

Вестник
БРЯНСКОЙ
ГСХА

Издаётся с марта
2007 года

Выходит один раз
в два месяца

УЧРЕДИТЕЛЬ/ИЗДАТЕЛЬ:
ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Научный журнал

Журнал включен в Российский
индекс научного цитирования
(РИНЦ).

Полные тексты статей доступны на
сайте научной электронной
библиотеки eLIBRARY.RU:
<https://elibrary.ru>

Индекс журнала на сайте
«Объединенного каталога
«Пресса России»
www.pressa-rg.ru
33361.

Журнал «Вестник Брянской ГСХА»
входит в Перечень рецензируемых
научных изданий (по состоянию на
22.05.2023), в которых должны быть
опубликованы основные научные
результаты диссертаций на
соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук, по
научным специальностям и
соответствующим им отраслям
науки:
4.1.1. Общее земледелие и
растениеводство
(сельскохозяйственные науки),
4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений
(сельскохозяйственные науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление,
технологии приготовления кормов и
производства продукции
животноводства
(сельскохозяйственные науки),
4.3.1. Технологии, машины и
оборудование для
агропромышленного комплекса
(технические науки).

№ 6 (106)
НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 2024
СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Аминокислотный состав основной продукции растениеводства в зависимости от условий окружающей среды и доз макроудобрения	3
Анищенко В.А., Адамко В.Н., Воробьева Л.А., Смольский Е.В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий произрастания	10
Репникова В.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Осипов А.А., Шаков В.В. Урожайность гибридов кукурузы нового поколения на юго-западе Центрального региона России	18
Наливайко Т.А., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Осипов А.А. Методы определения лабораторной всхожести семян тритритригии (xTrititrigia Cziczinii Tzvelev). Выбор приоритетного способа проращивания	26
Клименкова И.Н., Квитко В.Е., Аленичеван А.Д. Агрономическая и экономическая оценка сортов клевера лугового при разных режимах травопользования в условиях серых лесных почв Центрального региона	33
Дьяченко В.В., Милехина Н.В., Пономарчук О.В. ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
Характеристика показателей воспроизводства коров в племенных заводах региона	39
Малышко И.В., Малышко В.А. Молочная продуктивность, морфо-биохимические показатели крови дойных коров при скармливании соевой патоки и пробиотической добавки «Бацел-М»	45
Щеглов А.М., Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е. Повышаем продуктивность племенной несушки применяя кормовую добавку «БУТОФАН® OR»	49
Менякина А.Г., Смоляк Е.А. АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Вопросы эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях интеллектуализации АПК	54
Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А., Ульянова Н.Д. Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев	60
Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Бумбар И.В., Поликутина Е.С., Сурип Р.О. Расчет теплообмена в слое сочной сельскохозяйственной продукции	64
Моисеев А.М., Кузнецов Ю.А., Кравченко И.Н., Гришина С.Ю., Гончаренко В.В., Купренко А.И. Новый подход к определению энергоэффективности светокультуры	71

