемах в отличие от природных экосистем источником энергии выступает не только энергия солнца, но и антропогенная деятельность (через обработку почвы, удобрение, защиту посевов). При этом даже минеральные удобрения и пестициды нельзя рассматривать только в качестве вещества, дополнительно поступающего в систему. Они обладают энергией, а кроме того, перераспределяют потоки энергии в системе. Поэтому даже наиболее «осуществлённые» элементы технологии возделывания, как минеральные удобрения, должны рассматриваться не только как дополнительное вещество, но и как источник энергии, а также как фактор управления системой.

Использование данного закона в применении к сельскому хозяйству ещё не получило достойного теоретического обоснования, но частично используется при расчётах энергетической эффективности (технологий и систем земледелия). Нужно думать, что именно этот закон мог бы стать основой для обоснования точного земледелия, основанного на оптимизации затрат.

Можно выделить ещё один экологический закон, имеющий значение к растениеводству и селекции:

**XVI – Закон относительной независимости адаптации** (высокая адаптивность к одному из экологических факторов не даёт такой же степени приспособления к другим условиям жизни. Наоборот,

она может ограничивать эти возможности в силу физиолого-морфологических особенностей организма).

### **От определения объектов растениеводства к экономическим законам земледелия**

Какой уровень организации жизни изучает научная дисциплина растениеводство, имеющая предметом исследований «рост и развитие растений полевых культур, их реакция и отношение к экологическим факторам» [23]?

Авторы учебника агрофизика [1] в лучших традициях классической науки сразу определяют основной пространственный масштаб предмета изучения – агроценоз: «почвенный покров со свойственным ему агрофитоценозом и приземным слоем атмосферы». Это биогеоценотический уровень организации жизни.

Данный уровень следует считать основным и для растениеводства, поскольку основной его задачей является разработка агротехнологий, ориентированных на получение максимальных урожаев (при упрощённом подходе), а в преломлении к социально-экономическим условиям агротехнологии ориентированы на получение экономически целесообразного уровня урожайности заданных потребительских свойств.

Кроме того, растениеводство изучает организменный уровень (растение) и популяционно-видовой (сорта растений). И нужно признать, до сих пор в современном растениеводстве (как науке) окончательно не разработана методологическая проблема «неопределённость объектов исследований». Если при разработке сортовой агротехники (популяционный уровень) оценивается влияние экологических условий (в т. ч. агротехники) на различные генотипы, то при разработке технологий выращивания (биогеоценотический уровень) существенно изменяются экологические условия (внесение новых факторов, комплексное изменение их параметров). Возникают вопросы, какие генотипы должны при этом изучаться: стандартные, новые, перспективные? Использование стандартных сортов обеспечивает определённую преемственность исследований, возможность изучать реакции растений на различные экологические условия. Однако практическая ценность таких исследований существенно снижается при появлении новых сортов, обладающими другим генотипом, соответственно, потенциалом продуктивности, адаптивности и технологичности возделывания.

Вместе с тем, в большинстве учебных пособий по земледелию изучаются только внешние факторы жизни (космические и земные), тогда как внутренние факторы (вид, сорт, генотип) не изучаются.

С развитием селекции не только значительно повысился вклад генотипа в общую урожайность, но и изменились технологии возделывания. Сейчас уже говорят не только о сортовой агротехнике, а новых технологиях возделывания, основанных на тех или иных типах сортов. Например, без создания карликовых сортов пшеницы не была бы возможной «зелёная революция», основанная на использовании высоких доз азотных удобрений; создание гербицидоустойчивых сортов не только повысило эффективность борьбы с сорняками, но и изменило другие элементы технологий, вплоть до возможности проведения «нулевой» обработки почвы.

Обычно область применения результатов, полученных в полевых экспериментах, определяется местом проведения исследований (совокупность факторов климат + почва) применительно для районированных сортов (стандартных и других сортов, не уступающих им по урожайности). Но насколько применимы эти результаты для производственных условий, где имеется пестрота почв по рельефу или режиму увлажнения? Какие границы варьирования взаимодействия генотипа с экологическими условиями? Без разработки таких вопросов будет невозможным внедрение «точного земледелия» (дифференцированного внесения удобрений, в последующем – обработки почвы и защиты растений).

Несомненно, следующий этап развития растениеводства – моделирование продукционных процессов при различных экологических условиях и конструирование с его помощью агротехнологий. Такой подход требует достаточной унификации и формализации, в том числе определения единых объектов исследований для определенных уровней организации жизни. Надо полагать, в конце концов ими станут математические модели растений.

Интересно проследить как исторически менялось отношение к объектам исследований.

Согласно [2], немецкий ботаник Ю. Сакс в 1857 году сформулировал свой Закон минимума, оптимума и максимума (II) следующим образом: «Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. Наибольший урожай осуществим при оптимальном наличии данного фактора. При минимальном и максимальном наличии фактора урожай невозможен». Позже В. Р. Вильямс (1939) несколько конкретизировал этот закон: «Наибольший урожай осуществим при среднем «оптимальном»

наличия фактора; при наименьшем (минимальном) и наибольшем (максимальном) наличии фактора урожай неосуществим (равен нулю)».

Это практико-ориентированные формулировки, которые предполагают масштаб применения – агроценоз.

Ф. Блэкман в 1909 г. сформулировал Закон ограничивающих (лимитирующих) факторов в следующей редакции: «Факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение (неблагоприятное – как минимальное, так и избыточное), особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных условий». Здесь уже прослеживается попытка соединить Закон минимума (Либих, 1840, 1855) с Законом совокупного действия факторов (Митчерлих, 1909), но главное определяется объект: вид (как популяция, проживающая в конкретных условиях).

В 1911 году американский эколог В. Шелфорд сформулировал свой Закон толерантности:

**XVII – Закон толерантности** – лимитирующим фактором жизни организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости, толерантности организма к данному фактору) [6]. В других отечественных формулировках приводится «лимитирующим фактором процветания организма ...» [27].

В англоязычной литературе Закон XVII звучит как «Успех организма основан на сложном наборе условий и каждый организм имеет определенный минимальный, максимальный и оптимальный фактор окружающей среды или комбинацию факторов, определяющих успех» [33]. Позже Гуд переформулировал закон толерантности следующим образом: «Каждый вид способен успешно существовать и воспроизводиться только в пределах определенного диапазона условий окружающей среды».

Заметно, что в экологических формулировках предполагается два уровня жизни – организменный и популяционный, а выходом из системы является не столько масса популяции, сколько её «успех» различного уровня (выживание, процветание) – количество особей, ареал распространения и др.

Надо признать, что законы II и XVII имеют одну основу – необходимость наличия оптимального количества фактора для протекания продукционных процессов и взаимодействия организма с внешней средой. Интересно, что в некоторых изданиях указывается, что закон ограничивающих факторов Блэкмана объединяет закон минимума и закон Шелфорда [26].

Годы, когда были сформулированы законы, здесь далеко не важны. Ядром теории Шелфорда явилась способность живых организмов адаптироваться в некоторых границах толерантности, тогда как ранее закон лимитирующих факторов указывает на необходимость наличия достаточного количества факторов жизни (например, как сырья для производственного процесса).

И. Я. Пигорев, В. Н. Наумкин [18] считают, что для практического применения в агрономии более приемлемым является классический закон II, который несёт не констатирующую, а управляющую функцию. По нашему мнению, Закон толерантности Шелфорда для растениеводства имеет не менее важное значение, т.к. позволяет уйти от излишней абстракции: не факторы жизни образуют урожай, а растения под давлением недостатка или избытка факторов жизни формируют урожай. Важно, что Закон толерантности Шелфорда вводит в агрономическую практику понятие устойчивости растений, и как дальнейшее развитие – теорию стресса.

В отличие от природных экосистем, которые ориентированы на выживание с помощью природных механизмов, агроэкосистемы предназначены для получения товарного урожая с определенным качеством продукции [11].

Полученные урожаи должны быть экономически обоснованными. Как указывалось выше, при разработке технологий возделывания культур и системы земледелия в целом по предприятию специалисты в соответствии с Законом VII должны ориентироваться на максимально полное использование бесплатных природных ресурсов (тепло, свет, вода), а кроме того, на рациональное использование земельных, материальных ресурсов (выступающих в качестве факторов жизни, но имеющих свою цену), а также трудовых, энергетических, финансовых и других ресурсов (оказывающих влияние на поступление факторов жизни).

Поэтому даже классические ЗЗ имеют не только биологическую, но и экономическую основу, поскольку оперируют понятиями урожай и плодородие, имеющими свою цену. Закон плодосмена (VI) в своей первоначальной интерпретации имел сугубо экономический характер: «Любое агротехническое мероприятие более эффективно при плодосмене, чем при бессменном посеве». При этом эффективность достигается не только за счёт улучшения питательного и водного режима почвы, её фитосанитарного состояния, но и за счёт организации производства и разделении во времени труда.

Тот же Закон оптимума можно сформулировать в виде «В оптимальных условиях эффективность биологических систем максимальна, т. е. желаемые результаты достигаются при минимальных издержках» [8, с. 83]. Сам Либшер (1895) сформулировал свой Закон оптимума следующим образом: «Фактор производства, предложение которого минимально, вносит тем больший вклад в производство, чем ближе к оптимальному уровню находятся другие производственные факторы», другими словами «Все факторы производства используются наиболее эффективно, когда все они находятся в оптимальном состоянии» [37].

В этих «устаревших» формулировках, на наш взгляд, лучше видна главная задача земледельца – не получение максимального урожая, а эффективное использование ресурсов, в результате чего будет получен максимальный урожай.

Кроме того, можно привести более «экономические» или «хозяйственно-ориентированные» ЗЗ.

По словам академика Кирюшина [11, с. 9] «закончились длительные споры вокруг Закона убывающего плодородия почв, который стал азбучной истиной сельскохозяйственной экологии».

**XVIII – Закон убывающего плодородия почв** (А. Тюрго, конец XVIII века) или Закон убывающей отдачи – каждое дополнительное вложение капитала и труда в землю даёт меньший по сравнению с предыдущим вложением эффект, а после какого-то предела всякий дополнительный эффект становится невозможным.

Данный закон в советской литературе [9, с. 18; 20, с. 24–25] рассматривался в качестве реакционно-буржуазной теории, призванной скрыть недостатки капиталистического способа производства, и не учитывающей научно-технический прогресс. Однако, критика данного закона в учебниках предполагала также раскрытие сложных взаимосвязей между растениями и окружающей средой. Уже в учебнике Н. С. Соколова [16, с. 22] «Общее земледелие» (1935) приводится, что «... растущие растения вместе с охватываемым их корневой системой слоем почвы и приземным слоем атмосферы представляют собой единую, связную и взаимодействующую систему». Таким образом, через критику закона XVIII формировалось системное мировоззрение студентов.

В настоящее время, по мнению В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова [3], слова «убывающего плодородия» следует расценивать как словесное недоразумение – правильно говорить о Законе убывающих прибавок урожая. В таком контексте Закон XVII указывает на необходимость разумной концентрации капитала на единицу площади и ничем не отличается от Закона лимитирующих факторов (II).

Относительно недавно в 1992 году С. Т. de Wit [37], обсуждая эффективность использования факторов в сельском хозяйстве, приводит следующее: «В агрономии Закон убывающей отдачи связывают с фоном Либиха (1855 г.) под названием Закона минимума».

Интересно, что в 1909 году был Э. Митчерлих предложил первоначальную редакцию «классического» Закона совокупного действия факторов жизни (III) как «Закон минимума и закон убывающей урожайности почвы», который гласил: «Каждый отдельный фактор роста может повышать урожайность с определенной интенсивностью (импакт-фактором). Однако по мере приближения к максимальной урожайности её прибавки уменьшаются» [32]. Можно сказать, что Э. Митчерлих подтвердил закон Тюрго, но именно в применении к прибавкам урожайности от совокупного действия факторов жизни.

В. А. Villiers [36] столетие назад указывал, что Закон убывающей отдачи выполняется в каждом случае только для конкретных условий (почвы, район, растения и существующие цены): «если урожай растений ещё можно увеличивать по закону оптимума, то возросшие производственные затраты уменьшают получение чистой прибыли. Вместе с тем прогресс науки может позволить фермерам продолжать повышать урожай с адекватной прибылью (например, новые удобрения или системы мелиорации)».

В современной трактовке Закон XVIII прочно вошёл в перечень экологических законов и формулируется следующим образом: «Повышение удельного вложения энергии в агроэкосистему не даёт адекватного пропорционального увеличения её продуктивности» [11, с. 9].

Несомненно, Закон убывающего плодородия почв (XVIII), до сих пор изучаемый в некоторых курсах предмета «земледелия» исключительно с критической стороны, следует «реабилитировать». Закон XVIII носит подчеркнуто экономический смысл и должен учитываться не только в растениеводстве (при разработке агротехнологий), но и в почвоведении – для современной агроэкологической оценки пригодности земель для выращивания сельскохозяйственных культур. При этом размеры прибавок от возрастающей интенсификации возделывания (импакт-фактор по Митчерлиху) являются важнейшей

характеристикой пригодности почвы, одним из количественного показателя эффективного плодородия.

**XIX – Закон разнообразия** (в хозяйстве должно быть несколько сельскохозяйственных культур, каждая культура должна быть представлена набором сортов, сорта состоят из биотипов) [18]. Данный закон в отличие от закона плодосмена (VI) направлен на достижение биологической и экономической устойчивости агроэкосистем различного уровня (не только отдельное поле, но и сельскохозяйственное предприятие в целом).

**XX – Закон технологического разнообразия** (постоянное длительное применение на поле одной и той же технологии (одних и тех же пестицидов, удобрений, обработки почвы и других приёмов) усиливает одностороннее негативное воздействие на почвенное плодородие и поэтому необходимо иметь севооборот с различными культурами и их агротехнологиями).

Данный закон имеет агротехнологический характер и его можно назвать уточнением законов плодосмена (VI) и закона разнообразия (XIX), призванный показать негативные факторы снижения урожайности – токсикозы растений, эрозия почвы и др. Но различные технологии предполагают и различные системы машин, различные затраты трудовых, материальных и финансовых ресурсов, поэтому закон XX следует считать значимым звеном экономического направления.

### **Заключение**

Таким образом, законы земледелия в настоящее время не только не потеряли своего значения, но и являются теоретической базой для развития различных систем земледелия (точное, адаптивно-ландшафтное, органическое). Вместе с тем «классические» законы земледелия, изучаемые в рамках учебной дисциплины «земледелие» и сформулированные столетие назад, не отражают активную роль растений в использовании факторов жизни, что мешает к переходу к биологизированным и адаптивным системам земледелия.

К настоящему времени сформулирован ряд новых экологических и земледельческих законов, имеющих растениеводческую направленность, которые целесообразно использовать в научной деятельности, а также в образовании при преподавании учебного курса «растениеводство».

Сколько и какие законы целесообразно включить в учебный процесс и при этом не «перегрузить» его излишней информацией? Количество законов должно быть относительно небольшим, но в то же время они должны составлять единую систему знаний, необходимую для последующего изучения предмета растениеводства и входящих в его состав модулей: биологические особенности растений, интенсификация и биологизация земледелия, программирование урожая, конструирование агротехнологий, обоснование «растениеводческих» агроприёмов – сроки сева и нормы высева, уход за посевами.

Нужно ли использовать и развивать ЗЗ в рамках научной дисциплины «растениеводство»? Несомненно. По большому счету каждый раздел теоретического растениеводства должен быть представлен «своим» законом (принципом) земледелия и растениеводства, или опираться на несколько общих. В свою очередь прикладное растениеводство должно оперировать правилами (сжатыми рекомендациями для конкретных условий). Например, правило посева, Закон норм высева Стебута-Вольни [18]. При таком подходе ЗЗ сами могут быть предметом теоретических исследований и содействовать развитию новых направлений агрономической науки.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Агрофизика / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров; Московский государственный университет. – М.: Издательство: Феникс, 2006. – 400 с.
2. Агрохимия: учебное пособие / Под ред. А. Х. Шеуджена. 2-е изд., перераб. и доп. – Майкоп: Изд-во «Афиша», 2006. – 1075 с.
3. Вальков, В. Ф. Социально-экономические аспекты плодородия почв / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова // Научная мысль Кавказа. – 2007. – №2 (50). – С. 38–43.
4. Васько, В. Т. Теоретические основы растениеводства / В. Т. Васько. – СПб: ПрофиИнформ, 2004. – 200 с.
5. Григулецкий, В. Г. Новая математическая модель продуктивности подсолнечника в зависимости от площади питания растений / В. Г. Григулецкий // Масличные культуры. – 2021. – № 4(188). – С. 8–17.
6. Закон экологического оптимума В.Шелфорда (Закон толерантности). [Электронный ресурс]. – Экологический словарь, 2001. – Режим доступа: <http://bio.niv.ru/doc/dictionary/ecological/fc/slovar-199.htm#zag-300>. – Дата доступа: 15.01.2023.
7. Захваткин, Ю. А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии: методология, традиции, перспективы / Ю. А. Захваткин. – М: Мир, 2003. – 360 с.
8. Земледелие: учебник / под ред. Н. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск, ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
9. Земледелие: учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / С. А. Воробьев, А. Н. Каштанов, А. М. Лыков, И. П. Макаров; Ред. С. А. Воробьев, Ред. Е.М. Козина. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 527 с. – Библиогр.: с.519.