№ 6 (106)
NOVEMBER-DECEMBER 2024

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

Amino acid composition of the main products of crop-growing depending on environmental conditions and doses of macro fertilizer	3
Anishchenko V.A., Adamko V.N., Vorob'yova L.A., Smol'sky E.V. Yields and quality of grain of winter wheat varieties depending on growing conditions	10
Repnikova V.I., Torikov V.Ye., Mel'nikova O.V., Osipov A.A., Shakov V.V. Yields of new generation corn hybrids in the south-west of the Central region of Russia	18
Nalivaiko T.A., Torikov V.Ye., Mel'nikova O.V., Osipov A.A. Methods for determining laboratory germinative ability of trititrigia seeds (xTrititrigia Cziczinii Tzvelev). Choosing a priority way of greensprouting	26
Klimenkova I.N., Kvitko V.Ye., Alyonicheva A.D. Agronomic and economic evaluation of meadow clover varieties under different grass management regimes in the conditions of gray forest soils of the Central region	33
D'yachenko V.V., Milekhina N.V., Ponomarchuk O.V. ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE	
Characteristics of cow reproduction indicators in the breeding plants of the region	39
Malyavko I.V., Malyavko V.A. Milk productivity, morpho-biochemical blood parameters of dairy cows when feeding soya molasses and probiotic additive "Batsel-M"	45
Shcheglov A.M., Gamko L.N., Menyakina A.G., Podol'nikov V.E. Increasing the productivity of breeding laying hens by using the feed additive "Butofan® OR"	49
Menyakina A.G., Smolyak E.A. AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	
Operating issues of agricultural machinery in the conditions of intellectualization of the agro-industrial complex	54
Pogonyshev V.A., Pogonysheva D.A., Ulyanova N.D. Increasing efficiency of using class 5 tractors when preparing soil for sowing	60
Shchitov S.V., Krivutsa Z.F., Bumber I.V., Polikutina E.S., Surin R.O. Calculation of heat and moisture exchange in the layer of juicy agricultural products	64
Moiseenko A.M., Kuznetsov Y.A., Kravchenko I.N., Grishina S.Yu., Goncharenko V.V., Kuprenko A.I. New approach to definition the energy efficiency of light culture	71
Vas'kin A.N., Rakut'ko E.N.	

Главный редактор В.Е. Ториков – д. с.-х. н., проф. Брянского ГАУ (Брянская область)

Editor-in-Chief: V.E. Torikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region)

Редакционный совет:

Н.М. Белоус – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); П.Н. Балабко – д-р биол. наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва); В.В. Дьяченко – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); С.Н. Евдокименко – д-р с.-х. наук, вед. науч. сотрудник ФНЦ Садоводства (г. Москва); А.А. Завалин – акад. РАН, д-р с.-х. наук, профессор ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва); В.А. Исайчев – д-р с.-х. наук, профессор Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина (г. Ульяновск); Г.П. Малявко – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); А.В. Пасынков – д-р биол. наук, глав. науч. сотрудник Агрофизического НИИ (г. Санкт-Петербург); Т.Ф. Персикова – д-р с.-х. наук, профессор Белорусской ГСХА (г. Горки); С.М. Сычев – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); В.Е. Бердышев – д-р техн. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); А.А. Бойко – д-р техн. наук, профессор ГГТУ имени П.О. Сухого (г. Гомель); Н.Н. Дубенок – акад. РАН, д-р с.-х. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); М.Н. Ерохин – акад. РАН, д-р техн. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); А.М. Михальченков – д-р техн. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); Н.И. Гавриченко – д-р биол. наук, профессор Витебской ГАВМ (г. Витебск); Л.Н. Гамко – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); Л.Ю. Карпенко – д-р биол. наук, профессор Санкт-Петербургской ГАВМ (г. Санкт-Петербург); С.А. Козлов – д-р биол. наук, профессор Московской ГАВМ им. К.И. Скрябина (г. Москва); Е.Я. Лебедев – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); Л.А. Танана – д-р с.-х. наук, профессор Гродненского ГАУ (г. Гродно).

Редакторы:

А.А. Осипов – ответственный редактор;
Е.Н. Осипова – технический редактор;
Е.В. Смольский – редактор рубрики/раздела;
А.Г. Менякина – редактор рубрики/раздела;
А.И. Купреенко – редактор рубрики/раздела;
С.Н. Поцепай – корректор переводов;
А.А. Кудрина – библиограф.

ISSN 2500-2651.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-28094 от 27 апреля 2007 г).

Тираж 250 экз. Подписано в печать 09.12.2024.

Дата выхода в свет 24.12.2024.

Свободная цена.

Адрес редакции и издательства: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д. 2а,
E-mail: torikov@bgsha.com.

Сайт: <https://www.bgsha.com/ru/bulletin-bgsha/>

Отпечатано в УМИКЦ ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.
243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино,
ул. Советская, 2а.