10. Зубарев, Ю. Н. История и методология научной агрономии: учебное пособие / Ю. Н. Зубарев, С. Л. Елисеев; М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. – 251 с.
11. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М. Колос, 1996. – 367 с.
12. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
13. Ларионов, Ю. С. Закон плодородия почв - основа новой парадигмы сельскохозяйственного производства / Ю. С. Ларионов // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2015. – № 4(32). – С. 120–133.
14. Лихацевич, А. П. Приближенная количественная оценка воздействия факторов окружающей среды на формирование урожая сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич // Мелиорация. – 2006. – № 1(55). – С. 95–102.
15. Муратов, А. С. Синергизм и эмерджентность: генезис их гармонизации в экономике и управлении / А. С. Муратов, И. П. Поварич // Вестник КемГУ. – 2012. – №1. – С. 11–23.
16. Соколов, Н. С. Общее земледелие: учебное пособие для растениеводческих вузов / Н. С. Соколов. – Москва: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы «Сельхозгиз», 1935. – 665 с.
17. Основные законы биологизации земледелия / Г. Жигэу [Электронный ресурс]. – lider-agro. – Режим доступа: <https://lider-agro.md/?p=11418>. – Дата доступа: 18.02.2023.
18. О роли научных понятий в земледелии / И. Я. Пигорев, В. Н. Наумкин [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 4–10.
19. Портнов, И. Не в бочке дело... / И. Портнов // Учительская газета. – №37. – 15 сентября 2020.
20. Вильямс, В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения: учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений / В. Р. Вильямс. – 5-е издание. – Москва: Сельхозгиз, 1947. – 456 с.
21. Сапогова, Г. В. Роль естественных законов и экономических закономерностей в развитии аграрных технологических систем / Г. В. Сапогова // Экономические науки. – 2011. – 1 (74). – С. 85–89.
22. Синергия. [Электронный ресурс]. – Cybernetics wiki. – Режим доступа: <https://cybernetics.fandom.com/ru/wiki/%d0%a1%d0%b8%d0%bd%d0%b5%d1%80%d0%b3%d0%b8%d1%8f>. – Дата доступа: 15.01.2023.
23. Специальность 06.01.09 – растениеводство. – Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 15 мая 2018 г. № 125.
24. Суслов, С. А. Законы растениеводства и земледелия / С. А. Суслов // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 1(8). – С. 119–130.
25. Федорова, Н. В. Методика определения общественно необходимых затрат в земледелии на основе дифференциации плодородия почв / Н. В. Федорова // Вестник Чувашского университета. – 2014. – № 1. – С. 260–268.
26. Шадже, А. Е. Словарь терминов по экологии / А. Е. Шадже, Э. А. Сиротюк, А. И. Шадже – Майкоп: Изд-во ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. – 92 с.
27. Шпаргалка по экологии [Электронный ресурс]. – Кафедра инженерной химии и промышленной экологии СПГУТД. Режим доступа: [http://eco.sutd.ru/ecotest/docs/laws.htm#law\\_13](http://eco.sutd.ru/ecotest/docs/laws.htm#law_13). – Дата доступа: 15.01.2023.
28. Bloom, A. Resource limitation in plants - an economic analogy / A. Bloom, F.I. Chapin, H. Mooney // Annu. Rev. Ecol. Syst., 16 (1985), pp. 363-392.
29. Can We Harness “Enviromics” to Accelerate Crop Improvement by Integrating Breeding and Agronomy? // Frontiers in Plant. – 2021. – V. 12.
30. Gorban, A. Law of the Minimum Paradoxes / A. Gorban, L. Pokidysheva, E. Smirnova, T. Tyukina // Bulletin of mathematical biology. – 2010. – № 11.
31. Lynch, J. P. Edaphic stress interactions: Important yet poorly understood drivers of plant production in future climates / Jonathan P. Lynch // Field Crops Research. – Volume 283. – 2022.
32. Minimumgesetz [Electronic resource]. – wikipedia. – mode of access: [https://de.wikipedia.org/wiki/minimumgesetz#:~:text=1909%20erschien%20dann%20eilhard%20alfred,\(wirkungsfaktor\)%20die%20ertragsh%c3%b6he%20steigern](https://de.wikipedia.org/wiki/minimumgesetz#:~:text=1909%20erschien%20dann%20eilhard%20alfred,(wirkungsfaktor)%20die%20ertragsh%c3%b6he%20steigern). – Date of access: 15.01.2023.
33. Shelford's law of tolerance. [Electronic resource]. – Wikipedia. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/shelford%27s\\_law\\_of\\_tolerance](https://en.wikipedia.org/wiki/shelford%27s_law_of_tolerance). – Date of access: 15.01.2023.
34. Sinclair, T. R. Inadequacy of the Liebig Limiting-Factor Paradigm for Explaining Varying Crop Yields / T. R. Sinclair, W. I. Park // Agron. J. – 1993. – № 85. P. 742–746. Парадигма.
35. Tang, J. Finding Liebig ' s law of the minimum / J. Tang, W. J. Riley // Ecological, 2021. – № 31 (8).
36. Villiers, B. A. The law of diminishing return in agriculture. [electronic resource]. – sabinet african journals. – Mode of access: [https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/aja0000021\\_693](https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/aja0000021_693). – Date of access: 15.01.2023.
37. Wit, C. T. Resource Use Efficiency in Agriculture / C.T. de Wit // Agricultural Systems, 1992. – № 40. – P. 125–151.
38. Johnston, A. E. The importance of long-term experiments in agriculture: their management to ensure continued crop production and soil fertility – the Rothamsted experience / A. E. Johnston, P. R. Poulton. – Eur. J. Soil Sci., 2018. – №69. – P. 113–125.

## СТРУКТУРА СОРНОГО ЦЕНОЗА В ПОСЕВАХ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. М. БЕЛОУСОВ, И. Г. ВОЛЧКЕВИЧ

РУП «Институт защиты растений»,  
аг. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: yser3710@gmail.com

(Поступила в редакцию 20.02.2024)

В статье изложены результаты исследований по оценке видового состава, структуре доминирования и встречаемости сорных растений в результате проведения маршрутных обследований посевов моркови столовой на территории Республики Беларусь в 2004–2013 гг. и 2021–2023 гг. Установлено, что в агроценозах моркови произрастало до 45 видов сорняков, засорённость посевов варьировала от 42,8 до 53,4 шт/м<sup>2</sup> и в среднем достигала 48,0 шт/м<sup>2</sup>. Сорные растения, произрастающие в посевах моркови столовой, относятся к 20 ботаническим семействам. В структуре доминирования преобладают представители семейства Asteraceae как по видовому (22,2 %), так и по количественному (22,3 %) составу. Сорняки из семейств Brassicaceae, Polygonaceae и Lamiaceae преобладают по числу входящих в них видов, представители Gramineae и Rubiaceae – по численности. Вместе с тем определены преобладающие сорные виды: *Chenopodium album*, *Echinochloa crusgalli*, *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga parviflora*, которые из года в год, не сокращая своего обилия составляют 50 % численности от всех видов сорных растений, встречающихся в посевах культуры. Отмечено возрастание численности малолетних видов: *Capsella bursa-pastoris* в 2 раза и *Erigeron canadensis* в 1,7 раза, многолетних: *Linaria vulgaris* в 2 раза и *Stachys palustris* в 1,8. Для моркови столовой характерен малолетний тип засорения (87,1 %) с высоким уровнем двудольных видов (81,5 %). В составе многолетних сорняков преобладают корневищные (45,2 %) и корнеотпрысковые (45,2 %) группы.

**Ключевые слова:** морковь, маршрутные обследования, засорённость, видовой состав, встречаемость, сорные растения.

The article presents the results of studies assessing the species composition, structure of dominance and occurrence of weeds as a result of conducting route surveys of table carrot crops on the territory of the Republic of Belarus in 2004–2013 and 2021–2023. It was established that 45 species of weeds grew in carrot agrocenoses; the infestation of crops varied from 42.8 to 53.4 pcs/m<sup>2</sup> and on average reached 48.0 pcs/m<sup>2</sup>. Weeds growing in carrot crops belong to 20 botanical families. The dominance structure is dominated by representatives of the Asteraceae family, both in species (22.2 %) and quantitative (22.3 %) composition. Weeds from the families Brassicaceae, Polygonaceae and Lamiaceae prevail in the number of species included in them, representatives of Gramineae and Rubiaceae – in number. At the same time, the predominant weed species have been identified: *Chenopodium album*, *Echinochloa crusgalli*, *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga parviflora*, which from year to year, without reducing their abundance, make up 50 % of the number of all types of weeds found in crops. An increase in the number of juvenile species has been noted: *Sarsellabursa-pastoris* 2 times and *Erigeron canadensis* 1.7 times, perennial: *Linaria vulgaris* 2 times and *Stachys palustris* 1.8. Table carrots are characterized by a young type of infestation (87.1 %) with a high level of dicotyledonous species (81.5 %). The composition of perennial weeds is dominated by rhizomatous (45.2 %) and root-sprouting (45.2 %) groups.

**Key words:** carrots, route surveys, weediness, species composition, occurrence, weeds.

### Введение

Морковь столовая (*Daucus carota* L.) является одной из важных овощных культур, возделываемых в Беларуси. Корнеплоды моркови имеют высокую пищевую и биологическую ценность, содержат большое количество витаминов, минеральных веществ и антиоксидантов. По данным главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений посевные площади, занятые под культурой в сельскохозяйственных организациях в 2021 г. составили 422,8 га; 2022 г. – 1683 га, в 2023 г. – 1808,5 га.

Возделывание моркови столовой сопряжено с присутствием в посевах сорных растений [1]. На протяжении 30–40 дней с момента появления массовых всходов [2], растения моркови слабо конкурируют с сорняками. Обусловлено это медленными начальными темпами роста культуры и слабо экранирующими листьями, что при естественном засорении способствует снижению урожая на 83,7–97,0 % [3, 4].

Сорные растения представляют собой сложную динамическую систему, которая постоянно адаптируется к изменяющимся условиям среды и воздействию человека. Интенсивные технологии возделывания, способы обработки почвы, чередование культур, постепенно меняющиеся почвенно-климатические условия, внесение средств защиты и удобрений, со временем приводят к изменению видового состава и численности сорных растений [5]. В результате формируется наиболее адаптивная группа трудноискоренимых сегетальных сорняков, затрудняющих борьбу с засорением в посевах моркови.

В связи с этим, проведение мониторинговых исследований видового состава, плотности и пространственного распределения сорно-полевой растительности, изучение их систематической принадлежности, позволяют получить сведения, необходимые для дальнейшей разработки защитных мероприятий в агроценозах моркови столовой.

Цель исследования – изучить видовой состав, структуру доминирования и встречаемость сорных растений в посевах моркови столовой в условиях Беларуси.

### Основная часть

В период вегетации моркови на протяжении 2004–2013 гг. и 2021–2023 гг. проводились маршрутные обследования полей хозяйств, расположенных в шести областях республики (3 агроклиматических зо-

нах) по общепринятым методикам [6, 7]. С помощью учетных рамок размером 0,25 м<sup>2</sup> на каждом поле по диагонали участка в зависимости от площади посева (площадью до 50 га анализировали 10 штук, от 50 до 100 га – 15, более 100 га – 20) определяли видовой состав сорняков, их численность и встречаемость [8]. Ботанические названия сорных растений, их принадлежность к семействам устанавливали по определителям [9,10,11].

В результате маршрутных обследований посевов моркови столовой в 2004–2008 гг., 2009–2013 гг. и 2021–2023 гг. выявлено 35, 29 и 40 видов сорных растений, с общей численностью 53,4, 42,8 и 47,8 шт/м<sup>2</sup>. Среди сорных растений, во все годы проведения исследований, доминировали: МАРЬ БЕЛАЯ–6,5 шт/м<sup>2</sup>, или 12,2 % от общей засорённости в 2004–2008 гг., 7,4 шт/м<sup>2</sup>, или 17,3 % в 2009–2013 гг. и 7,3 шт/м<sup>2</sup> (15,3 %) в 2021–2023 гг., ежовник обыкновенный – 7,5 (14,0 %), 9,4 шт/м<sup>2</sup> (22,0 %) и 3,7 шт/м<sup>2</sup> (7,7 %), щирица запрокинутая – 3,6 (8,4 %), 5,7 шт/м<sup>2</sup> (10,7 %) и 3,8 шт/м<sup>2</sup> (8,0 %), галинзога мелкоцветковая – 4,5 (8,8 %), 4,7 шт/м<sup>2</sup> (10,5 %) и 8,4 шт/м<sup>2</sup> (17,6 %), соответственно году проведения исследований (табл. 1).

За анализируемый период произошли значительные изменения в количественном и видовом составе сорных растений. Так, наблюдалось увеличение численности галинзоги мелкоцветковой в 1,8–1,9 раза (с 4,5–4,7 шт/м<sup>2</sup> в 2004–2013 гг. до 8,4 шт/м<sup>2</sup> в 2021–2023 гг.), звездчатки средней в 20,0 раз (с 0,1 шт/м<sup>2</sup> в 2009–2013 гг. до 2,0 шт/м<sup>2</sup> в 2021–2023 гг.), мелколепестника канадского в 1,7 раза (с 0 шт/м<sup>2</sup> в 2004–2008 гг. до 1,7 шт/м<sup>2</sup> в 2021–2023 гг.), пастушьей сумки обыкновенной в 2,0–4,8 раза (с 0,5–1,2 шт/м<sup>2</sup> в 2004–2013 гг. до 2,4 шт/м<sup>2</sup> в 2021–2023 гг.) и чистеца болотного в 1,8–11,0 раз (с 0,1–0,6 до 1,1 шт/м<sup>2</sup>). С другой стороны, отмечалось снижение численности ежовника обыкновенного в 2,0–2,5 раза, паслёна чёрного в 2,7–5,0, подмаренника цепкого в 1,8–2,1 раза и фиалки полевой в 1,9–2,4 раза (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав сорных растений в посевах моркови столовой в Беларуси (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений»)

Виды	Засорённость, шт/м <sup>2</sup>			
	2004–2008 гг.	2009–2013 гг.	2021–2023 гг.	Среднее
Виды горцев ( <i>Polygonum</i> sp.)	4,5	3,4	4,4	4,1
Галинзога мелкоцветковая ( <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	4,7	4,5	8,4	5,7
Звездчатка средняя ( <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. s. l.)	1,3	0,1	2,0	1,2
Ежовник обыкновенный ( <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.)	7,5	9,4	3,7	6,9
Льнянка обыкновенная ( <i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	0,7	0,3	1,3	0,8
Марь белая ( <i>Chenopodium album</i> L.)	6,5	7,4	7,3	7,1
Мелколепестник канадский ( <i>Erigeron canadensis</i> L.)	0	1,0	1,7	0,9
Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	1,8	1,0	1,4	1,4
Паслен чёрный ( <i>Solanum nigrum</i> L.)	1,5	0,8	0,3	0,9
Пастушья сумка обыкновенная ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	1,2	0,5	2,4	1,4
Пикульник обыкновенный ( <i>Galeopsis tetrahit</i> L.)	1,7	1,1	0,02	0,9
Подмаренник цепкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	2,5	2,1	1,2	1,9
Польнь обыкновенная ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	1,0	0,3	0,3	0,5
Пырей ползучий ( <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	2,3	0,4	2,9	1,9
Редька дикая ( <i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	1,7	1,1	0,03	1,0
Трехреберник запаховый ( <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.)	1,0	0,3	0,6	0,6
Фиалка полевая ( <i>Viola arvensis</i> Murray)	2,4	1,9	1,0	1,8
Черда трёхраздельная ( <i>Bidenstripartita</i> L.)	1,2	0,9	0,1	0,8
Чистец болотный ( <i>Stachys palustris</i> L.)	0,6	0,1	1,1	0,6
Щирица запрокинутая ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	5,7	3,6	3,8	4,3
Ярутка полевая ( <i>Thlaspi arvense</i> L.)	1,1	0,8	0,9	0,9
Прочие	2,5	1,6	2,7	2,3
Всего, шт./м <sup>2</sup>	53,4	42,8	47,8	48,0
Всего видов, штук	35	29	40	45

Маршрутные обследования, проведенные в 2021–2023 гг., показали, что засорённость агроценозов моркови носит зональный характер. Наименьшая численность сорняков отмечается в центральной агроклиматической зоне и составляет 39,8 шт/м<sup>2</sup>, в северной зоне их количество увеличивается до 44,5 шт/м<sup>2</sup> и максимальная численность сорняков наблюдается в южной зоне (59,0 шт/м<sup>2</sup>). Также отмечено зональное отличие в засорённости по видам. В центральной зоне значительную численность занимают виды горцев (6,6 шт/м<sup>2</sup>), осот полевой (2,6 шт/м<sup>2</sup>), чистец болотный (3,0 шт/м<sup>2</sup>), в центральной и северной зонах – подмаренник цепкий (1,7 и 1,4 шт/м<sup>2</sup>), в северной и южной зонах – ежовник обыкновенный (4,0 и 4,5 шт/м<sup>2</sup>), в северной зоне – звездчатка средняя (3,4 шт/м<sup>2</sup>), пастушья сумка обыкновенная (5,1 шт/м<sup>2</sup>), фиалка полевая (2,2 шт/м<sup>2</sup>), ярутка полевая (2,7 шт/м<sup>2</sup>), в южной зоне отмечена максимальная численность галинзоги мелкоцветковой (16,0 шт/м<sup>2</sup>), льнянки обыкновенной (4,0 шт/м<sup>2</sup>), мари белой (11,0 шт/м<sup>2</sup>), мелколепестника канадского (4,7 шт/м<sup>2</sup>), пырея ползучего (6,1 шт/м<sup>2</sup>) и щирицы запрокинутой (5,6 шт/м<sup>2</sup>) (табл. 2).

Таблица 2. Численность сорных растений в агроценозах моркови столовой по агроклиматическим зонам Беларуси (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений», 2021–2023 гг.)

Виды	Агроклиматическая зона		
	центральная	северная	южная
Виды горцев	6,6	3,9	2,8
Галинзога мелкоцветковая	3,4	5,8	16,0
Ежовник обыкновенный	2,6	4,0	4,5
Звездчатка средняя	1,5	3,4	1,3
Льнянка обыкновенная	0	0	4,0
Марь белая	3,5	7,5	11,0
Мелколепестник канадский	0,3	0	4,7
Осот полевой	2,6	1,5	0,2
Пастушья сумка обыкновенная	1,7	5,1	0,5
Подмаренник цепкий	1,7	1,4	0,4
Пырей ползучий	2,4	0,3	6,1
Фиалка полевая	0,7	2,2	0,2
Чистец болотный	3,0	0,4	0
Щирица запрокинутая	5,2	0,5	5,6
Ярутка полевая	0,1	2,7	0
Прочие	4,6	5,9	1,6
Всего, шт./м <sup>2</sup>	39,8	44,5	59,0
Всего видов, шт.	26	26	27

При оценке встречаемости сорных растений в агроценозах моркови определено, что наиболее распространенными являются марь белая (53,9 %), ежовник обыкновенный (34,0 %), галинзога мелкоцветковая (41,6 %) и щирица запрокинутая (31,4 %). Данные виды характеризуются высокой адаптивностью к различным условиям, быстрым ростом, большой продуктивностью семян, способностью к самосеву и длительному сохранению жизнеспособности в почве, что обуславливает высокую конкурентоспособность по отношению к растениям моркови столовой [4]. Кроме вышеуказанных видов, в посевах встречаются и другие малолетние виды: пастушья сумка обыкновенная (25,4 %), мелколепестник канадский (17,9 %), подмаренник цепкий (15,6 %), звездчатка средняя (14,2 %), виды горцев (птичий – 15,6 %, вьюнковый – 15,3 %, щавелелистный – 13,6 %), из многолетних видов – пырей ползучий (15,1 %), осот полевой (14,2 %), льнянка обыкновенная (12,2 %). Встречаемость сорных растений менее чем на 12 % обследуемых площадей включает 26 видов (табл. 3), из которых 12 видов (вероника полевая, горец почечуйный, жерушник болотный, крапива жгучая, морковь дикая, одуванчик лекарственный, пикульник обыкновенный, портулак огородный, редька дикая, сушеница топяная, торица полевая, яснотка пурпурная) встречаются единично в посевах, доля их присутствия варьируется от 0,2 до 2,6 %.