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2024

Editorial Board:

N.M. Belous – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); P.N. Balabko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov (Moscow); V.V. D'yachenko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); S.N. Evdokimenko – Doctor of Agricultural Sciences of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (Moscow); A.A. Zavalin – Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov. (Moscow); V.A. Isaichev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (Ulyanovsk); G.P. Malyavko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); A.V. Pasynkov – Doctor of Biological Sciences, chief researcher of the Agrophysical Research Institute (Saint-Petersburg); T.F. Persikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Belarusian SAA (Gorki); S.M. Sychyov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.E. Berdyshev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.A. Boyko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Gomel STU named after Sukhoi P.O. (Gomel); N.N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); M.N. Erokhin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.M. Mihal'chenkov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); N.I. Gavrichenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Vitebsk SAVM (Vitebsk); L.N. Gamko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.Yu. Karpenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Saint-Petersburg SAVM (Saint-Petersburg); S.A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow SAVM named after K.I. Skryabin (Moscow); E.Ya. Lebedko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.A. Tanana – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Grodno SAU (Grodno).

Editors:

A.A. Osipov – executive editor;
E.N. Osipova – technical editor;
E.V. Smol'ski – column/section editor;
A.G. Menyakina – column/section editor;
A.I. Kupreenko – column/section editor;
S.N. Potsepai – translation corrector;
A.A. Kudrina – bibliographer.

ISSN 2500-2651.

The registration certificate of mass media PI № FS77-28094 of April 27, 2007.

Circulation of 250 copies. Signed to printing - 09.12.2024.

The release date is 24.12.2024.

Free price.

Edition address: 2a Sovetskaya St., Vygonichy District, Bryansk Region, Russia, 243365

E-mail: torikov@bgsha.com.

Website: Сайт: <https://www.bgsha.com/ru/bulletin-bgsha/>

© FSBEI HE Bryansk SAU, 2024



АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT
АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.14: 633.491: 633.13

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ОСНОВНОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА
 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ДОЗ МАКРОУДОБРЕНИЯ**

¹Валерий Александрович Анищенко, ¹Василий Николаевич Адамко,
¹Людмила Алексеевна Воробьева, ²Евгений Владимирович Смольский
¹Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
 Брянская область, Опытная станция, Россия
²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты научных исследований влияния изменяющиеся условий окружающей среды и применения макроудобрения на экологическую реакцию полевых культур, выраженную в качественных показателях полученной продукции растениеводства, проводимых в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области. Установили, что аминокислотный состав продукции растениеводства зависит от вида возделываемой полевой культуры, по сумме аминокислот культуры расположились: овес (6,66 %), озимая рожь (5,03) и картофель (3,47). Изменчивость показателя суммы аминокислот в продукции растениеводства незначительно зависит от изменяющихся условий окружающей среды и совершенствования доз макроудобрения. Наиболее эффективно применение макроудобрения с целью повышения содержания аминокислот в продукции растениеводства, для озимой ржи и картофеля в условиях избыточного увлажнения, а для овса в слабо засушливых условиях окружающей среды. Выявили среднюю или значительную изменчивость показателя содержания отдельных аминокислот в зерне озимой ржи и овса под действием изменяющихся условия окружающей среды, совершенствования доз макроудобрения влияет на изменчивость показателя содержания отдельных аминокислот в продукции растениеводства средне или значительно. В отдельные годы исследования и в среднем выявили тенденцию повышения содержания, как отдельных аминокислот, так и их суммы в зерне озимой ржи и овса под действием совершенствование технологического приёма применения макроудобрения, при возделывании картофеля применение навоз 40 т и N90P45K90 дает наилучший результат дальнейшее совершенствование не целесообразно.

Ключевые слова: озимая рожь, картофель, овес, аминокислотный состав, условия окружающей среды, макроудобрения, дерново-подзолистые песчаная почва.

Для цитирования: Аминокислотный состав основной продукции растениеводства в зависимости от условий окружающей среды и доз макроудобрения / В.А. Анищенко, В.Н. Адамко, Л.А. Воробьева, Е.В. Смольский // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 3-9.

Original article

**AMINO ACID COMPOSITION OF THE MAIN PRODUCTS OF CROP-GROWING DEPENDING
 ON ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND DOSES OF MACRO FERTILIZER**

¹Valery A. Anishchenko, ¹Vasily N. Adamko, ¹Lyudmila A. Vorob'yova, ²Yevgeny V. Smol'sky
¹Novozybkov AES –the branch of FSC «All-Russia Williams Fodder Research Institute», Bryansk Region,
 Experimental Station, Russia
²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents the results of scientific researches on the influence of changing environmental conditions and the use of macro fertilizer on the ecological reaction of field crops, expressed in the quality indicators of the obtained products of crop-growing, being carried out in conditions of low-fertile sod-podzolic sandy soils of the south-west of the Bryansk region. The amino acid composition of crop-growing products was found to be dependent on the type of cultivated field crop; in terms of the sum of amino acids the crops have been ranked as follows: oats (6.66%), winter rye (5.03) and potatoes (3.47). The variability of the amino acids sum index in crop-growing products slightly depends on changing environmental conditions and improved doses of macro fertilizer. The application of macro fertilizer is mostly effective in order to increase the composition of amino acids in crop-growing product for winter rye and potatoes in the conditions of excessive moisture, and for oats in slightly arid environmental conditions. The average or significant variability of the index of the individual amino acid composition of in the grain of winter rye and oats under the influence of changing environmental conditions, improving the doses of macro fertilizer affects the variability of the index of the individual amino acid composition

in the crop-growing products moderately or significantly. In some years of researches and on average a tendency has been revealed to increase the composition of both individual amino acids and their amount in the grain of winter rye and oats under the influence of improvement of technological technique for using macro fertilizer; when cultivating potatoes, the usage of manure of 40 tons and N90P45K90 gives the best result and further improvement is not advisable.

Key words: winter rye, potatoes, oats, amino acid composition, environmental conditions, macro fertilizers, sod-podzolic sandy soil.

For citation: Amino acid composition of the main products of crop-growing depending on environmental conditions and doses of macro fertilizer / V.A. Anishchenko, V.N. Adamko, L.A. Vorob'yova, E.V. Smol'sky // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 3-9.

Введение. Условия среды при возделывании сельскохозяйственных культур влияют не только на количественные показатели полученной продукции растениеводства, выраженные в урожайности, валовом сборе побочной продукции, но и качественные показатели, такие как содержание белка, крахмала, аминокислотный и элементный состав [1-3].

Предотвращение негативных последствий изменяющихся условий среды возможно при совершенствовании различных технологических приёмов, которые не только повышают продуктивность сельскохозяйственных культур, но и повышают качество растениеводческой продукции [4-6].

Качество продукции растениеводства зависит от многих природных и антропогенных факторов, изменение которых может влиять на аминокислотный состав зерна колосовых культур и клубней картофеля. И если на климатические условия тяжело повлиять или изменить их, то применяя различные технологические приёмы можно получать продукцию растениеводства высокого качества по аминокислотному составу. Выбор вида сельскохозяйственной культуры, подбор наилучшего сорта, применения научно обоснованных систем удобрения и защиты растения, подбор норм высева и сроков сева, ведение севооборота и системы земледелия, как в целом, так и отдельно по элементам технологии влияет на качество получаемой продукции [7-9].

Разработка и внедрение в производство адаптированных элементов технологий, которые в условиях низкого естественного плодородия песчаных почв обеспечивают получения высоких показателей качества основной продукции растениеводства весьма актуально.

Цель исследований – изучить роль изменяющихся условий окружающей среды и доз макроудобрения на формирование аминокислотного состава зерна озимой ржи и овса и клубней картофеля в условиях дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области.