Таблица 3. Встречаемость сорных растений в агроценозах моркови столовой, % (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений»)

Вид	Агроклиматическая зона									Среднее
	центральная			северная			южная			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	
Бодяк полевой	33,3	17,4	0	0	18,5	0	0	0	0	7,7
Вьюнок полевой	0	8,7	0	0	3,7	0	0	0	0	1,4
Галинзога мелкоцветковая	46,7	0	20,0	25,0	14,8	36,6	75,0	86,7	70,0	41,6
Горец вьюнковый	6,7	13,0	0	37,5	59,3	0	0	13,3	8,0	15,3
Горец птичий	13,3	21,7	0	0	0	0	50,0	53,3	2,0	15,6
Горец щавелелистный	60,0	47,8	0	0	14,8	0	0	0	0	13,6
Горошек мышиный	0	0	0	0	0	0	0	6,7	2,0	1,0
Дрёма белая	0	0	0	50,0	37,0	0	0	0	2,0	9,9
Ежовник обыкновенный	40,0	30,4	20,0	31,3	29,6	48,8	25,0	66,7	14,0	34,0
Звездчатка средняя	0	0	24,0	25,0	37,0	22,0	0	0	20,0	14,2
Льнянка обыкновенная	0	0	0	0	0	0	50,0	60,0	0	12,2
Марь белая	40,0	26,1	36,0	68,8	51,9	39,0	87,5	60,0	76,0	53,9
Мелколепестник канадский	0	4,3	12,0	0	0	0	62,5	80,0	2,0	17,9
Мята полевая	0	0	0	0	0	7,3	0	0	6,0	1,5
Мятлик однолетний	20,0	13,0	12,0	0	3,7	2,4	0	0	12,0	7,0
Осот полевой	0	34,8	22,0	25,0	18,5	19,5	0	0	8,0	14,2
Паслен черный	0	0	10,0	25,0	7,4	7,3	0	0	6,0	6,2
Пастушья сумка обыкновенная	0	0	30,0	62,5	48,1	22,0	0	6,7	16,0	25,4
Подмаренник цепкий	46,7	21,7	0	25,0	22,2	4,9	0	20,0	0	15,6
Подорожник большой	13,3	0	0	0	0	14,6	0	0	2,0	3,3
Польнь обыкновенная	0	0	0	6,3	11,1	0	0	0	0	1,9
Пырей ползучий	0	26,1	2,0	0	11,1	0,0	50,0	46,7	0	15,1
Трехреберник непахучий	26,7	8,7	0	12,5	11,1	2,4	0	13,3	6,0	9,0
Фиалка полевая	26,7	4,3	0	31,3	29,6	0	0	0	8,0	11,1
Черда трехраздельная	0	0	0	12,5	7,4	0	0	0	0	2,2
Чистец болотный	0	21,7	0	0	7,4	4,9	0	0	0	3,8
Щирица запрокинутая	53,3	39,1	10,0	6,3	18,5	4,9	62,5	40,0	48,0	31,4
Ярутка полевая	0	4,3	0	43,8	44,4	0	0	0	0	10,3

В ходе исследования биологического состава сорных растений, установлено доминирование малолетних сорняков, их численность составила 36,9–45,7 шт/м<sup>2</sup>. Среди них наибольшее количество 29,0–35,5 шт/м<sup>2</sup> (табл. 4) занимают яровые виды: галинзога мелкоцветковая, ежовник обыкновенный, марь белая и щирица запрокинутая (табл. 1). Зимующие сорняки составляли от 7,0 до 9,8 шт/м<sup>2</sup>; двулетние – от 0,6 до 0,9 шт/м<sup>2</sup>.

Численность многолетних сорных растений достигает 8,1 шт/м<sup>2</sup>. Среди них доминируют корневищные (0,7–4,1 шт/м<sup>2</sup>) и корнеотпрысковые (1,9–3,6 шт/м<sup>2</sup>) виды, такие как пырей ползучий и осот полевой.

В агроценозах моркови столовой преобладает двудольный тип засорения (33,0–43,6 шт/м<sup>2</sup>), однодольные виды сорняков составляют 7,0–9,9 шт/м<sup>2</sup>.

Таблица 4. Засоренность посевов моркови столовой по биологическим группам (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений»)

Группы сорных растений	Засоренность, шт/м <sup>2</sup>			Среднее
	2004–2008 гг.	2009–2013 гг.	2021–2023 гг.	
Малолетних,	45,7	40,0	36,9	41,8
в т.ч.:				
яровые	35,5	32,1	29,0	32,2
зимующие	9,6	7,0	9,8	8,8
двулетние	0,6	0,9	0,9	0,8
Многолетних,	7,7	2,8	8,1	6,2
в т.ч.:				
корневищные	3,5	0,7	4,1	2,8
корнеотпрысковые	3,0	1,9	3,6	2,8
стержнекорневые	1,0	0,3	0,3	0,5
мочковатокорневые	0,2	0	0,2	0,1
Всего,	53,4	42,8	47,8	48,0
в т.ч.:				
однодольных	9,9	9,8	7,0	8,9
двудольных	43,6	33,0	40,8	39,1

Структура засорённости посевов моркови столовой представлена 20 семействами, 3 из которых являются преобладающими: астровые (10,7 шт/м<sup>2</sup>), злаковые (8,9 шт/м<sup>2</sup>) и маревые (7,1 шт/м<sup>2</sup>) (табл. 5). Представители семейств амарантовые, гречишные, крестоцветные насчитывают 3,4–4,3 растения/м<sup>2</sup>.

Таблица 5. Структура засоренности посевов моркови столовой в Беларуси по семействам (маршрутные обследования, РУП «Институт защиты растений»)

Семейство	Засорённость, шт/м <sup>2</sup>			Среднее
	2004–2008 гг.	2009–2013 гг.	2021–2023 гг.	
Амарантовые ( <i>Amaranthaceae</i> Juss.)	5,7	3,6	3,8	4,3
Астровые ( <i>Asteraceae</i> Dumort.)	10,4	8,5	13,2	10,7
Гвоздичные ( <i>Caryophyllaceae</i> Juss.)	1,9	1,0	2,9	1,9
Гречишные ( <i>Polygonaceae</i> Juss.)	4,6	3,4	4,4	4,1
Злаковые ( <i>Graminea</i> Juss.)	9,9	9,8	7,0	8,9
Крестоцветные ( <i>Brassicaceae</i> Burnet.)	4,2	2,6	3,4	3,4
Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> Vent.)	6,5	7,5	7,3	7,1
Мареновые ( <i>Rubiaceae</i> Juss.)	2,5	2,1	1,2	1,9
Фиалковые ( <i>Violaceae</i> Batsch.)	2,4	2,0	1,0	1,8
Яснотковые ( <i>Lamiaceae</i> Lindl.)	2,3	1,3	1,2	1,6
Прочие	3,1	1,2	2,3	2,2
Всего, шт./м <sup>2</sup>	53,4	42,8	47,8	48,0

Семейство астровые отличается наиболее многочисленным видовым разнообразием и насчитывает 22,2 % от общего количества выявленных видов, крестоцветные – 11,1 %, семейства яснотковые и гречишные – по 8,9 %, гвоздичные и злаковые – по 6,7 %. Семейства: амарантовые, бобовые, вьюнковые, дымянковые, крапивные, маревые, мареновые, норичниковые, паслёновые, подорожниковые, портулаковые, сельдерейные, фиалковые, хвощёвые включают по 1–2 вида.

### Заключение

В последние годы, несмотря на широкое применение химических средств защиты, численность сорных растений в посевах моркови столовой остается на достаточно высоком уровне (47,8 шт/м<sup>2</sup>). При этом наиболее распространёнными (3,7–8,4 шт/м<sup>2</sup>) и часто встречаемыми (31,4–23,9 %) сорняками являются: марь белая, ежовник обыкновенный, щирица запрокинутая и галинзога мелкоцветковая. Данные виды хорошо приспособились к условиям жизни в агроценозах и ежегодно создают высокую конкуренцию для культуры, что следует учитывать при выборе средств защиты растений.

В целом сорные растения в посевах моркови характеризуются обильным видовым разнообразием, насчитывающим до 45 видов, принадлежащих к 20 семействам, из которых по количеству видов и их численности семейство астровые является преобладающим. В посевах культуры доминируют малолетние двудольные сорные растения (41,8 шт/м<sup>2</sup>), из которых большую часть занимают яровые – 32,2 шт/м<sup>2</sup>. Численность многолетних видов за исследуемые периоды возросла с 2,8 до 8,1 шт./м<sup>2</sup>, что говорит о необходимости изменения тактики защитных мероприятий против многолетних сорных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов, С. Н. Гербология: учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Горки: БГСХА, 2015. – 436 с.
2. Литвинов, С. С. Вредоносность и конкурентоспособность сорных растений в посевах моркови / С. С. Литвинов, Д. С. Акимов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2017. – № 9. – С. 47–50.
3. Белоусов, Н. М. Критический период вредоносности сорных растений в агроценозах моркови столовой / Н. М. Белоусов, И. Г. Волчкевич. Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч.ст. по материалам XXVІМеждународ.науч.-практ. конф.: Агрономия. Защита растений (Гродно, 23 марта 2023 г.) / МСХ и продовольствия РБ, Гродн. гос. аграр. ун-т.; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно, 2023. – С. 25–27.
4. Литвинов, С. С. Вредоносность и конкурентоспособность сорных растений в посевах моркови / С. С. Литвинов, Д. С. Акимов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2017. – № 9. – С. 47–50.
5. Лунева, Н. Н. Засоренность посевов зерновых сельскохозяйственных культур и тенденции ее изменчивости в ростовской области / Н. Н. Лунева, Е. И. Кириленко // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы Второго Всерос. науч.-произв. совещ. (Голицино, 17-20 июля 2000 г.) / Рос. акад. с.-х. наук; Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – Голицино, 2000. – С. 42–47.
6. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / Всесоюз. произ.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. сел. хоз-ва; подгот. Л. М. Державин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.
7. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / сост. А. И. Туликов. – М.: [б. и.], 1979. – 12 с.
8. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями: науч. тр. ВАСХНИЛ / под ред. Г. С. Груздева. – М., 1980. – С. 54.
9. Васильченко, И. Т. Определитель всходов сорных растений / И. Т. Васильченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 344 с.
10. Лунева, Н. Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации / Н. Н. Лунева, Е. Н. Мысник; под ред. И. Я. Гричанова. – СПб.: ВИЗР, 2018. – 80 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 26).
11. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

## ПОДБОР СОРТОВ И ГИБРИДОВ КРАСНОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ ДЛЯ ПОВТОРНОЙ КУЛЬТУРЫ В УЗБЕКИСТАНЕ

М. М. АДИЛОВ

Ташкентский государственный аграрный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан, e-mail: m.m.adilov@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.02.2024)

*В статье излагаются результаты изучения коллекции из 24 образцов (2019 г.), предварительного сортоиспытания выделенных 8 образцов (2020–2021 гг.) и конкурсного сортоиспытания 5 образцов (2022–2023 гг.).*

*По результатам изучения коллекции по завязываемости и средней массе кочанов, урожайности были выделены следующие сортообразцы: Red Dynasty F<sub>1</sub>, Super red F<sub>1</sub>, Б/н из Китая, Romanov F<sub>1</sub>, Royal F<sub>1</sub>. Вместе со стандартом и гибридом Omero F<sub>1</sub>, популярным на семенном рынке Узбекистана, они были включены в предварительное сортоиспытание.*

*В предварительном сортоиспытании было выявлено, что все испытанные в нем сортообразцы по продолжительности вегетационного периода относятся к группе ранних (от посадки до первого сбора 84–92 дня). Среди них наиболее скороспелым был гибрид Omero F<sub>1</sub>. Лучшей завязываемостью кочанов отличался сорт Б/н из Китая. Наиболее крупные кочаны формировали Б/н из Китая, Ranchero F<sub>1</sub> и Red Dynasty F<sub>1</sub>, самые мелкие – Royal F<sub>1</sub>.*

*При проведении конкурсного сортоиспытания при определении количества листьев, завязываемости и средней массы кочанов были получены такие же результаты, как и в предварительном сортоиспытании.*

*При учете величины общего урожая было выявлено, что в 2022–2023 годы гибрид Ranchero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая превосходили стандарт по общей урожайности. Это не превышало НСР и было в пределах ошибки опыта, гибриды Red Dynasty F<sub>1</sub> и Omero F<sub>1</sub> по общей урожайности были одинаковы со стандартом.*

*В предварительном и конкурсном сортоиспытаниях по величине общего и товарного урожая гибриды Ranchero F<sub>1</sub>, Omero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая были более высокоурожайными, чем стандартный гибрид Primero F<sub>1</sub>.*

*Для возделывания в повторной культуре рекомендуется гибрид Ranchero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая.*

**Ключевые слова:** сортообразцы, кочан, завязываемость, товарность, урожайность, повторная культура.

*The article presents the results of studying a collection of 24 accessions (2019), preliminary variety testing of 8 selected accessions (2020–2021) and competitive variety testing of 5 samples (2022–2023).*

*Based on the results of studying the collection by setting and average weight of heads, yield, the following varieties were identified: Red Dynasty F<sub>1</sub>, Super red F<sub>1</sub>, W/n from China, Romanov F<sub>1</sub>, Royal F<sub>1</sub>. Instead of the standard and hybrid Omero F<sub>1</sub>, popular in the seed market of Uzbekistan, they were included in the preliminary variety trial.*

*In a preliminary variety trial, it was revealed that all varieties tested in it, according to the duration of the growing season, belong to the group of early varieties (from planting to the first harvest, 84–92 days). Among them, the fastest ripening was the Omero F<sub>1</sub> hybrid. The W/n variety from China was distinguished by the best set of heads. The largest heads of cabbage formed W/n from China, Ranchero F<sub>1</sub> and Red Dynasty F<sub>1</sub>, the smallest - Royal F<sub>1</sub>.*

*During the competitive variety trials in determining the number of leaves, setting and average weight of heads of cabbage, the same results were obtained as in the preliminary variety trial.*

*Taking into account the value of the total yield, it was revealed that in 2022–2023 the hybrid Ranchero F<sub>1</sub> and the W/n variety from China exceeded the standard in terms of total yield. This did not exceed the NCP and was within the experimental error; the Red Dynasty F<sub>1</sub> and Omero F<sub>1</sub> hybrids were the same in terms of total yield as the standard.*

*In preliminary and competitive variety trials for total and marketable yield, the Ranchero F<sub>1</sub>, Omero F<sub>1</sub> and W/n variety from China had higher yields than the standard Primero F<sub>1</sub> hybrid.*

*For cultivation in re-culture, a hybrid Ranchero F<sub>1</sub> and W/n variety from China is recommended.*

**Key words:** variety samples, head of cabbage, setting, marketability, productivity, repeated culture.

### Введение

В последние годы в развитых странах мира уделяется большое внимание организации здорового питания. Во многих странах реализуются концепции государственной политики и программы в области здорового питания населения. Общеизвестно, что овощи являются незаменимым источником большого количества биологически активных веществ, многие из которых антиоксиданты, защищающие организм от окислительного стресса, подавляющие процессы старения и развитие многих заболеваний [4, 6].

В «Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 гг.» в числе приоритетных задач предусмотрено обеспечение всего населения продовольствием и продвижение культуры здорового питания. Уровень производства овощей в Узбекистане значительно превосходит потребительские нормы.

Вместе с тем, следует отметить, что ассортимент овощных культур еще не велик (всего 50 из существующих 1200) и это показывает необходимость его значительного расширения [1, 2]. В организации здорового питания населения важную роль имеет потребление овощных растений семейства Капустные, из которых большое значение представляет краснокочанная капуста, имеющая

в США и европейских странах широкое распространение, и являющаяся для Узбекистана нетрадиционной культурой.

Капуста была введена в культуру более 5 тыс. лет назад. В настоящее время в мире имеется большое разнообразие видов капусты, которые занимают более 15 млн га и находятся на 25 месте среди продовольственных культур. Все разнообразие капусты относится к семейству Капустные (Крестоцветные) *Brassicaceae* Burnet (*Cruciferae* Juss), роду *Brassica* L. По классификации, разработанной Т. В. Лизгуновой (1984), все культивируемые виды капусты объединены в один сложный вид *Brassica oleraceae* L., который включает 5 видов (белокочанная, савойская, цветная, кольраби, листовая) и 3 разновидности (краснокочанная, брокколи, брюссельская) средиземноморско-европейского и 2 вида (пекинская и китайская) восточноазиатского происхождения [5, 6, 7, 8, 10].

В настоящее время белокочанную и краснокочанную капусту объединяют в один вид *Brassica oleraceae* var. *capitata* L., который имеет две формы: белокочанную (*f. alba*) и краснокочанную (*f. rubra*) [9].

Капуста краснокочанная является холодостойкой и светолюбивой культурой. Она наиболее жароустойчива, чем другие виды капусты. Она требует несколько высокой влажности почвы, чем белокочанная капуста и повреждается вредителями в меньшей степени. Нужно отметить, что технология выращивания и сбора урожая капусты краснокочанной такая же, как и у белокочанной. Следует отметить, что вследствие формирования более компактной розетки листьев и габитуса, эту культуру можно высаживать более загущенно [3].

В условиях Узбекистана краснокочанная капуста может возделываться дважды: в весенне-летний и летне-осенний периоды, которые сильно различаются по температурным условиям. В одном случае произрастание растений идет при нарастании температур, а образование кочанов при высоких температурах, а в другом – растения произрастают при спаде температур, а формирование кочанов совпадает с прохладной осенней погодой.

Следует отметить, что в Узбекистане из-под зерновых колосовых и других культур в конце июня – начале июля освобождается более 1 млн. гектаров орошаемых земель, на которых можно выращивать продукцию в повторной культуре, поэтому ценным свойством краснокочанной капусты является ее пригодность для выращивания в летне-осенний период. При летней повторной культуре хорошо развиваются растения, формирующие свой урожай в осенний прохладный период. Как известно, краснокочанная капуста обладает именно такими особенностями.

Как известно, залогом получения повышенного урожая сельскохозяйственных культур является научно обоснованный правильный подбор сорта или гибрида. В Узбекистане подбор сортов краснокочанной капусты не проводился и исследования в этом направлении не выполнялось.

Учитывая это, выполнение исследований по подбору сортов краснокочанной капусты является актуальной научной и практической проблемой. Это и побудило нас провести исследования в данном направлении.

Научные исследования проводились на кафедре плодовоовощеводства и виноградарства Ташкентского государственного аграрного университета. Все полевые опыты закладывались на базе Научно-исследовательского института генетических ресурсов растений, расположенного в Кибрайском районе (41°2' с.ш. и 69°2' в.д.) Ташкентской области.

*Климат* той части Ташкентской области, где проводились полевые опыты, характеризуется повышенным уровнем солнечной радиации, континентальностью со значительными колебаниями температур в суточном и сезонном циклах, сухим и жарким летом, влажной весной и неустойчивой зимой. Продолжительность солнечного сияния составляет 2800–2900 часов в год (360–400 часов в месяц летом и 90–100 часов зимой). Среднегодовая температура воздуха – +13...+14 °С. Среднемесячная температура самого холодного месяца января – -0,4+1,5 °С, самого жаркого июля – +27...+29 °С, абсолютный минимум – -28...-35 °С, абсолютный максимум – +43–44 °С. Количество выпадающих осадков составляет 250–500 мм в год. Основная часть их приходится на зимне-весенний период. Период со снежным покровом составляет в среднем 25–70 дней. Продолжительность безморозного периода составляет более 220 дней. Период с температурой воздуха выше +15 °С составляет 173 дня (начиная с 14 апреля по 5 октября). Сумма эффективных температур выше +15 °С – 1310 °С [3].

Погодные условия в период проведения исследований (2022–2023 гг.) по температурным показателям были несколько выше, чем среднемноголетние.

Небольшие отклонения от среднеголетних показателей по температуре и количеству осадков состояли в следующем:

В 2022 г. март был теплее и суше обычного, а апрель, наоборот, прохладное и дождливее. Май был очень сухим. Июль и август был более жарким, сентябрь был близок к многолетним средним, а октябрь – теплее обычного.

2023 год отличался значительным: повышением температур. Но и октябрь был несколько теплее обычного и без осадков.

Относительная влажность воздуха в течение всего периода исследований была выше многолетних средних показателей. Она повышалась при выпадении осадков и понижалась при высоких температурах.