Материалы и методы исследования. В условиях Новозыбковская сельскохозяйственной опытной станции филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на дерново-подзолистых песчаных почвах юго-запада Брянской области изучали экологическую реакцию озимой ржи, картофеля, овса на изменяющиеся условия внешней среды при различных дозах макроудобрения выраженную на изменчивость качественных показателя – аминокислотного состава основной продукции. Исследования проводили в период 2021-2023 годов в звене восьмипольного севооборота (люпин на зеленую массу – озимая рожь – картофель – овес – горох – озимая рожь – люпин на зерно – просо) на дерново-подзолистой песчаной почве, которая характеризовалась повышенным содержанием гумуса, очень высоким подвижного фосфора, средним подвижного калия, среднекислая. Плотность загрязнения ¹³⁷Cs территории опытного участка в период исследований – 560-700 кБк/м².

Объект исследования – зерно озимой ржи сорта Новозыбковская 150 и овса сорта Скакун, клубни картофеля сорта Бриз.

По данным метеорологического поста Новозыбковской СХОС агроклиматические ресурсы контрастно различались в период исследований, 2021 год исследований был избыточно влажным, 2022 год – слабо засушливым, 2023 года – засушливым.

Схема совершенствования технологических приёмов звена полевого севооборота представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема совершенствования технологических приёмов звена полевого севооборота

Технология	Озимая рожь		Картофель	Овес	
Экстенсивная	Сидерация всей массы люпина – фон	Контроль	Контроль	Известкование CaCO ₃ 5 т – фон	Контроль
Умеренная		Навоз 20 т + N60P45K60	Навоз 40 т + N90P45K90		N60K60
Интенсивная		Навоз 20 т + N90P60K90	Навоз 40 т + N120P60K120		N90K90

В качестве минеральной части макроудобрений использовали аммиачную селитру, простой суперфосфат и калий хлористый, в качестве органической части – подстилочный навоз КРС и сидерация всей массы люпина общим фоном.

Агротехника в опытах при возделывании полевых культур общепринятая для Нечерноземной зоны РФ [10-12].

Содержание аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105» с программным обеспечением «Мультихром 1,5» [13].

Изменчивость аминокислотного состава продукции растениеводства в период исследований оценивали по средствам вариационного анализа [14].

Результаты и их обсуждение. В условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв, после проведения сидерации всей массой люпина узколистного, озимая рожь формирует урожай зерна с суммой аминокислот 5,03 % в среднем за годы исследования, изменчивость показателя под действием изменяющихся условий окружающей среды – незначительная, коэффициент вариации равен 7,4 % (табл. 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав зерна озимой ржи в изменяющихся условиях среды, % на воздушно-сухую массу