Почвы экспериментальной базы НИИ генетических ресурсов растений, где проводились полевые опыты – типичные сероземы давнего орошения с мощностью гумусового слоя 0,6–1,0 м, почвы карбонатно-щелочные. Карбонатный горизонт залегает на глубине 50–60 см. По механическому составу они среднесуглинистые. Глубина грунтовых вод составляет 7–8 м и они имеют хороший отток. Почвы, в основном незасоленные.

Земельный участок, где размещались опыты, характеризовался пониженным содержанием гумуса (0,86–1,07 %), валового азота (0,083–0,10 %), валового фосфора (0,092–0,12) и средним содержанием валового калия (1,60–1,80 %). Обеспеченность почвы подвижными формами, согласно принятой классификации, составляет: азотом и фосфором – низкая (11–27 и 18–37 мг/кг) и калием – средняя (200–250 мг/кг).

### Основная часть

Исследования проводились путем проведения полевых опытов по изучению коллекции из 24 сортообразцов (2019 г.), предварительного сортоиспытания 8 сортообразцов (2020–2021 гг.) и конкурсного сортоиспытания 5 образцов (2022–2023 гг.). Изучение коллекции проводилось без повторений, площадь однорядковых делянок – 5 м<sup>2</sup>, сортоиспытания – по методике Государственного сортоиспытания в 4-кратной повторности с площадью четырехрядковых делянок – 16, 8 м<sup>2</sup>. Высадка рассады в грунт проводилась в середине июля. На всех этапах проведенных исследований в качестве стандарта был взят районированный в Республике Узбекистан гибрид Primero F<sub>1</sub>.

В коллекции при проведении исследований были изучены 24 сортообразца капусты краснокочанной, из них 10 сортов (Торогани, Колибос, Сизая голубка, Б/н из Китая, Б/н из Кореи, Цзинзинпун, Ruby Quin, Chou rouge Gros, Черно голова, Лангедейкер) и 14 гибридов (Primero, Rubin, Варна, Марс МС, Rondale, Ranchero, Romanov, Royal, Rococo, Super red, Red Dynasty, Бенефис, Garance).

По результатам изучения коллекции по завязываемости и средней массе товарных кочанов, а также урожайности были выделены следующие сортообразцы: Red Dynasty F<sub>1</sub>, Super red F<sub>1</sub>, Б/н из Китая, Romanov F<sub>1</sub>, Royal F<sub>1</sub>. Вместо со стандартом и гибридом Omero F<sub>1</sub>, популярным на рынке семян в Узбекистане, они были изучены в исследованиях по предварительному сортоиспытанию.

При проведении исследований по предварительному сортоиспытанию было установлено, что все изученные в нем сортообразцы по длине и продолжительности вегетационного периода относятся к группе ранних (от посадки до первого сбора 84–92 дня). Среди них наиболее скороспелым был гибрид Omero F<sub>1</sub>. В этом сортоиспытании наибольшее число листьев прикорневой розетки образовывал Ranchero F<sub>1</sub>, наименьшее – Omero F<sub>1</sub>. Лучшей завязываемостью кочанов отличался сорт Б/н из Китая, худшей – гибрид Royal F<sub>1</sub> и Super red F<sub>1</sub>.

Наиболее крупные кочаны формировали Б/н из Китая, Ranchero F<sub>1</sub> и Red Dynasty F<sub>1</sub>, самые мелкие – Royal F<sub>1</sub> (табл. 1).

Таблица 1. Облиственность, завязываемость и средняя масса кочанов, общий и товарный урожай сортообразцов краснокочанной капусты в предварительном сортоиспытании при повторной культуре (2020–2021 гг.)

№№ п/п	Сортообразцы	Количество листьев, шт/раст	Завязываемость кочанов, %	Сред. масса кочана, кг	Общий урожай		Товарный урожай		
					т/га	% к ст	2020	2021	% к ст
1	Primero F <sub>1</sub> , st	16,8	94,9	1,01	35,9	100	27,1	34,2	100
2	Ranchero F <sub>1</sub>	18,2	90,7	1,17	44,39	123,6	38,05	40,2	128,0
3	Romanov F <sub>1</sub>	17,5	86,4	1,0	29,32	81,6	22,6	24,02	73,0
4	Б/н из Китая	17,3	96,3	1,20	45,76	127,1	42,0	37,05	129,1
5	Royal F <sub>1</sub>	15,6	88,9	0,7	20,05	55,8	14,9	16,02	51,4
6	Red Dynasty F <sub>1</sub>	17,6	90,6	1,14	42,2	117,3	35,1	35,02	114,4
7	Super red F <sub>1</sub>	17,6	90,2	1,07	41,22	115,3	32,18	36,06	112,9
8	Omero F <sub>1</sub>	14,9	92,4	1,01	38,01	105,9	28,32	37,34	107,1
<b>S<sub>x</sub>%</b>							<b>0,75</b>	<b>0,58</b>	
<b>НСР<sub>05</sub></b>							<b>4,3</b>	<b>3,4</b>	

Следует отметить, что величина общего и товарного урожая была прямо пропорциональна средней массе товарного кочана. Поэтому сортообразцы, формировавшие крупные по размеру кочаны, обеспечивали получение более высокого урожая.

Наибольший урожай, как по общий, так и товарный урожай был получен у испытанных сортообразцов в нисходящем порядке: Б/н из Китая, Ranchero F<sub>1</sub> и Red Dynasty F<sub>1</sub>. Значительно уступали стандарту по величине общего и товарного урожая гибриды Romanov и особенно – Royal F<sub>1</sub>. Эти два гибрида и гибрид Super red F<sub>1</sub> не были включены в конкурсное сортоиспытание.

В конкурсное сортоиспытание были включены вместе со стандартом 4 образца: три наиболее урожайных и гибрид Omero F<sub>1</sub>, высокие показатели по завязываемости и товарности полученных кочанов.

При проведении конкурсного сортоиспытания при определении количества листьев, завязываемости и средней массы кочанов были получены такие же результаты, как и в предварительном сортоиспытании. Более облиственными были Ranchero F<sub>1</sub>, Red Dynasty F<sub>1</sub> и Б/н из Китая, наименее – Omero F<sub>1</sub>. Лучшими показателями по завязываемости кочанов отличались Б/н из Китая и Omero F<sub>1</sub>, наиболее крупные кочаны формировали Ranchero F<sub>1</sub> и Б/н из Китая.

При сопоставлении величины общего урожая было установлено, что в 2022 году гибрид Ranchero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая превышали по этому показателю стандартный вариант на 2,0–2,4 т/га. Это не превышало НСР и было в пределах ошибки опыта, гибриды Red Dynasty F<sub>1</sub> и Omero F<sub>1</sub> по величине общего урожая были одинаковы со стандартом.

В 2023 году Ranchero F<sub>1</sub> и Б/н из Китая достоверно превышали стандартный вариант по величине общего урожая. Гибриды Red Dynasty F<sub>1</sub> и Omero F<sub>1</sub>, как и в 2022 году сформировали одинаковый по величине со стандартным вариантом урожай.

В среднем за два года исследований по величине общего урожая выделились гибрид Ranchero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая (табл. 2).

Таблица 2. **Общий и товарный урожай сортообразцов краснокочанной капусты при повторной культуре**

№№ п/п	Сортообразцы	Общий урожай, т/га				Товарный урожай, т/га			
		2022	2023	сред.	в % к st	2022	2023	сред.	в % к st
1	Primerо F <sub>1</sub> , st	38,3	37,6	38,0	100	33,7	26,1	29,9	100
2	Ranchero F <sub>1</sub>	40,7	44,8	42,8	112,6	35,8	32,8	34,3	128,9
3	Б/н из Китая	40,3	40,3	40,3	106,1	33,9	27,6	30,8	103,0
4	Red Dynasty F <sub>1</sub>	37,7	36,3	37,0	97,4	33,1	25,6	29,4	98,3
5	Omero F <sub>1</sub>	38,1	38,5	38,2	100,5	33,5	29,9	31,7	106,0
<b>S<sub>x</sub>%</b>		<b>0,45</b>	<b>0,25</b>			<b>0,84</b>	<b>0,66</b>		
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,6</b>	<b>1,4</b>			<b>4,9</b>	<b>3,8</b>		

По показателям величины товарного урожая, кроме Ranchero F<sub>1</sub> и Б/н из Китая, выделялся и гибрид Omero F<sub>1</sub>, который имел более высокую величину выхода товарных кочанов из общей массы урожая.

Принимая во внимание показатели величины общего и товарного урожая в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях, можно считать, что гибриды Ranchero F<sub>1</sub>, Omero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая были более высокоурожайны, чем стандартный вариант, а гибрид Red Dynasty F<sub>1</sub> формирует одинаковый по величине со стандартным вариантом урожай.

### **Заключение**

Проведенные предварительное и конкурсное сортоиспытание позволяют сделать следующие выводы:

1. Наибольшей облиственностью выделяются Ranchero F<sub>1</sub>, Б/н из Китая и Red Dynasty F<sub>1</sub>, наименьшей – Omero F<sub>1</sub>.
2. Лучшей завязываемостью кочанов отличаются Б/н из Китая и Omero F<sub>1</sub>, худшей - Red Dynasty F<sub>1</sub>.
3. Наиболее крупные кочаны формируют Ranchero F<sub>1</sub> и Б/н из Китая, наиболее мелкие - Omero F<sub>1</sub>.
4. Стандартный вариант по общей и товарной урожайности превосходят Ranchero F<sub>1</sub>, Б/н из Китая и Omero F<sub>1</sub>.
5. Для выращивания при летней повторной культуре рекомендуется использовать гибрид Ranchero F<sub>1</sub> и сорт Б/н из Китая.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Стратегия развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 гг. утвержденная Указом Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 г. № УП-5853.

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О дальнейшем совершенствовании реализуемых мер в области здорового питания населения Республики Узбекистан» от 25 апреля 2015 года.
3. Бондаренко, Г. Л., Плешков К. К. Капуста краснокочанная // Все об огороде. – Киев, Урожай, 2000. – С. 130–131.
4. Зуев, В. И., Мавлянова Р. Ф., Дусмуратова С. И., Буриев Х. Ч. Овощи – это пища и лекарство. – Ташкент, Навруз, 2016. – 216 с.
5. Иванова, М. И., Ковылин В. М. Пищевая ценность и качество сортов цветной капусты. // Картофель и овощи. – Москва, 2000. – № 2. – С. 10–11.
6. Кононков, П. Ф., Гинс М. С. Овощи – это пища и лекарство // Картофель и овощи. – Москва, 2005. – № 6. – С. 22–24.
7. Пивоваров, В. Ф., Кононков П. Ф., Никульшин В. П. Значение овощей как продуктов питания. // Овощи-новинки на вашем столе. – Москва, ВНИИССОК, 1995, – С. 8–33.
8. Domblides, E. A., Smykova N. A., Shumilina V. S., Zayachrjvskaya T. V., Vjurts T. S., Kozar E. V., Kan L. Yu., Romanov V. S., Domblides A. S., Pivovarov V. F., Soldatenko A. F. Biotechnological approaches for breeding programs in vegetable crops. // Agrosym 2017, Dook of proceeding. 2017. – P. 452–460.
9. Piccaglia, R., Mauro Marotti and Guido Baldoni. Factors influencing anthocyanin content in red cabbage (*Brassica oleraceae* var *capitata* L. f. *rubra* (L) Thell). // Journal of the Science of food and agriculture. – volume 82, Issue 13, October 2002. – P. 1504–1509.
10. Qustafsson M. *Brassica oleraceae* and its wild alies. Diversity and in situ conservation. // Bot. Lithuan, 1999. – P. 53–59.

## МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 537.634:620.263

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

К. В. ЩУРИН, А. П. КАРЛЮК

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220012, e-mail: tteng@mail.ru; karlyuk.aleksej@yandex.ru

(Поступила в редакцию 27.11.2023)

*Проведен анализ эффективности применения внешних малоэнергетических воздействий на улучшение эксплуатационных свойств немагнитных жидкостей. Показаны технико-технологические и экономические преимущества метода магнитной активации жидких сред с использованием постоянных неодимовых магнитов. Разработаны методика реализации рациональных магнетотропных параметров и новые авторские конструкции магнитных активаторов, создающих переменное магнитное поле постоянными магнитами путем комбинирования ориентации их полюсов, что обеспечивает разрушение молекулярных кластеров и дефрагментацию молекул горючего для обеспечения свободного доступа кислорода в процессе сгорания. Рассмотрены методы косвенной оценки эффективности процесса магнитной активации немагнитных жидких сред, и в качестве приоритетного рекомендован метод сравнительной оценки вязкости рабочей жидкости до активации и после неё. Предложен план проведения дальнейших экспериментальных исследований в условиях стендовых и эксплуатационных испытаний дизельных двигателей мобильных транспортно-технологических машин. Планируется поэтапное внедрение магнитных активаторов в топливные системы двигателей в процессе капитального ремонта с дальнейшей подконтрольной эксплуатацией и передачей доработанной документации на заводы-изготовители двигателей. Ожидаемый эффект от внедрения активаторов – снижение расхода топлива на 8–12 % и уменьшение на 10–15 % вредных выбросов, прежде всего, оксидов углерода и азота.*

**Ключевые слова:** тепловые двигатели, углеводородные топлива, теплотворная способность, молекулярные кластеры, неспецифическое физическое воздействие, диамагнетика, энергия связей, малоэнергетические воздействия, неодимовый магнит, магнитная активация, вязкость.

*An analysis of the effectiveness of using external low-energy influences to improve the operational properties of non-magnetic fluids was carried out. The technical, technological and economic advantages of the method of magnetic activation of liquid media using permanent neodymium magnets are shown. A method for implementing rational magnetotropic parameters and new proprietary designs of magnetic activators have been developed that create an alternating magnetic field with permanent magnets by combining the orientation of their poles, which ensures the destruction of molecular clusters and defragmentation of fuel molecules to ensure free access of oxygen during the combustion process. Methods for indirectly assessing the effectiveness of the process of magnetic activation of non-magnetic liquid media are considered, and a method of comparative assessment of the viscosity of the working fluid before and after activation is recommended as a priority. A plan has been proposed for further experimental research under conditions of bench and operational testing of diesel engines of mobile transport and technological machines. It is planned to gradually introduce magnetic activators into engine fuel systems during the overhaul process with further controlled operation and transfer of revised documentation to engine manufacturers. The expected effect from the introduction of activators is a reduction in fuel consumption by 8–12 % and a reduction in harmful emissions, primarily carbon and nitrogen oxides, by 10–15 %.*

**Key words:** heat engines, hydrocarbon fuels, calorific value, molecular clusters, nonspecific physical effects, diamagnetic materials, bond energy, low-energy effects, neodymium magnet, magnetic activation, viscosity.

#### Введение

Необратимое снижение запасов углеводородного сырья, сопровождающееся постоянным повышением стоимости, обуславливает необходимость повышения эффективности его использования, в первую очередь продуктов передела – углеводородных топлив. Следует констатировать, что в этой области достигнуты результаты, близкие к максимально ожидаемым. КПД ДВС за предшествующие 25–30 лет увеличился более чем в 1,5 раза и превысил 50 %, что в первую очередь связано с совершенствованием методов расчета и проектирования, развитием электронных управляющих систем и постоянным ужесточением требований к качеству материалов, технологий изготовления деталей и

процессов сборки. В настоящее время дальнейшие высокие темпы повышения энергетических и экологических показателей тепловых двигателей для их сложившихся рабочих процессов представляются маловероятными [1].

Основной характеристикой качества топлива, формирующей показатели его энергетической и экологической эффективности, является теплотворная способность, которая преимущественно зависит от полноты сгорания топлива. Применительно к жидким топливам величина низшей теплотворной способности  $Q_n$  (МДж/кг) определяется по эмпирической формуле Д. И. Менделеева:

$$Q_n = 0,339[C] + 1,256[H] + 0,109[S] - 0,109[O] - 0,025[W], \quad (1)$$

где в скобках указано процентное массовое содержание соответствующих химических элементов – углерода, водорода, серы, кислорода и влаги  $W$  в составе топлива; 0,339, 1,256, 0,109 – теплоты сгорания, необходимые для сжигания 1 % соответствующего элемента.

Ключевым моментом анализа теплотворной способности топлива является необходимость учета того, что формула Д. И. Менделеева справедлива только при выполнении условия свободного доступа кислорода ко всем молекулам горючего. Это условие практически реализуется с помощью внешних малоэнергетических воздействий, исследованию которых посвящены работы [1–9].

Очевидно, основной задачей повышения энергетической и экологической эффективности является повышение теплотворной способности топлива путем дефрагментации молекулярных кластеров до выделения отдельных молекул.

Малоэнергетические внешние воздействия позволяют без заметных дополнительных энергетических затрат или с использованием внутренних резервов вещества перестраивать его структуру. В результате достигаются эффекты, соответствующие увеличению или, напротив, снижению упорядоченности в надмолекулярной структуре веществ. При этом чаще всего используют введение присадок и внешние физические воздействия – ультразвуковые, электрические, электромагнитные, магнитные и другие [5–9], позволяющие повысить степень упорядоченности внутримолекулярных и надмолекулярных структур.

Это способствует достижению *цели настоящего исследования – повышению КПД двигателя и снижению количества вредных компонентов выхлопных газов за счет увеличения полноты сгорания топлива* посредством его физико-химической активации с выделением дополнительной тепловой энергии и, как следствие, увеличением энтальпии рабочих процессов.

#### **Основная часть**

Среди названных малоэнергетических физических воздействий в наибольшей степени апробированы ультразвуковые, электромагнитные и магнитные методы.

В [6, 7] рассмотрены методы и средства внешних ультразвуковых воздействий на дизельное топливо, реализующие кавитационный эффект обработки как эффективный способ безреагентной модификации топлива, позволяющий в значительной степени улучшить его физико-химическую структуру, в первую очередь, фракционный состав, обеспечивающий снижение вязкости и депарафинизации топлива. Это приводит к увеличению цетанового числа, улучшению прокачиваемости и фильтруемости топлива до 20 %, снижению температуры вспышки на 12 %, снижению коксуемости на 10 %, повышению коррозионной стойкости. Кроме этого, кавитация сопровождается и частичным разрушением самих молекул с образованием свободных радикалов, что дополнительно инициирует повышение теплотворной способности в процессе сгорания топлива.

Магнитная обработка (активация) жидкого углеводородного топлива является наиболее предпочтительной по совокупности определяющих технико-экономических показателей. Аккумулированная в постоянных магнитах энергия магнитного поля является одним из самых эффективных, экономичных и доступных видов энергии. Во многих областях человеческой деятельности (в том числе в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, теплоэнергетике, коммунальном хозяйстве и т.д.) накоплен большой положительный опыт использования постоянных магнитных полей, создаваемых специальными устройствами – магнитотронами или магнитоактиваторами, которые действуют на неферромагнитные вещества, имеющие различную физико-химическую природу [5, 8–10]. Широкое использование энергии постоянного магнитного поля ограничено недостаточной теоретической проработкой проблемы действия сил магнитного поля из-за сложности структурных и энергетических превращений, протекающих в веществах различного строения на микро- и макроуровне. Поэтому дальнейшее изучение поведения немагнитных жидкостей в постоянном магнитном поле позволяет расширить и углубить наши познания в вопросах, рассматривающих влияние магнитных полей на свойства структурированных неферромагнитных систем.

Таким образом, основной задачей повышения энергетической эффективности – теплотворной способности топлива – является дробление молекулярных кластеров до выделения отдельных молекул.

Задачей следующего уровня для повышения теплотворной способности топлива является дефрагментация молекул на свободные радикалы и атомы. При воздействии магнитных полей с оптимальными значениями магнитотропных параметров в структуре топлива возникают различные радикалы, жидкая фаза частично преобразуется в газообразную, выделяется свободный водород, из метана образуется метил, из этана – этил, из бутана – бутил и т.д. Свободные радикалы – это сравнительно устойчивые фрагменты органических соединений, в которых отсутствует один атом водорода, т.е. радикалы имеют отрицательный электрический заряд и меньшую химическую устойчивость. Рациональное изменение магнитотропных параметров процесса активации имеет своей целью повышение выделяемой тепловой энергии за счет полноты сгорания.

В нашем случае для разрушения кластеров и внутримолекулярных связей используется энергия магнитного поля (ЭМП).

На рис. 1 показаны этапы воздействия магнитного поля на единичный диполь.

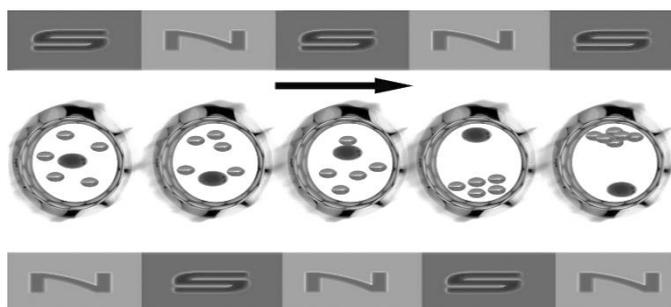


Рис. 1. Движение молекулы в переменном магнитном поле

Во-первых, магнитное поле снимает электростатический заряд с топлива, который оно получило при протекании в топливных магистралях и меняет его структуру. Во-вторых, изменяется вязкость и все параметры, входящие в нее: диэлектрическая проницаемость, поверхностное натяжение жидкости, константы горения, растворимость кислорода в топливе и т.д. В-третьих, при поляризации происходит упорядочение ориентаций спиновых и орбитальных моментов хаотично движущихся молекул. И, в-четвертых, благодаря переменному магнитному полю ассоциаты-кластеры, совершая колебательные движения, разрушаются на отдельные диполи, которые быстрее вступают в реакцию горения. При этом также высвобождаются свободные радикалы и отдельные элементы молекулы, что дополнительно повышает теплотворную способность.

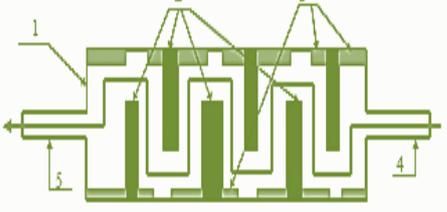
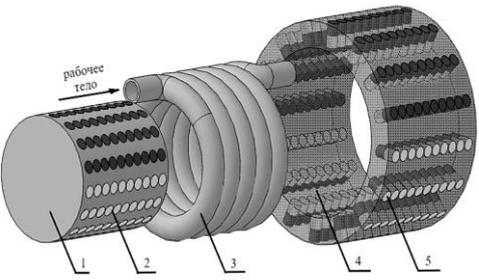
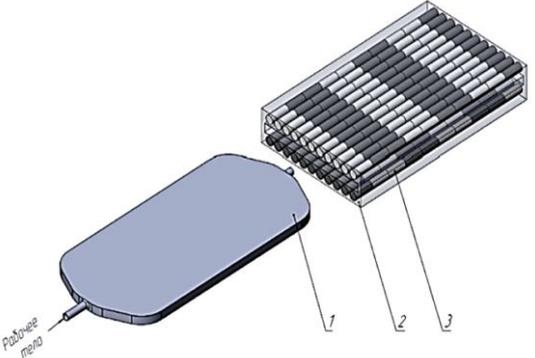
Все вышеперечисленные факторы влияют на достижение поставленной цели – увеличение энергетических и экологических показателей сгорания топлива за счет полноты сгорания его компонентов.

При расчетах аппаратов для магнитной активации в [1, 5] и других работах наиболее существенными полагают следующие магнитотропные параметры: напряженность магнитного поля (МП); градиент напряженности МП; время экспозиции в МП; количество пересечений разнонаправленного МП активируемой жидкостью; скорость протекания жидкости в МП.

Полимерные цепочки органического топлива, проходя через магнитное поле переменной полярности, совершают колебательные движения и разрываются, увеличивая количество активных сторон молекул, одновременно вступающих в процесс окисления.

В настоящее время созданы многочисленные конструкции аппаратов магнитной активации топлив, функционирующие как на электромагнитном принципе, так и на создании МП постоянными магнитами с периодической сменой полярности. Известные конструкции аппаратов для магнитной активации жидкостей (АМАЖ) имеют низкий коэффициент использования рабочего объема (КИРО), равный отношению длины зон, в которых происходит активация, к общей длине рабочей части аппарата, и не превышающий 0,75–0,8. При скорости протекания топлива 0,5–1,0 м/с время экспозиции в магнитном зазоре – не более 0,2 с. Для увеличения времени экспозиции конструктивно реализуют либо увеличение длины рабочей зоны АМАЖ, либо снижение скорости движения жидкости путем локального увеличения сечения трубопровода. На основе данной концепции нами реализованы и запатентованы конструкции АМАЖ [1], во многом свободные от перечисленных недостатков (табл. 1).

Таблица 1. Улучшенные конструкции аппаратов для магнитной активации жидкостей

Конструкция, патент	Преимущества и недостатки	Примечания
 <p>1 – неферромагнитный корпус; 2 – магниты; 3 – неферромагнитные крепежные пластины; 4 – входной патрубок; 5 – выходной патрубок (патент 2411190 РФ, МПК G 02 F 1/48 «Магнитный активатор жидких сред», авторы – В. А. Помазкин, К. В. Щурин, Е. В. Цветкова)</p>	<p><i>Преимущества:</i> КИРО более 2,5; время экспозиции в МП – более 2 с.</p> <p><i>Недостаток</i> – турбулентность потока с кавитационными явлениями</p>	<p>Поток рабочей жидкости зигзагообразно движется в оптимальных по напряженности магнитных полях, пересекая магнитные силовые линии под углом, близким к 90°, и находится под воздействием магнитного поля большой промежуток времени</p>
 <p>1 – внутренняя обойма с магнитами 2; 3 – спиральный трубопровод; 4 – внешняя обойма с магнитами 5 (патент № 2693158 РФ «Аппарат магнитной активации жидкостей», авторы – К. В. Щурин, И. Г. Панин, А. А. Фокин)</p>	<p><i>Преимущества:</i> ламинарное движение потока жидкости под углом 90° к силовым линиям магнитного потока; КИРО свыше 20</p>	<p>Переменное магнитное поле создается изменением полярности магнитов на противоположную через определенные угловые промежутки – секторы, содержащие заданное количество магнитов</p>
 <p>1 – расширительная емкость с патрубками; 2 – кассета с магнитами 3 (патент № 2703837 РФ «Магнитный активатор», авторы – К. В. Щурин, И. Г. Панин, А. А. Фокин)</p>	<p><i>Преимущества:</i> ламинарное движение потока жидкости под углом 90° к силовым линиям магнитного потока; увеличение времени экспозиции жидкости в магнитном поле в 20–25 раз</p>	<p>Переменное магнитное поле создается изменением полярности магнитов на противоположную через определенные промежутки, равные длине магнита</p>

В [8] приведены результаты исследований по изменению свойств бензина в результате его магнитной активации. При этом зафиксировано снижение расхода топлива около 10 % и снижение в выхлопных газах количества окислов углерода и азота – более 12 %.

На рис. 2 [2, 9] показаны результаты расчета по приведенной здесь методике, связанные с изменением теплотворной способности бензина АИ-92 в зависимости от глубины активации. Мы полагаем, что рациональная глубина активации должна обеспечивать повышение теплоты сгорания в диапазоне 7–15 %, поскольку при большей дефрагментации исходной молекулы возникает опасность ухудшения тепловых и трибологических режимов ДВС.

Исходная молекула Теплота сгорания $\Delta Q$ (кДж/моль)	Состав фракций после активации	Суммарная теплота сгорания преобразованного топлива $\Delta Q$ (кДж/моль)
$C_8H_{18}$  $\Delta Q = 5470$	$C_4H_8 + 2C_2H_4$ $C_2H_4$	$\Delta Q = 5607$ $\Delta = 7\%$
	$C_2H_2$ $2C_2H_4$ $2CH_4$	$\Delta Q = 5900$ $\Delta = 15\%$
	$C_3H_6$ $0,5C_2H_4$ $2C_2H_2$ $3CH_4$	$\Delta Q = 5975$ $\Delta = 18\%$
	$2C_2H_2$ $2C_2H_4$ $2H_2$ $0,5C_2H_4$ $0,5C_2H_2$ $0,5H_2$ $3CH_4$ $3H_2$	$\Delta Q = 8387$ $\Delta = 28\%$

Рис. 2. Основные преобразования молекул бензина АИ-92 в магнитном поле при изменении магнитотропных параметров

### Заключение

Основной задачей обеспечения процесса магнитной активации немагнитных жидкостей, в том числе углеводородных топлив, является подбор и реализация магнитотропных параметров активатора, адекватных поставленной цели, – улучшению эксплуатационных (потребительских) свойств веществ. В соответствии с изложенной методикой этапами решения задачи являются:

- 1) определение основных показателей потока активированной жидкости – удельный расход, скорость потока, ориентация относительно силовых линий МП;
- 2) подбор магнитов с необходимой плотностью энергии магнитного поля;
- 3) выбор конструктивной схемы магнитного активатора, характеристики которого обеспечат разрыв межмолекулярных и внутримолекулярных связей;
- 4) определение способа косвенной оценки эффективности активации;
- 5) проведение лабораторных и эксплуатационных испытаний активатора с корректированием его расчетных магнитотропных параметров.

В настоящее время в БГАТУ проводится целевая инициативная НИОКР, реализующая перечисленные этапы и направленная на повышение энергетических и экологических показателей дизельных ДВС. По предварительной оценке, повышение топливной экономичности ожидается не менее 10 %, а снижение выбросов  $CO_x$  и  $NO_x$  – не менее, чем на 15 %.

По завершении программы лабораторных испытаний планируется необходимая доработка конструкции магнитного активатора и его введение в топливные системы ДВС транспортно-технологических машин в процессе их капитального ремонта с проведением эксплуатационных испытаний и последующей передачей документации на заводы-изготовители ДВС.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Щурин, К. В., Жданко Д. А. Магнитная активация топлива как эффективный способ повышения энергетических и экологических показателей ДВС // Агропанорама. – 2021. – №3 (145). – С. 28–33.
2. Щурин, К. В., Панин И. Г. Изменение свойств немагнитных жидкостей в переменном магнитном поле // «Информационно-технологический вестник» – 2017. – № 1. – С. 103–114.
3. Манаков, Н. А., Щурин К. В., Цветкова Е. В. Улучшение эксплуатационных показателей автомобильных двигателей в результате магнитной активации топлива // «Естественные и технические науки» – № 2. – 2012. – С. 484–486.
4. Помазкин, В. А. Неспецифические воздействия физических факторов на объекты биотехносферы: Монография. – Оренбург, ОГУ, 2001. – 340 с.
5. Егоров, И. Н. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях сельскохозяйственного производства: дис. ... канд. техн. наук: Великолукский СХИ. – Великие Луки, 1983. – 292 с.
6. Василевский, А. В. Способ улучшения пусковых качеств дизельных двигателей в условиях низких температур посредством ультразвуковой кавитационной обработки дизельного топлива: автореф. дис. ... канд. техн. наук: Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени В. Ф. Маргелова (военный институт). – Рязань, 2012. – 18 с.
7. Лоскутова, Ю. В. Влияние магнитного поля на реологические свойства нефтей: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.13. – Томск, 2003. – 138 с. – РГБ ОД, 61:04-2/441.
8. Карлюк, А. П., Карлюк И. П., Щурин К. В. Ультразвуковой метод повышения теплотворной способности топлив для дизельных двигателей внутреннего сгорания // Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием // «Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении» – № 7. – 2022. – С. 78–3. г. Курск.
9. Щурин, К. В., Карлюк А. П., Паныш Ю. Н. Прикладные методы магнитной активации жидких диамагнетиков // Сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции // Современные материалы, техника и технология – 2022. – С. 427–433.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ БИЧА К ПЛОСКОСТИ ДИСКА РОТОРНО-БИЛЬНОГО ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО АППАРАТА

М.В. ЦАЙЦ, В. А. ЛЕВЧУК, В. О. КОЦУБА, А. В. ШИК, Д. Ю. БОСАК, И. А. САВЧЕНКО

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 04.01.2024)

*Несмотря на имеющиеся преимущества, льноводство Республики Беларусь в течение последних лет отставало в своем развитии. Это обусловлено значительной трудоемкостью возделывания льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов. Разработка высокопроизводительных, надежных, с высокими показателями качества работы машин для условий Республики Беларусь сдерживается отсутствием научно обоснованных конструкторских и технологических решений.*

*В статье обоснована зависимость геометрических параметров бичей предложенного роторно-бильного аппарата от угла перекоса стеблей в ленте льна.*

*Приведена методика определения и результаты лабораторно-полевых исследований угла перекоса стеблей льна в ленте, формируемой рабочими органами льноуборочного комбайна, в зависимости от высоты тербления и скорости движения.*

*В результате исследований установлено, что стебли отклоняются как в сторону по ходу движения, так и в сторону против движения ленты льна. Определены значения углов перекоса стеблей в ленте льна. Произведена проверка на подчинение опытных данных нормальному закону распределения для выяснения применимости к ним параметрических методов исследования. Проверка производилась по критерию хи-квадрат. В результате этого было установлено, что данные не подчиняются нормальному закону распределения и носят случайный характер. Установлено, что значения перекоса стеблей в ленте подчиняются закону нормального распределения в случае их группировки по факторам: высота тербления и скоростной режим работы. Установлено, что 97 % значений углов перекоса  $\xi$  стеблей льна не превышают угол +12 град. (0,188 рад).*

**Ключевые слова:** лен, роторно-бильный аппарат, геометрические параметры, бичи, семенная часть, обмолот, очес, лента льна, комбайновая технология.

*Despite the existing advantages, flax growing in the Republic of Belarus has lagged behind in its development in recent years. This is due to the significant labor intensity of flax cultivation and the insufficient level of mechanization of a number of technological processes. The development of highly productive, reliable, high-quality machines for the conditions of the Republic of Belarus is hampered by the lack of scientifically based design and technological solutions.*

*The article substantiates the dependence of the geometric parameters of the whips of the proposed rotary beater on the angle of skew of the stems in the flax band.*

*The method for determining and the results of laboratory and field studies of the skew angle of flax stems in the belt formed by the working parts of a flax harvester, depending on the pulling height and movement speed, is presented.*

*As a result of the research, it was established that the stems deviate both to the side in the direction of movement and to the side against the movement of the flax band. The values of the skew angles of the stems in the flax band were determined. A check was made to ensure that the experimental data obey the normal distribution law to determine the applicability of parametric research methods to them. The test was carried out using the chi-square test. As a result of this, it was found that the data did not obey the normal distribution law and were random in nature. It has been established that the values of the skew of the stems in the band obey the law of normal distribution in the case of their grouping by factors: pulling height and operating speed. It has been established that 97 % of the skew angles  $\xi$  of flax stems do not exceed an angle of +12 degrees (0.188 rad).*

**Key words:** flax, rotary beater, geometric parameters, whips, seed part, threshing, stripping, flax band, combine technology.

### Введение

От уровня совершенства технологического процесса отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей зависит качество получаемых льносоломки и вороха льна. На характер воздействия рабочих органов обмолачивающего аппарата на стебли льна оказывают существенное влияние геометрия рабочего органа (бича). Предложенная в УО БГСХА конструктивно-технологическая схема роторно-бильного аппарата [1, 2] в качестве рабочих органов, разрушающих и отделяющих семенную часть от стеблей использует бичи сложной формы. При работе роторно-бильного аппарата захваченная бичом порция стеблей, льна протаскивается в молотильное пространство, сформированное бичами ротора и боковой декой. Форма и размер бича определяют объем захватываемой порции стеблей льна, а также характер взаимодействия бича со стеблями.

Научно обоснованное совершенствование и создание новых технических средств для механизации процессов в льноводстве требует глубокого изучения физико-механических и технологических свойств стеблей и лент льна. Необходимость изучения механико-технологических свойств этой культуры диктуется дополнительно ее высокой чувствительностью к механическим воздействиям и легкой повреждаемостью при взаимодействии с рабочими органами льноуборочных машин. В связи с

этим разработка новых технических средств с рациональными параметрами для механизации технологических процессов в льноводстве тесно связано со свойствами льна-долгунца. Эти свойства характеризуются совокупностью показателей, учитывающих строение растения, его сопротивление воздействию на него нагрузкам, поведение его при различных деформациях и разрушении, содержание влаги, трение о рабочие поверхности и др. Исследованиями технологических параметров стеблей и лент льна влияющих на протекание процессов осуществляемых при проведении уборки льна занимались многие ученые. Исследованием свойств стеблей при растяжении занимались Н. М. Чиликин, И. В. Крагельский [3], Г. А. Хайлис [4, 5], Н.Н. Быков [6], С. В. Курзенков, В. А. Левчук и М. В. Цайц [7, 8, 9]. М. М. Ибрагим и Г. А. Аверьяновой [10] дополнительно исследовано двухосное сжатие одиночного стебля. Исследованием сжатия и определения упругих свойств массы стеблей занимались Г. А. Хайлис [4, 5], Б. П. Можаров [3], Г. А. Аверьянова [10], В. С. Брик, В. Е. Логинов, А. В. Писарчик. Они определили сопротивление стеблей, расположенных в ряд. Н. Н. Быковым рассмотрено поперечное сжатие слоя стеблей [6].

Сопротивление стеблей льна излому изучали А. В. Писарчик Г. А. Хайлис [4, 5], Ю. Г. Морозов [11]. Изгиб одиночных стеблей и их слоя в профилированных ремнях исследовал Н. Н. Быков [6].

А. Н. Зинцов предложил зависимость к определению влияния угла перекоса  $\xi$  стеблей льна в ленте на плотность  $\rho_{ст}$  ленты льна [12].

Цель исследований: обосновать зависимость угла наклона боковой поверхности бича к плоскости диска роторно-бильного обмолачивающего аппарата от угла перекоса стеблей в ленте льна; установить зависимости угла перекоса стеблей в ленте льна от высоты тербления и рабочей скорости льноуборочного комбайна.

#### Основная часть

При комбайновом способе уборки льна-долгунца обмолоту подвергается лента стеблей льна, сформированная рабочими органами комбайна. На параметры формируемой ленты оказывают влияние агробιοлогические свойства стеблестоя, конструктивные особенности тербильного аппарата, параметры и режим работы уборочного агрегата. Формируемая лента стеблей льна (рис. 1) характеризуется растянутостью  $\mu$ , относительным сдвигом стеблей в ленте  $\zeta$ , а также углом перекоса стеблей в ленте  $\xi$  [3, 4, 6].