Вариант	Аргинин	Лизин	Тирозин	Фенилаланин	Гистидин	Лейцин и изолейцин	Метионин	Валин	Пролин	Треонин	Серин	Аланин	Глицин	Сумма аминокислот
2021 год исследования														
Контроль	0,46	0,30	0,19	0,32	0,14	0,74	0,10	0,35	0,67	0,28	0,41	0,41	0,35	4,72
Навоз 20 т + N60P45K60	0,59	0,35	0,24	0,49	0,10	0,95	0,09	0,44	1,07	0,31	0,47	0,47	0,43	6,00
Навоз 20 т + N90P60K90	0,63	0,36	0,26	0,54	0,22	0,98	0,11	0,44	1,23	0,36	0,54	0,50	0,45	6,62
2022 год исследования														
Контроль	0,57	0,34	0,20	0,35	0,18	0,79	0,16	0,52	0,72	0,33	0,46	0,44	0,39	5,45
Навоз 20 т + N60P45K60	0,59	0,35	0,21	0,46	0,16	0,87	0,11	0,41	1,03	0,35	0,48	0,45	0,41	5,88
Навоз 20 т + N90P60K90	0,59	0,35	0,24	0,46	0,17	0,92	0,12	0,42	1,12	0,34	0,53	0,48	0,42	6,16
2023 год исследования														
Контроль	0,51	0,33	0,20	0,33	0,16	0,73	0,12	0,43	0,69	0,29	0,43	0,40	0,35	4,97
Навоз 20 т + N60P45K60	0,58	0,36	0,22	0,47	0,13	0,93	0,10	0,42	1,05	0,33	0,48	0,46	0,42	5,95
Навоз 20 т + N90P60K90	0,60	0,36	0,30	0,50	0,20	0,95	0,12	0,44	1,17	0,35	0,53	0,50	0,46	6,48
среднее за годы исследования														
Контроль	0,51	0,32	0,20	0,33	0,16	0,75	0,13	0,43	0,69	0,30	0,43	0,42	0,36	5,03
Навоз 20 т + N60P45K60	0,59	0,35	0,22	0,47	0,13	0,92	0,10	0,42	1,05	0,33	0,48	0,46	0,42	5,94
Навоз 20 т + N90P60K90	0,61	0,36	0,27	0,50	0,20	0,95	0,12	0,43	1,17	0,35	0,53	0,49	0,44	6,42
коэффициент вариации, %														
Контроль	10,7	6,4	2,9	4,6	12,5	4,3	24,1	19,6	3,6	8,8	5,8	5,0	6,4	7,4
Навоз 20 т + N60P45K60	1,0	1,6	6,8	3,2	23,1	4,5	10,0	3,6	1,9	6,1	1,2	2,2	2,4	1,0
Навоз 20 т + N90P60K90	3,4	1,6	11,5	8,0	12,8	3,2	4,9	2,7	4,7	2,9	1,1	2,3	4,7	3,7

Максимумы содержания отдельных аминокислот в зерне озимой ржи выявили в слабо засушливых условиях окружающей среды, сумма аминокислот в данных условиях была выше на 0,48 и 0,73 % соответственно суммы аминокислот в засушливый и избыточно влажный период исследований.

При этом под влиянием изменяющихся условий окружающей среды обнаружили значительную изменчивость показателя содержания метионина, коэффициент вариации равен 24,1 % и среднюю аргинина, гистидина и валина, коэффициент вариации больше 10 %, но меньше 20 %.

Совершенствование применения макроудобрения повышало содержание суммы аминокислот в зерне озимой ржи в среднем за годы исследования до 6,42 %. Наблюдали, что под действием совершенствования применения макроудобрения в изменяющихся условиях среды изменчивость показателя суммы аминокислот – незначительная, коэффициент вариации равен 1,0-3,7 %.

Максимум содержания суммы аминокислот 6,62 % в зерне озимой ржи получили под влиянием 20 т навоза и N90P60K90 в условиях избыточного увлажнения окружающей среды. Максимумы содержания отдельных аминокислот в зерне озимой ржи получили под влиянием 20 т навоза и N90P60K90, но в различных климатических условиях. В период исследований установили, что совершенствование применения макроудобрения снижает изменчивость показателя содержания метионина от значительной до незначительной, аргинина и валина от средней до незначительной и увеличивает изменчивость содержания тирозина от незначительной до средней.

Выявили, как в отдельные годы исследования, так и в среднем, тенденцию повышения содержания, как отдельных аминокислот, так и их суммы в зерне озимой ржи под действием совершенствования технологического приёма применения макроудобрения (табл. 2).

В условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв, после возделывания предшественника озимой ржи, картофель формирует урожай клубней с суммой аминокислот 4,73 % в среднем за годы исследования, изменчивость показателя под действием изменяющихся условий окружающей среды – незначительная, коэффициент вариации равен 1,6 %.

Максимумы содержания отдельных аминокислот в клубнях картофеля завесили от условий окружающей среды и вида аминокислот, наибольшую сумму аминокислот 3,52 % получили в избыточно влажный период исследований. При этом под влиянием изменяющихся условий окружающей среды обнаружили незначительную изменчивость показателей содержания отдельных аминокислот, коэффициент вариации был меньше 10 % (табл. 3).