При работе роторно-бильного аппарата лента стеблей льна подводится к ротору с бичами. Ротор совместно с боковой декой образует молотильное пространство, в которое протаскивается захваченная бичом порция стеблей льна. Поскольку стебли в ленте льна расположены с перекосом  $\xi$ , то воздействие на них рабочими органами обмолачивающего аппарата происходит по-разному.



Рис. 1. Основные параметры ленты стеблей льна

Из схемы (рис. 2) видно, что стебель льна  $s_1$ , который ориентирован верхней частью вперед по ходу движения, будет подвержен последовательному воздействию бичами по мере поступления в молотильное пространство – сначала бичи воздействуют на верхушечную часть, а затем на среднюю.

Прямой не перекошенный в ленте стебель  $s_2$  попадет под воздействие бичей всей длиной и его изгиб, произойдет у периферийной части ротора. Стебель льна  $s_3$ , ориентированный верхней частью назад по ходу движения, в первую очередь попадет под воздействие бича своей средней частью и будет подвержен излому. Комлевая часть стебля жестко зажата, и удерживается зажимным транспортером, в то время как верхушечная его часть лежит на подводящем столе, а бич, воздействуя на стебель в средней его части, изгибает стебель вниз.

Для исключения изламывающего воздействия рабочих органов обмолачивающего аппарата на стебли льна необходимо уменьшить высоту бича к периферии ротора, т. е. обеспечить продольный угол наклона боковой поверхности бича к плоскости вращения (плоскости диска).

$$\beta_6 \geq \xi, \quad (1)$$

где  $\xi$  – угол перекоса стеблей в ленте льна, рад.

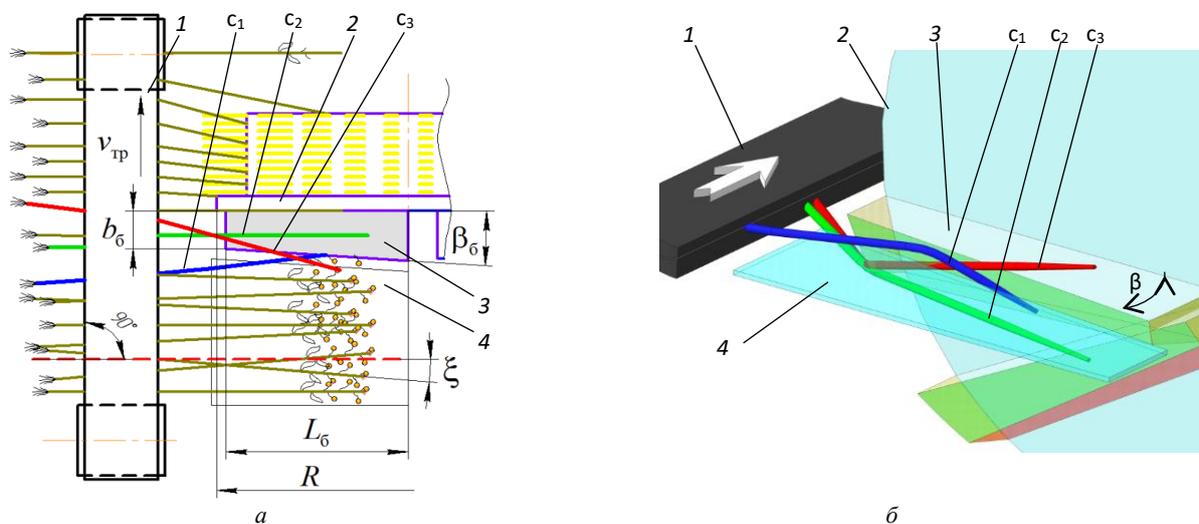


Рис. 2. Схема к обоснованию угла наклона боковой поверхности бича

к плоскости диска: *a* – схема взаимодействия бича со стеблями льна; *б* – пространственная схема взаимодействия стеблей льна с бичом; 1 – зажимной транспортер; 2 – ротор; 3 – бич; 4 – подающий стол; 5 – щетка

На основании анализа исследований параметров ленты льна [13, 14] установлено, что на перекоос стеблей оказывают влияние кинематический показатель режима работы льноуборочного комбайна, а также высота установки терибильного аппарата. Для определения влияния кинематического показателя режима работы агрегата на угол  $\xi$  исследовалась лента льна, полученная при различных режимах работы льноуборочного комбайна:  $v_m = 6,03$  км/ч,  $v_m = 7,14$  км/ч,  $v_m = 8,11$  км/ч,  $v_m = 9,44$  км/ч. Для определения влияния высоты тербления льна на параметр  $\xi$  тербление выполняли на высоте 0,2, 0,3 и 0,4 м.

Определение угла  $\xi$  перекооса стеблей в ленте льна осуществляли следующим образом. На льноуборочном комбайне «Двина 4М» был отключен привод очесывающего аппарата, а очесывающий модуль выдвинут максимально вперед. Таким образом исключалось воздействие очесывающего аппарата на формируемую рабочими органами льноуборочного комбайна ленту. Определение угла  $\xi$  перекооса стеблей производили в ленте льна, зажатой зажимным транспортером льноуборочного комбайна, с помощью оптического угломера УО-2 ГОСТ 11197–73 1-го класса точности. Для этого был выбран участок льна с густотой стеблестоя 1630 шт/м<sup>2</sup> и средней высотой – 0,97 м. Для более точного определения угла  $\xi$  перекооса ленты льна агрегат останавливали при установившемся режиме работы и производили измерения на ленте, находящейся в зажимном транспортере.

В результате проведенных исследований установлено, что стебли отклоняются как в сторону по ходу движения «–», так и в сторону против движения «+» ленты льна. С целью определения однородности полученных значений была выполнена нормировка опытных данных, состоящая в вычислении стандартного отклонения от их среднего арифметического значения и в пересчете данных в этой шкале. В результате такого преобразования была получена шкала стандартных отклонений, где некоторые значения выделялись как по знаку, так и по абсолютной величине от остальных (интервал значений был от –17 до +14). Но эти значения не превышали двух стандартных отклонений, поэтому их можно считать принадлежащими одной общей совокупности. Далее была произведена проверка на подчинение опытных данных нормальному закону распределения для выяснения применимости к ним параметрических методов исследования. Проверка производилась по критерию хи-квадрат. В результате этого было установлено, что данные не подчиняются нормальному закону распределения и носят случайный характер (рис. 3).

В результате группировки результатов исследований по факторам (высоте тербления и скоростному режиму работы МТА) было установлено, что такие группы подчиняются закону нормального распределения при вероятности 0,05 и степени свободы 28. Эмпирический показатель хи-квадрат приведен в таблица.

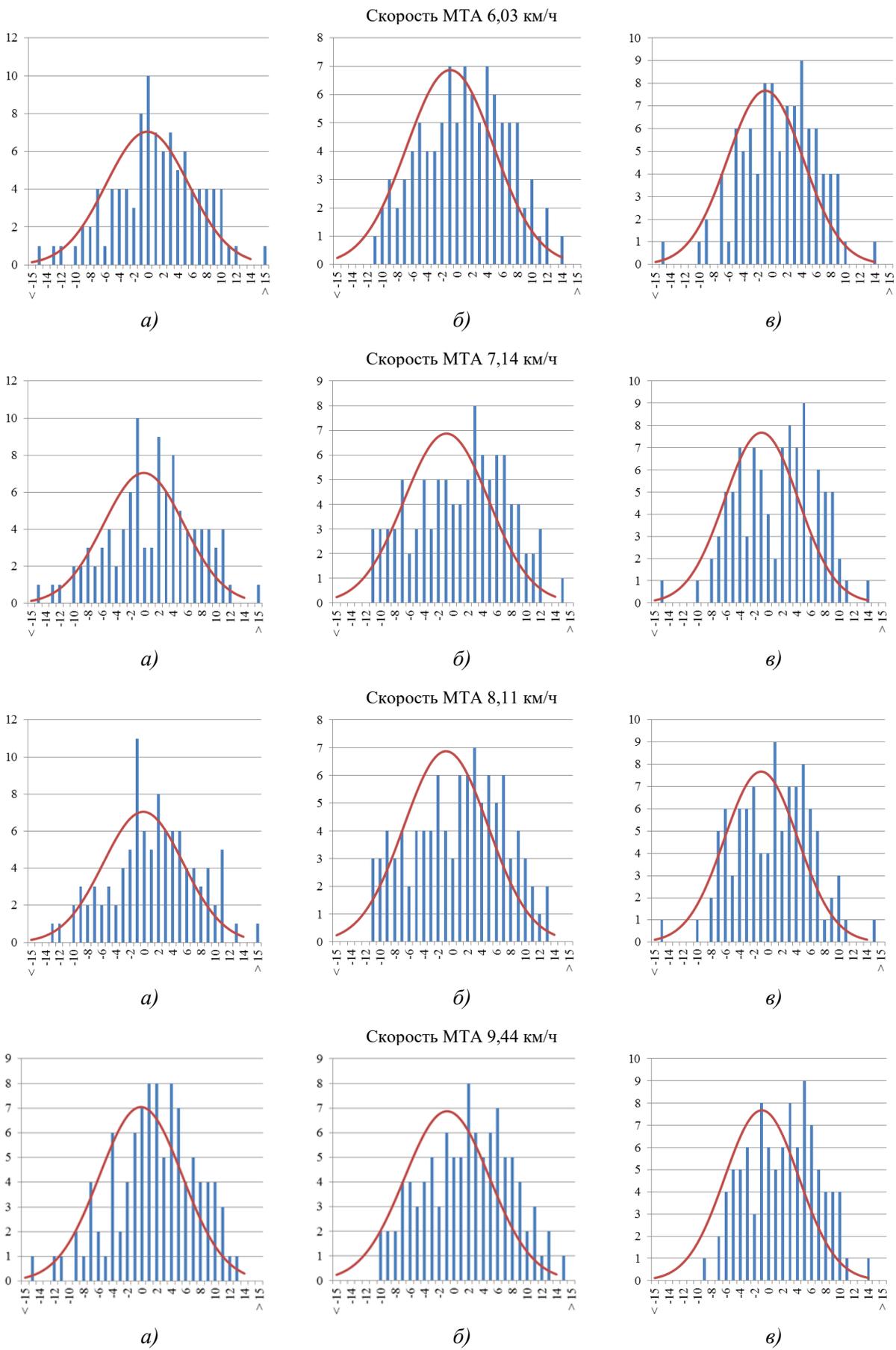


Рис. 3. Гистограммы распределения частот угла перекося стеблей льна в ленте при высоте тербления:  
 а – 0,2 м; б – 0,3 м; в – 0,4 м

Таблица 1. Значение эмпирического показателя хи-квадрат при различных режимах работы агрегата

Скоростной режим работы, км/ч	Высота тербления, м	Эмпирический хи-квадрат	Расчетное значение хи-квадрат
6,03	0,2	19,70	41,34
	0,3	13,21	
	0,4	28,55	
7,14	0,2	22,99	
	0,3	22,33	
	0,4	30,98	
8,11	0,2	22,41	
	0,3	19,91	
	0,4	29,98	
9,44	0,2	22,02	
	0,3	14,66	
	0,4	19,98	

Исследованиями установлено, что наибольшие значения углов перекоса стеблей в ленте достигает  $\pm 27^\circ$ , при этом доля стеблей перекошенных в сторону движения ленты льна составляющих 3 % от общего числа стеблей в ленте имеет перекося в диапазоне  $13^\circ \dots 27^\circ$ . Оценив полученные результаты, можно сделать вывод о том, что 97 % значений углов перекоса стеблей льна не превышают угол  $+12$  град. (0,188 рад).

### Заключение

Установлено, что стебли отклоняются как в сторону по ходу движения « $\leftarrow$ », так и в сторону против движения « $\rightarrow$ » ленты льна. Определены значения углов перекоса  $\xi$  стеблей в ленте льна. Произведена проверка на подчинение опытных данных нормальному закону распределения для выяснения применимости к ним параметрических методов исследования. Проверка производилась по критерию хи-квадрат. В результате этого было установлено, что данные не подчиняются нормальному закону распределения и носят случайный характер. Установлено, что значения перекоса стеблей в ленте подчиняются закону нормального распределения в случае их группировки по факторам: высота тербления и скоростной режим работы. Установлено, что 97 % значений углов перекоса  $\xi$  стеблей льна не превышают угол  $+12$  град. (0,188 рад).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2788696 С1 РФ. Устройство для отделения семенных коробочек и семян льна от стеблей / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц. заявл. 16.06.2022; опубл. 24.01.2023, Бюл. № 3.
2. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Круглень, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО БГСХА. – № а 20130044; заявл. 14.01.2013; опубл. 25.05.2017 // Афіцыйны бюлетэнь / Нацыянальны цэнтр інтэлекту-альнай уласнасці. – 2017. – № 4 (117). – С. 57.
3. Крагельский, И. В. Физико-механические свойства лубяного сырья. – М.: Гизлегпром, 1935. – 299 с.
4. Хайлис, Г. А. Механика растительных материалов. – К.: УААН, 2002. – С. 160–167. – 374 с.
5. Хайлис, Г. А. Механика растительных материалов. – К.: – 1994. – 332 с.
6. Быков, Н. Н. Исследование технологического процесса и устройств для зажима стеблей в льноуборочных комбайнах: дис. ... канд. техн. наук. – Торжок, 1969. – 163 с.
7. Курзенков, С. В. Моделирование деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в процессе обмолота / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 142–147.
8. Курзенков, С. В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 154–159.
9. Исследование характера деформации и разрушения семенной коробочки льна / В. А. Шаршунов, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2022. – № 1(11). – С. 96–105.
10. Аверьянова, Г. А. Некоторые закономерности сжатия массы стеблей // Сб. науч. работ аспирантов / ЦНИИМЭСХ НЗ СССР. – Мн. – 1978. – С. 85–88.
11. Морозов, Ю. Г. Исследование работы льнотеребильных машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1967. – 20 с.
12. Зинцов, А. Н. Обоснование и разработка процессов и машин для раздельной уборки льна-долгунца: дис. ... док. техн. наук. 05.20.01. – Кострома, 2007. – 347 с.
13. 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.
14. Ковалев, М. М. Плоскостные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория и расчет): монография / М. М. Ковалев, В. П. Козлов. – Тверь; Тверское областное книжно-журнальное издательство, 2002. – 208 с.

## ПРОЕКТ МАШИНЫ ДЛЯ ДВУХСТРОЧНОГО РЯДОВОГО ПОСЕВА СЕМЯН КУКУРУЗЫ И ДРУГИХ КУЛЬТУР ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ГРУППОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ УО БГСХА

**В. С. АСТАХОВ**

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

*(Поступила в редакцию 18.01.2024)*

*Высокие урожаи кукурузы можно получить только при условии применения комплекса агротехнических приемов с учетом требований растений в отдельные периоды их роста и развития. Для этого необходимо глубокое знание биологических свойств и экологических требований культуры. Квалифицированное применение той или иной технологии возделывания предусматривает учет почвенно-климатических особенностей, что дает возможность наиболее полно использовать благоприятные условия и ослаблять или полностью устранять влияние неблагоприятных факторов среды.*

*Безусловно, на получение качественного и питательного корма из кукурузы влияет множество факторов: подбор гибридов, соблюдение агротехники, сбалансированное применение макро- и микроудобрений, протравливание семян, оптимальные сроки сева, борьба с сорной растительностью, вредителями и болезнями, норма высева и глубина заделки семян, схемы посева. При возделывании всех сельскохозяйственных культур определяющая роль принадлежит посеву, так как своевременность и качество его проведения существенно влияют на величину урожайности и качество продукции. Поэтому выбор оптимальной технологии посева кукурузы, обеспечивающей существенное снижение конкуренции между растениями за питательные вещества, воду, солнечный свет благодаря повышению площади питания на одно растение в 1,5–2 раза, имеет большое значение для стабильности ее урожая даже в условиях засухи. Представленный материал основан на практическом опыте использования технологии двухстрочного рядового посева семян кукурузы во многих хозяйствах страны с научным обоснованием такого подхода с инженерной точки зрения, а также с учетом биологических особенностей возделывания культуры.*

**Ключевые слова:** *точное земледелие, сельское хозяйство, пневматические сеялки.*

*High corn yields can be obtained only if a set of agrotechnical techniques is used, taking into account the requirements of plants during certain periods of their growth and development. This requires deep knowledge of the biological properties and environmental requirements of the crop. The qualified application of a particular cultivation technology involves taking into account soil and climatic characteristics, which makes it possible to make full use of favorable conditions and weaken or completely eliminate the influence of unfavorable environmental factors.*

*Of course, many factors influence the production of high-quality and nutritious feed from corn: selection of hybrids, adherence to agricultural technology, balanced use of macro- and microfertilizers, seed treatment, optimal sowing dates, control of weeds, pests and diseases, seeding rate and seed placement depth, sowing schemes. In the cultivation of all agricultural crops, sowing plays a decisive role, since the timeliness and quality of its implementation significantly affect the yield and quality of products. Therefore, the choice of the optimal technology for sowing corn, which ensures a significant reduction in competition between plants for nutrients, water, and sunlight due to an increase in the feeding area per plant by 1.5–2 times, is of great importance for the stability of its yields even in drought conditions. The presented material is based on practical experience in using the technology of double-row sowing of corn seeds in many farms in the country with a scientific justification for this approach from an engineering point of view, as well as taking into account the biological characteristics of cultivation of the crop.*

**Key words:** *precision farming, agriculture, pneumatic seeders.*

### **Введение**

С повышением почвенного плодородия и технического обеспечения сельхозпроизводителей главными кормовыми культурами во всем мире стали кукуруза и люцерна посевная, которые обладают наилучшим использованием базовых ресурсов-тепла и воды. Это высокоинтенсивное производство требует к себе все больше внимания

Кукуруза – самая стабильная и технологичная кормовая культура нашей республики. Это база, на которой строится наше кормопроизводство. Дорогой кукурузный силос и зерно можно лишь разнообразить (а не заменить) дешевым сенажом и фуражным зерном или монокормом из зерновых и зернобобовых культур. Это обусловлено уникальным составом ее зерна (транзитный крахмал, высокое содержание жира и защищенный белок), позволяющим убирать растения зелеными в молочно-восковую спелость зерна. Кукуруза совершенно незаменима для кормления высокопродуктивных коров с надоями свыше 8 тыс. литров молока.

В хозяйствах для высокой продуктивности сельскохозяйственных животных и получения качественного кукурузного силоса необходимо кукурузу размещать на плодородных землях. При этом уборку кукурузы на силос производить в оптимальные сроки, что сохраняет питательную ценность зеленой массы кукурузы, улучшает качество консервированных из нее кормов и их сохранность.

Надо помнить, что кукуруза очень чувствительна к заморозкам. Задержка с уборкой кукурузы способствует быстрому развитию на подмороженных растениях нежелательной микрофлоры, поражению грибами, что существенно снижает качество готового силоса.

Для выбора наилучшего срока уборки силосной кукурузы, чтобы заготавливать корма максимальной питательности и принимать решения по балансировке рационов, было бы желательно с помощью мобильной спектральной лаборатории LG-Lab в режиме реального времени получить информацию о важнейших показателях питательной ценности свежей зеленой массы на поле и силосованного сырья: содержание сухого вещества, крахмала, сахара, нейтрально-дегергентной клетчатки, протеина, перевариваемой клетчатки, энергетической ценности сырья.

Однако следует помнить, что на получение качественного силоса из кукурузы большое влияние оказывают применяемые технологии и машины при посеве данной культуры.

### **Основная часть**

Увеличение производства продукции животноводства возможно только при использовании такого высокоэнергетического корма, как зеленая масса кукурузы, убранная на силос в фазу конца молочно-восковой и восковой спелости зерна.

Потребность животноводства в фуражном зерне кукурузы возрастает. По этой причине происходит внедрение в производство новых высокоэффективных гибридов кукурузы, обеспечивающих не только повышение урожайности кукурузы, но и ее кормовой ценности в период уборки.

При оценке питательной ценности силоса из кукурузы содержание крахмала является важным показателем для достижения экономического результата. Согласно западноевропейским исследованиям, корова получает около 70 % и более энергетической питательности за счет зерновой части кукурузного силоса, где крахмал является основным компонентом. Содержание крахмала в сухом веществе менее 30 % усложняет составление эффективных рационов [1, 2, 3, 4].

Достоинством кукурузы является и то, что по мере созревания до восковой спелости питательность корма повышается. Главное ее назначение – энергия (крахмал и сахар). В фазе молочно-восковой спелости содержание клетчатки кукурузы обычно составляет 22–24 % и близко к оптимуму. Но оно может превышать и 29 %, что бывает при поздней уборке ранних гибридов, но чаще из-за низкой доли содержания зерна.

Переваримость белка у кукурузы низкая, но ее можно поднимать за счет увеличения облиственности и накопления в растении азота, в том числе грамотная защита посевов от сорняков и дифференцированные нормы высева – в разреженных посевах растения кукурузы долго остаются зелеными и увеличивают долю созревших початков в урожае. Но некоторые гибриды не увеличивают початки, а формируют неполноценные вторые (третьи) початки, что повышает долю зеленой массы в урожае и содержание сахаров в ней.

При проектировании принципиально новых машин для посева кукурузы и других культур, которые существенно бы подняли не только их урожайность и качество продукции, но и производительность на посеве, качество которого бы значительно меньше зависело от человеческого фактора при их подготовке к работе [5, 6], для инженеров необходимо глубоко знать важнейшие агротехнологические требования при возделывании культуры. Одно из них – создание благоприятных условий питания, позволяющих ускорить скорость роста растений, особенно на ранних стадиях их развития, что положительно отражается на урожайности. Поэтому стартовое удобрение во многом определяет правильное начальное развитие растений кукурузы, их устойчивость к различным стрессам, а также поглощение питательных веществ и воды.

При этом очень важно, чтобы гранулы стартового удобрения ложились в слой почвы, неподверженной пересыханию в весенние периоды без осадков, что обеспечивает постоянный доступ к элементу для растений. Более высокая концентрация питательных веществ в слое ниже расположения семян также стимулирует более сильный рост корней вглубь почвы, что очень важно в условиях дефицита осадков в период вегетации кукурузы. Следовательно, чтобы значительно не снизить урожайность, необходимо обеспечить постоянную биодоступность фосфора (или комплексного питания NPK) для растений с начала вегетации. Именно фосфор в сочетании с кальцием и цинком отвечает в том числе за быстрое развитие корневой системы и формирования генеративных органов, формирующих урожай зерна. Поэтому при возделывании кукурузы и других культур очень важно вносить удобрения при посеве локальным способом, размещая гранулы на расстоянии приблизительно 5 см. от семян кукурузы. Использование центробежных машин, разбрасывающих удобрения должно быть признано нецелесообразным из-за их неравномерного распределения и эффективности использования

[7]. При локальном внесении удобрений их доза может быть уменьшена вдвое. А взаимодействие защищенного от превращения в неусвояемую форму фосфора с кальцием или цинком в начальный период развития кукурузы трудно переоценить. Мощное воздействие этих элементов проявляется в виде быстро и сильно развитой корневой системы. Именно корневая система, которая должна получить максимальное развитие на первых фазах развития, будет отвечать за обеспечение быстрорастущего растения водой и минеральными веществами.

Внесение удобрения – очень затратная часть (20–30 % себестоимости продукции) технологии возделывания кукурузы, но, если мы не будем использовать эффективные и специализированные агротехнологические решения, мы не сможем добиться самых высоких урожаев, а значит и финансового результата.

Для удовлетворения выше приведенных агротехнологических требований при возделывании кукурузы и других культур [8, 9, 10] в противовес сеялкам точного высева с однострочным посевом, нами предлагается проект машины для двухстрочного рядового посева с использованием пневматической системы группового дозирования конструкции УО БГСХА с распределителями семян горизонтального типа (рис. 1).

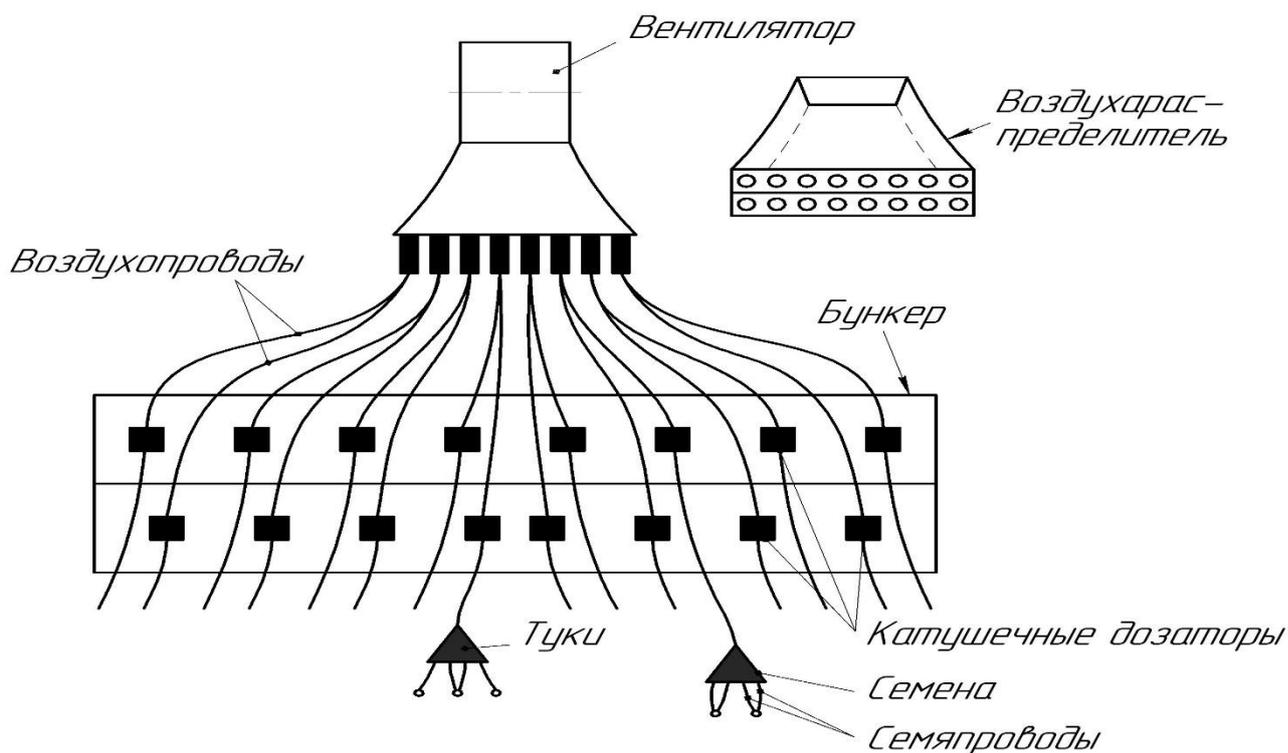


Рис. 1. Принципиальная схема пневматической системы группового дозирования

Особенностью данной конструкции является наличие большого бункера, состоящего из двух отсеков для высева семян и удобрений. Это позволит сократить количество остановок машины для заправки семенами и удобрениями, а значит увеличить производительность на посеве. Рабочая скорость движения при посеве этой машины может составлять 12 км/ч, не нарушая технологические параметры посева. В тоже время рабочая скорость сеялок точного высева не должна превышать 6–8 км/ч для обеспечения качественного посева. Это также хороший резерв для повышения производительности. Возможности вложиться в оптимальные агротехнические сроки посева имеет большое значение для урожайности и качества продукции любой культуры. Существенно упростится и подготовка данной машины к эксплуатации в полевых условиях. Для этого агроном должен установить необходимую норму высева семян и удобрений, изменяя обороты катушечных высевающих аппаратов и необходимую глубину посева семян и удобрений. А механизатор в процессе работы контролировать обороты вентилятора или необходимое давление в пневматической системе.

Осуществлять посев рекомендуется в две строчки шириной 25 см. и расстоянием между серединами строчек 75 см. Этот способ посева показал очень хорошие результаты в производственных условиях, опубликованный в периодической печати. Так, в одном из хозяйств Могилевской области урожайность зерна кукурузы составила 145 ц/га, а отдельные участки показали 150 ц/га, что в два ра-

за превышало среднеобластные показатели, где посев осуществлялся в основном сеялками точного высева однострочным методом.

К сожалению, сеялка объемного высева АППМ-6 при двухстрочном посеве кукурузы не могла осуществлять внесение стартовой дозы фосфорных удобрений одновременно с посевом кукурузы, что является большим недостатком [11, 12]. В предлагаемом проекте машины этот недостаток нами устраняется. Чтобы во все периоды вегетации растение было обеспечено минеральным питанием мы предлагаем вносить фосфорные или многокомпонентные NPK удобрения при посеве комбинированным способом: половина удобрения вносится в самый нижний горизонт на глубину 15–20 см по центру строчки полосой 5–7 см, а вторая половина на глубину 8–12 см по внешним сторонам двух строчек полосой 2 см. На наш взгляд, это создает наиболее благоприятные условия для интенсивного роста корневой системы растений в начальный период их развития, что чрезвычайно важно для растений на весь период вегетации.

Рабочий процесс предлагаемой машины происходит следующим образом: семена и удобрения из своих отсеков бункера подаются катушечными дозаторами в воздушный поток эжекторных питателей, где они подхватываются воздушным потоком, создаваемым вентилятором и транспортируются по трубопроводам к распределителям семян горизонтального типа, делящего поток на четыре части как семена кукурузы, так и поток удобрений.

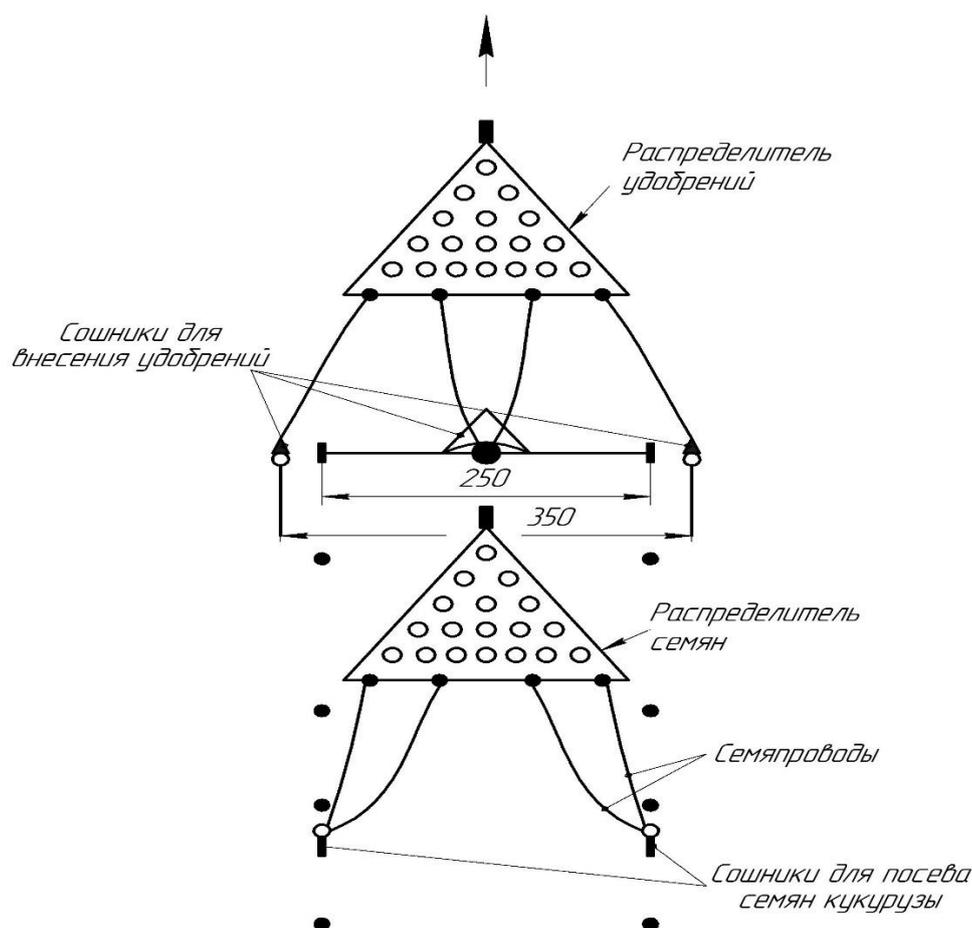


Рис. 2. Технологическая схема двухстрочного посева семян кукурузы с одновременным трехстрочным локальным внесением стартовой дозы удобрений

Так как для внесения удобрений используется три сошника, то два тукопровода после распределителя используется для внесения удобрений по краям строчки и два в сошник по центру строчки, что обеспечивает деление удобрений в соответствии с вышеуказанной схемой. С целью улучшения размещения семян кукурузы в строчках при посеве в каждый сошник от распределителя подводится по два семяпровода.

### Заключение

Использование предлагаемой к разработке машины для посева семян кукурузы и других культур двухстрочным рядовым способом пневматической системой группового дозирования конструкции УО БГХСА позволит существенно увеличить производительность на посеве в сравнении с сеялками

точного высева и уложиться в оптимальные агротехнические сроки посева. При этом происходит экономия ресурсов, в том числе удобрений до 30–50 % и повышение эффективности их использования, что имеет большое значение, так как цены на удобрения, особенно азотные и фосфорные, беспокоят сельхозпроизводителей не меньше засухи.

Учитывая доказанную практикой большую устойчивость кукурузы к засухе, посеянная предложенным способом и значительно большая урожайность зерна может способствовать и сокращению площадей посева кукурузы, а соответственно затрат труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шульц, П. Питание кукурузы для хорошего старта / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2023. – №5 (301). – С. 36–41.
2. Сорока, А. Гибриды кукурузы КВС – основа получения высокого урожая и качественного корма / А. Сорока, Д. Козейко, С. Абрамова // Наше сельское хозяйство. – 2023. – №21 (317). – С. 24–29.
3. Лешик, Н. В. Клевер или люцерна? И другие вопросы по бобовым травам / Н. В. Лешик, В. А. Радовня, А. А. Боровик, М. М. Коротков // Наше сельское хозяйство. – 2023. – №21 (317). – С. 30–35.
4. О традиционных проблемах отечественного кормопроизводства // Наше сельское хозяйство. – 2023. – №17 (313). – С. 4–10.
5. Астахов, В. С. Посевная техника: анализ и перспективы развития / В. С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 1. – С. 6–8.
6. Астахов, В. С. Результаты испытаний макета пропашной сеялки с пневматической централизованной высевальной системой / В. С. Астахов, В. Г. Дрозд // Механизация обработки почвы и посева при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Горки, 1993. – С. 54–60.
7. Астахов, В. С. К вопросу совершенствования способов и машин для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2023. – № 2. – С. 151–155.
8. Астахов, В. С. Сеялка СПУ-6 на кукурузном поле / В. С. Астахов // Белорусская Нива. – 2001. – 17 апр. – С. 2.
9. Астахов, В. С. Широкорядный двухстрочный посев кукурузы. Как эффективно задействовать зарубежные агрегаты? / В. С. Астахов, Я. У. Яроцкий // Белорусская Нива. – 2008. – 15 мая. – С. 2.
10. Астахов, В. С. Пневматические сеялки на службе новых технологий / В. С. Астахов // Аграрная наука на рубеже XXI века: материалы Общего собрания Академии аграрных наук Респ. Беларусь (16 нояб. 2000 г.). – Минск, 2000. – С. 262–264.
11. Яроцкий, Я. У. Обеспечение агротехнических требований при посеве сельскохозяйственных культур комбинированным агрегатом АППМ-6: рекомендации / Я. У. Яроцкий, В. С. Астахов, И. Е. Ладик // ГУДОВ «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома». – Горки, 2012. – 28 с.
12. Яроцкий, Я. У. Особенности подготовки, настройки и эксплуатации сеялок при возделывании кукурузы на зерно и силос: производ.-практ. пособие / Я. У. Яроцкий, И. Е. Ладик // ГУДОВ «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома». – Горки, 2016. – 36 с.

## МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 631.37:633.63

### ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИИ ОРОШЕНИЯ

С. В. НАБЗДОРОВ

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

(Поступила в редакцию 10.01.2024)

В статье представлен анализ результатов трехлетних данных полевого опыта по оценке урожайности при возделывании сахарной свеклы при орошении. Одной из задач исследований являлось изучение развития фенологических фаз сахарной свеклы на первом году жизни при орошении. Для исследования данной задачи в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на территории опытного поля «Тушково», расположенном в Горецком районе Могилевской области, был заложен и проводился полевой опыт на протяжении трех лет, велось наблюдение за поддержанием влажности почвы в границах 60 % НВ, 70 % НВ, 80 % НВ. В статье приводится анализ метеорологических условий (данные Горецкой метеостанции) в годы проведения исследований который показал, что годы были различны и отличались от средних многолетних значений, что, при достаточно благоприятной сумме атмосферных осадков в годы исследований в целом за вегетацию. В отдельные месяцы и особенно декады наблюдалось их значительный недостаток до оптимальных значений, что негативно сказывалось на развитии растений и урожайности сахарной свеклы. В вегетационный период во всех годах наблюдений показал, что на всех вариантах период от всходов до начала смыкания листьев в рядах был одинаковым. Период смыкания листьев в рядах до размыкания листьев в междурядьях на вариантах 1 (без орошения) и 2 (60 % НВ) фенологические фазы сахарной свеклы были одинаковыми, но они отличались от вариантов 3 (70 % НВ) и 4 (80 % НВ). Отличие в запыздывании на 4–6 дней. В результате проведенных исследований предварительно было установлено, что при орошении сахарной свеклы максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. В то же время орошение способствовало к более быстрому наступлению фаз развития сахарной свеклы.

**Ключевые слова:** урожайность, сахарная свекла, фазы развития, поливная норма, орошение.

The article presents an analysis of the data of three years of field experiment on assessing yields in the cultivation of sugar beets under irrigation. One of the research objectives was to study the development of phenological phases of sugar beets in the first year of life under irrigation. To study this problem, at the Belarusian State Agricultural Academy on the territory of the experimental field "Tushkovo", located in the Goretzky district of the Mogilev region, a field experiment was established and carried out for three years, monitoring was carried out to maintain soil moisture within the limits of 60% maximum water-holding capacity, 70 % maximum water-holding capacity, 80 % maximum water-holding capacity. The article provides an analysis of meteorological conditions (data from the Goretzky weather station) during the years of research, which showed that the years were different and differed from the long-term average values, with a fairly favorable amount of precipitation in the years of research in general during the growing season. In some months and especially 10-day periods, there was a significant shortage of it compared to optimal values, which negatively affected the development of plants and the yield of sugar beets. During the growing season, in all years of observation, it was shown that in all variants the period from germination to the beginning of the closure of leaves in the rows was the same. In the period from closing leaves in the rows to opening leaves in the inter-rows in options 1 (without irrigation) and 2 (60 % maximum water-holding capacity), phenological phases of sugar beet were the same, but they differed from options 3 (70 % maximum water-holding capacity) and 4 (80 % maximum water-holding capacity). The difference is a delay of 4–6 days. As a result of the research, it was previously established that when irrigating sugar beets, the maximum yield was observed in the variant with a lower limit of soil moisture regulation of 70 % maximum water-holding capacity in a layer of 0–40 cm. At the same time, irrigation contributed to a more rapid onset of the development phases of sugar beets.

**Key words:** yield, sugar beet, development phases, watering rate, irrigation.

#### Введение

Все процессы, связанные с жизнедеятельностью растений, могут протекать только при достаточном насыщении тканей водой:

– от уровня содержания воды зависит состояние тургора растительных тканей, интенсивность и направленность процессом обмена веществ в растениях;

– вода является растворителем, служит средой для передвижения продуктов обмена из одних тканей и органов в другие. «Не азот, не фосфор, не калий, не микроэлементы находятся в минимуме, а вода. И пока этот недостаток воды не будет пополнен, все количество внесенных удобрений будет лежать в почве мертвым капиталом» (В.Р. Вильяме). Поэтому удовлетворение потребности в воде – важнейшее условие нормального развития растительного организма [1].

#### *Требования к почве*

Лучше всего сахарная свекла растет на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаной подстилаемой моренной почвой. Они обладают хорошей влагоемкостью, воздухопроницаемостью и прогреваемостью. Оптимальная глубина пахотного слоя 20–25 см и плотность его 1,2–1,4 г/см<sup>3</sup> [1–3].

Для свеклы наиболее благоприятна нейтральная и слабощелочная реакция почвенного раствора (рН 6.5–7.5). На кислых почвах без предварительной их нейтрализации свекла дает невысокие урожаи.

#### *Требования к теплу и свету*

Температурный режим влияет на рост и развитие сахарной свёклы. Сахарная свекла умеренно теплолюбива. Температура прорастания семян находится в пределах 1...8 °С, но при повышении температуры всходы ускоряются. При 3–4 °С всходы через 25–30 дней, при температуре 6–7 °С – на 10–15-й, при 10–11 °С – на 8–10-й и при 15–25 °С – через 3–4 дня [3].

Всходы сахарной свеклы хорошо переносят заморозки. В фазе «вилочки» заморозки до -3 °С не опасны. С появлением первой пары листьев холодостойкость повышается, и свекла может выдержать заморозки -4...-6 °С, но при -8 °С может произойти гибель большинства растений. Оптимальная температура для роста 20...23 °С. При температуре ниже 6–8 °С накопление сахара в корнеплодах прекращается. Vegetация свеклы прекращается с установлением температуры 2–4 °С. Для роста, развития растений и формирования урожая необходима сумма температур в пределах 2400–2800 °С [1].

Сахарная свекла – растение длинного дня. При увеличении периода освещения растения быстрее развиваются, лучше растут листья и корнеплоды, возрастает накопление сахара в них. Затенение свеклы в загущенных посевах приводит к снижению темпов роста и накопления сахара.

Сахаристость свеклы сильно зависит от напряженности солнечной радиации во второй половине вегетационного периода. Наиболее интенсивно накопление сахара в корнеплодах происходит, когда ясная солнечная погода чередуется с облачной.

#### *Требования к влаге*

Сахарная свекла – растение относительно к влаголюбивым мезофильным растениям.

Для получения корнеплода массой 500 г за время роста требуется 40–50 л воды, на формирование 20–30 т/га осадков должно быть не менее 300 мм в течение вегетационного периода. Потребность в воде у сахарной свеклы разная по периодам роста. В июле и августе необходимо много воды, недостаток воды в августе может вызвать сильное увядание листьев, что повлечет снижения урожая [3].

В период интенсивного роста листьев и корнеплода с 15 июня до 15 августа, а также высоких температур воздуха, потребление воды посевом сахарной свёклы в сутки достигает в среднем 60 м<sup>3</sup>/га. За это время общее водопотребление составляет 3000–4000 м<sup>3</sup>/га.

В период вегетации с 15 августа по 1 октября, среднесуточное водопотребление снижается примерно до 30 м<sup>3</sup>/га, а общее – до 1200–1500 м<sup>3</sup>/га.

Нужно всегда заботиться о том, чтобы не только накапливать, но и продуктивно расходовать влагу [4].

#### **Основная часть**

Одной из задач исследований являлось изучение развития фенологических фаз сахарной свеклы на первом году жизни при орошении. Для исследования данной задачи в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на территории опытного поля «Тушково», расположенном в Горецком районе Могилевской области, был заложен и проводился полевой опыт на протяжении трех лет по следующей схеме:

Режимы орошения:

Вариант 1 – без орошения (контроль);

Вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 %НВ;

Вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 %НВ;

Вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 %НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность 4-кратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет от 52 до 64 м<sup>2</sup>. Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальными машинами и составляет 10 м.

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

При анализе геологического разреза опытного участка можно сделать вывод, что он отвечает всем требованиям для возделывания сахарной свеклы.

Эти почвы наиболее пригодны для сахарной свеклы (суглинистые почвы), в целом по республике на них размещается около 37 % пашни. Больше всего их в Витебской, Могилевской и Минской областях, очень мало в Брестской (8,7 %). Основная же площадь пахотных земель республики, включая основные зоны свеклосеяния Брестской и Гродненской областей, расположена на песчаных и супесчаных почвах [1, 3].

Потребность в воде у свекловичного растения не одинакова по периодам роста. Особенно много воды, и главным образом на испарение (для защиты от перегрева), требуется в период интенсивного роста растений (июнь–июль). Недостаток влаги в августе может вызвать сильное увядание листьев и снижение интенсивности фотосинтеза, а избыток влаги в сентябре способствует повышению оводненности тканей корнеплода и усилению роста новых листьев, что ведет к снижению сахаристости [1–3].

Метеорологические условия (данные Горецкой метеостанции) в годы проведения исследований были различны и отличались от средних многолетних значений (рис. 1).

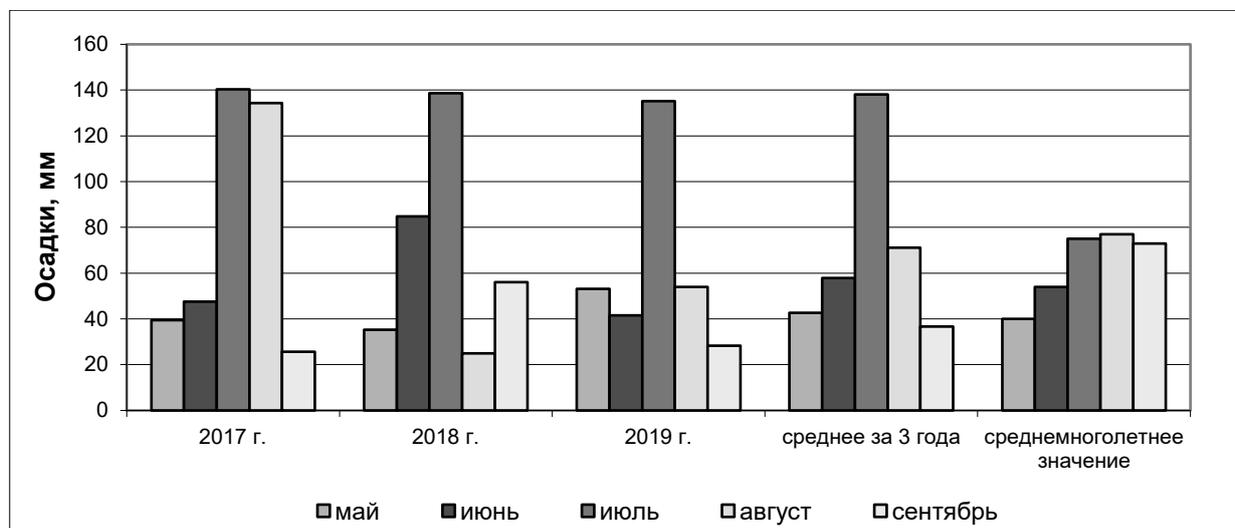


Рис. 1. Количество осадков за вегетационные периоды 2017–2019 гг., мм

В годы исследования наиболее влажным был июль месяц и количество осадков составило в 2017 году – 140,3 мм, 2018 г. – 138,6 мм и 2019 г. – 135,2 мм, но при более внимательном изучении оказалось, что в 2017 году 85,1 мм осадков выпало за день, в 2018 году 105,3 мм выпало за шесть дней, а в 2019 году количество осадков 76,7 мм выпало за два дня. Более засушливый в 2017 г., 2019 г. был сентябрь, а в 2018 г. – август.

Как видим, при достаточно благоприятной сумме атмосферных осадков в годы исследований в целом за вегетацию, в отдельные месяцы и особенно декады наблюдалось их значительный недобор до оптимальных значений, что негативно сказывалось на развитии растений и урожайности сахарной свеклы [5–8].

От количества влаги, температуры зависит развития сахарной свеклы.

Вегетационный период в первый год жизни в зависимости от сорта технологических и природных условий длится 135–155 дней.

В опытах использован гибрид сахарной свеклы – Белполь однострочковый.

В результате исследования развития фенологических фаз сахарной свеклы на первом году жизни были определены следующие фазы (табл.1): всходы, вилочка, фаза первой, второй, третьей, четвертой и пятой пар настоящих листьев, смыкание листьев в рядках, смыкание листьев в междурядьях, размыкание листьев в междурядьях и наступление технической спелости. Наблюдения проводились на вариантах.

Периоды наступления фенологических фаз сахарной свеклы в 2017–2019 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1. Наступления фенологических фаз сахарной свеклы в 2017–2019 гг.

Фаза	Дата наступления фенофазы	Продолжительность межфазных периодов, дней	Продолжительность периода от фазы «всходы» до данной фазы, дней
2017 год			
Посев	06.05	–	–
Всходы	17.05	11/11	–
Фаза вилочки	22.05	5/5	5/5
1-я пара настоящих листьев	26.05	4/4	9/9
2-я пара настоящих листьев	31.05	5/5	14/14
3-я пара настоящих листьев	04.06	4/4	18/18
4-5 пара настоящих листьев	9.06	5/5	23/23
Смыкание листьев в рядах	18.06/20.06	9/11	32/34
Смыкание листьев в междурядьях	28.06/2.07	10/12	42/46
Размыкание листьев в междурядьях	11.09/19.09	75/79	117/125
Уборка	01.10	20/12	137/137
2018 год			
Посев	07.05	–	–
Всходы	16.05	9/9	–
Фаза вилочки	21.05	5/5	5/5
1-я пара настоящих листьев	27.05	6/6	11/11
2-я пара настоящих листьев	1.06	5/5	16/16
3-я пара настоящих листьев	04.06	3/3	19/19
4-5 пара настоящих листьев	8.06	4/4	23/23
Смыкание листьев в рядах	16.06/21.06	8/13	31/36
Смыкание листьев в междурядьях	25.06/30.06	9/9	40/45
Размыкание листьев в междурядьях	13.09/17.09	80/79	120/124
Уборка	01.10	18/14	138/138
2019 год			
Посев	26.04	–	–
Всходы	16.05	21/21	–
Фаза вилочки	20.05	4/4	4/4
1-я пара настоящих листьев	24.05	4/4	8/8
2-я пара настоящих листьев	29.05	5/5	13/13
3-я пара настоящих листьев	03.06	5/5	18/18
4-5 пара настоящих листьев	7.06	4/4	22/22
Смыкание листьев в рядах	17.06/20.06	10/13	32/35
Смыкание листьев в междурядьях	30.06/4.07	13/14	45/49
Размыкание листьев в междурядьях	12.09/18.09	74/76	119/125
Уборка	01.10	19/13	138/138

Примечание. В числителе варианты 3 и 4, в знаменателе варианты 1 и 2.

В табл. 2 [7, 8] представлены даты поливов и поливные нормы, полученные в результате трехлетних исследований.

Таблица 2. Даты поливов и поливные нормы в годы исследований

Вариант	Даты полива	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га
2017 год		
Вариант 1	–	–
Вариант 2	26.06	300
Вариант 3	12.06	300
	19.08	300
Вариант 4	16.06	250
	11.07	250
	11.08	250
2018 год		
Вариант 1	–	–
Вариант 2	17.08	300
Вариант 3	11.06	300
	13.08	300
Вариант 4	04.06	250
	10.08	250
	17.08	250
2019 год		
Вариант 1	–	–
Вариант 2	11.06	300
Вариант 3	06.06	300
Вариант 4	02.06	250
	11.06	250

Вегетационный период в 2017 году длился 137 дней. Посев сахарной свеклы был осуществлен 6 мая 2017 г. Фаза всходов. Это прорастание семени начинается с набухания клубочков и заканчивается появлением всходов. Начало фазы всходов отмечается в день появления 10–15 % растений это было отмечено 15 мая 2017 г. Полные всходы отмечались в день, когда возшло 75 % семян и отчетливо обозначились рядки 17 мая 2017 г.

Фаза вилочка связана с появлением на дневную поверхность проростков и разворачиванием семядольных листьев (как вилка). Эта фаза была отмечена, когда проявилось у 75 % растений почки на пятый день после всходов 22 мая 2017 г.

Фаза первой пары настоящих листьев наступила через 20 дней после посева. Появление первой пары настоящих листьев отмечается в день появления у 75 % растений почки, образующей вторую пару настоящих листьев.

Фаза второй пары настоящих листьев обычно наступает через 5 дней после первой пары настоящих листьев.

Фаза третьей пары настоящих листьев отмечалась на 9 день после первой пары настоящих листьев. В дальнейшем в среднем через каждые два три дня парами появляются четвертая и пятая пары настоящих листьев. Последующие листья образуются поодиночке.

При изучении фенологических фаз было замечено, что на всех вариантах период от всходов до начала смыкания листьев в рядках был одинаковый.

Дальнейший анализ (табл. 1–2) показал, что в первой и второй декадах июня во все года исследования были выполнены поливы на вариантах 3 и 4, что повлияло на сроки наступления последующих фаз развития сахарной свеклы.

Фаза смыкания листьев в рядках отметалась в тот день, когда крайние листья соседних растений в рядках начали соприкасаться. Дата наступления фазы – через 9 дней после третьей пары настоящих листьев наблюдалось на вариантах 3 и 4. На вариантах 1 и 2 эта фаза наступила через 16 дней (табл. 1).

Фаза смыкания листьев в междурядьях, когда листья растений соседних рядков соприкасаются, прикрывают междурядья и смыкаются в них. Эта фаза, когда у 75 % растений листья начинают соприкасаться или накладываться друг на друга. Дата наступления фазы – через 10 дней после смыкания листьев в рядках на вариантах 3 и 4, а на вариантах 1 и 2 через 12 дней.

Фаза размыкания листьев в междурядьях (листья растений смежных рядков размыкаются, вновь обнажая рядки) связана с отмиранием и подсыханием старых листьев. Дальнейшее отмирание старых листьев приводит к обнажению междурядий. Эта фаза наступает обычно осенью, характеризуя приближение уборочной зрелости корнеплодов, и отмечается, когда листья растений соседних рядков перестают соприкасаться у 75 % растений. Дата наступления фазы – через 75 дней после смыкания листьев в междурядьях на вариантах 3 и 4, а на вариантах 1 и 2 через 79 дней.

Вегетационный период в 2018–2019 году длился 138 дней. В эти годы, как и в 2017 году наблюдалось, что на всех вариантах период от всходов до начала смыкания листьев в рядках был одинаковый. Период смыкания листьев в рядках до размыкания листьев в междурядьях на вариантах 1 (без орошения) и 2 (60 %НВ) фенологические фазы сахарной свеклы были одинаковые, но они отличались от вариантов 3 (70 %НВ) и 4 (80 %НВ). Отличие в запаздывании на 4–6 дней.

На протяжении последних лет заготовку сахарной свеклы начинали первого сентября. Правда, столь ранние сроки – вынужденная мера, ведь в сентябре продолжается накопление массы клубней и повышение сахаристости. Однако мощности четырех сахарных заводов не позволяют укладываться в оптимальные для переработки урожая 100 дней. Поэтому и приходится стимулировать раннюю уборку корнеплодов, чтобы избежать потерь при их хранении.

Полученные данные в период исследований показывают (табл. 1), что орошение способствовало к более быстрому наступлению фаз смыкания листьев в рядках и в междурядьях. И это так же способствовало к получению высоких урожаев на вариантах 70 %НВ и 80 %НВ.

В табл. 3 представлены средние за три года урожайность сахарной свеклы и прибавки урожая по вариантам режимов орошения.

Таблица 3. Урожайность сахарной свеклы и прибавки от орошения в среднем за три года

Показатели	Варианты			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60% НВ	Нижняя граница регулирования 70% НВ	Нижняя граница регулирования 80% НВ
Без удобрений				
Урожай, т/га	61,5	72,7	102,6	94,1
Прибавка урожая, т/га	–	11,2	41,1	32,6
Прибавка урожая, %	–	18,2	66,8	53,0

Согласно данным табл. 3, видим, орошение позволило поднять урожайность сахарной свеклы. Максимальная урожайность была на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ.

#### Заключение

В результате проведенных трехлетних исследований предварительно было установлено, что при орошении сахарной свеклы максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. В то же время орошение способствовало к более быстрому наступлению фаз развития сахарной свеклы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла. – Минск: МФЦП, 2005. – 392 с.
2. Коломец, А. П. Агрофизические свойства, режимы и продуктивность сахарной свеклы // Сахарная свекла. – Киев.: Урожай, 1979.
3. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла. – Минск: МФЦП, 2011. – С. 56–58.
4. Зеленский, В. А., Яроцкий Я. У. Обработка почвы и плодородие. – Минск: 2004. – 10 с.
5. Набзоров, С. В. Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набзоров // Мелиорация. – 2020. – № 2(92). – С. 48–57.
6. Набзоров, С. В. Опыт возделывания сахарной свеклы при орошении в условиях Республики Беларусь / С. В. Набзоров // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: материалы Международная науч.-практ. конференция. – Рязань: изд-во Рязанского агротехнологического института, 2019. – С. 550–556.
7. Набзоров, С. В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набзоров // Мелиорация. – 2019. – № 4 (90). – С. 66–73.
8. Набзоров, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси / С. В. Набзоров // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С.140–144.

*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 сельскохозяйственного 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-bгаа@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 пристрастной списка 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 представляются 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 редколлегией.*

*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 бессрочное 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

**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 генетики.

**Демичев Д. М.**, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

**Дубежинский Е. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

**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.

**Лихачевич 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 почвоведения.

**Петровец В. Р.**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

**Тибец Ю. Л.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

**Цыганов А. Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

**Фрейдлин М. З.**, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

**Шейко И. П.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь», заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

**Шелюто Б. В.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

**Ведущий редактор Савчиц Е. П.**

**Редактор технической 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-bgaa@yandex.ru*

*© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024*

*Подписано в печать 05.03.2024 Формат 60/84<sup>1/8</sup>*

*Усл. печ. л. 19,30 Уч.-изд. л. 16,26 Заказ 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*