Совершенствование технологического приёма применения макроудобрения повышало содержание суммы аминокислот в клубнях картофеля в среднем за годы исследования до 4,95 %. Наблюдали, что под действием совершенствования применения макроудобрения в изменяющихся условиях среды изменчивость показателя суммы аминокислот – незначительная, коэффициент вариации равен 1,7-5,6 %.

Максимумы содержания отдельных аминокислот и суммы аминокислот 5,23 % в клубнях картофеля получили под влиянием 40 т навоза и N90P45K90 в условиях избыточного увлажнения окружающей среды. В период исследований установили, что совершенствование применения макроудобрения увеличивает изменчивость показателя содержания метионина от незначительной до значительной (табл. 3).

Таблица 3 – Аминокислотный состав клубней картофеля в изменяющихся условиях среды, % на воздушно-сухую массу

Вариант	Аргинин	Лизин	Тирозин	Фенилаланин	Гистидин	Лейцин и изолейцин	Метионин	Валин	Пролин	Треонин	Серин	Аланин	Глицин	Сумма аминокислот
2021 год исследования														
Контроль	0,31	0,26	0,17	0,25	0,06	0,57	0,08	0,29	0,22	0,47	0,29	0,33	0,22	3,52
Навоз 40 т+ N90P45K90	0,43	0,40	0,21	0,33	0,11	0,80	0,13	0,43	0,53	0,72	0,40	0,46	0,28	5,23
Навоз 40 т+ N120P60K120	0,43	0,36	0,18	0,31	0,13	0,70	0,11	0,41	0,57	0,67	0,32	0,42	0,25	4,86
2022 год исследования														
Контроль	0,28	0,26	0,16	0,23	0,06	0,57	0,08	0,32	0,21	0,47	0,27	0,31	0,19	3,41
Навоз 40 т+ N90P45K90	0,37	0,37	0,20	0,29	0,10	0,71	0,08	0,40	0,48	0,65	0,36	0,42	0,25	4,68
Навоз 40 т+ N120P60K120	0,38	0,37	0,20	0,30	0,11	0,67	0,08	0,39	0,53	0,65	0,34	0,42	0,26	4,70
2023 год исследования														
Контроль	0,30	0,25	0,17	0,24	0,06	0,58	0,09	0,30	0,22	0,47	0,28	0,32	0,20	3,48
Навоз 40 т+ N90P45K90	0,40	0,38	0,21	0,30	0,11	0,75	0,09	0,42	0,50	0,67	0,38	0,43	0,27	4,91
Навоз 40 т+ N120P60K120	0,40	0,37	0,19	0,31	0,13	0,69	0,10	0,40	0,55	0,67	0,33	0,42	0,26	4,82

Продолжение таблицы 3

Вариант	Аргинин	Лизин	Тирозин	Фенилаланин	Гистидин	Лейцин и изолейцин	Метионин	Валин	Пролин	Треонин	Серин	Аланин	Глицин	Сумма аминокислот
среднее за годы исследования														
Контроль	0,30	0,26	0,17	0,24	0,06	0,57	0,08	0,30	0,22	0,47	0,28	0,32	0,20	3,47
Навоз 40 т + N90P45K90	0,40	0,38	0,21	0,31	0,11	0,75	0,10	0,42	0,50	0,68	0,38	0,44	0,27	4,95
Навоз 40 т + N120P60K120	0,40	0,37	0,19	0,31	0,12	0,69	0,10	0,40	0,55	0,66	0,33	0,42	0,26	4,80
коэффициент вариации, %														
Контроль	5,1	2,2	3,5	4,2	0,0	1,0	6,9	5,0	2,7	0,0	3,6	3,1	7,5	1,6
Навоз 40 т + N90P45K90	7,5	4,0	2,8	6,8	5,4	6,0	26,5	3,7	5,0	5,3	5,3	4,8	5,7	5,6
Навоз 40 т + N120P60K120	6,2	1,6	5,3	1,9	9,4	2,2	15,8	2,5	3,6	1,7	3,0	0,0	2,2	1,7

Выявили, как в отдельные годы исследования, так и в среднем, разноплановое действие совершенствования технологического приёма применения макроудобрения на изменение содержания, как отдельных аминокислот, так и их суммы в клубнях картофеля, в зависимости от дозы макроудобрения (табл. 3).

В условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв, после возделывания предшественника картофеля, овес формирует урожай зерна с суммой аминокислот 6,66 % в среднем за годы исследования, изменчивость показателя под действием изменяющихся условий окружающей среды – незначительная, коэффициент вариации равен 0,4 %.

Максимумы содержания отдельных аминокислот в зерне овса завесили от условий окружающей среды и вида аминокислот, наибольшую сумму аминокислот 6,69 % получили в слабо засушливый период исследований. При этом под влиянием изменяющихся условий окружающей среды изменчивость показателей содержания отдельных аминокислот была незначительной, коэффициент вариации был меньше 10 %, за исключением изменчивости содержания треонина, которая была средней (табл. 4).

Таблица 4 – Аминокислотный состав зерна овса в изменяющихся условиях среды, % на воздушно-сухую массу

Вариант	Аргинин	Лизин	Тирозин	Фенилаланин	Гистидин	Лейцин и изолейцин	Метионин	Валин	Пролин	Треонин	Серин	Аланин	Глицин	Сумма аминокислот
2021 год исследования														
Контроль	0,80	0,39	0,32	0,49	0,17	1,15	0,18	0,52	0,55	0,38	0,59	0,58	0,52	6,64
N60K60	0,87	0,48	0,40	0,63	0,22	1,36	0,23	0,60	0,64	0,46	0,67	0,70	0,60	7,86
N90K90	1,15	0,78	0,33	0,56	0,19	1,39	0,22	0,52	0,72	0,54	0,79	0,68	0,60	8,47
2022 год исследования														
Контроль	0,87	0,41	0,29	0,47	0,15	1,16	0,18	0,44	0,61	0,29	0,69	0,60	0,53	6,69
N60K60	0,99	0,44	0,31	0,53	0,16	1,26	0,19	0,47	0,66	0,47	0,70	0,64	0,55	7,37
N90K90	1,22	0,56	0,39	0,65	0,19	1,50	0,24	0,60	0,76	0,57	0,86	0,77	0,68	8,99
2023 год исследования														
Контроль	0,86	0,41	0,30	0,48	0,17	1,15	0,17	0,50	0,58	0,33	0,63	0,58	0,52	6,68
N60K60	0,92	0,45	0,37	0,58	0,20	1,39	0,21	0,55	0,65	0,47	0,69	0,68	0,59	7,75
N90K90	1,20	0,65	0,37	0,60	0,19	1,46	0,24	0,56	0,75	0,55	0,84	0,72	0,64	8,77
среднее за годы исследования														
Контроль	0,84	0,40	0,30	0,48	0,16	1,15	0,18	0,49	0,58	0,33	0,64	0,59	0,52	6,66
N60K60	0,93	0,46	0,36	0,58	0,19	1,34	0,21	0,54	0,65	0,47	0,69	0,67	0,58	7,67
N90K90	1,19	0,66	0,36	0,60	0,19	1,45	0,23	0,56	0,74	0,55	0,83	0,72	0,64	8,72

Продолжение таблицы 4

Вариант	Аргинин	Лизин	Тирозин	Фенилаланин	Гистидин	Лейцин и изолейцин	Метионин	Валин	Пролин	Треонин	Серин	Аланин	Глицин	Сумма аминокислот
коэффициент вариации, %														
Контроль	4,5	2,9	5,1	2,1	7,2	0,5	3,2	8,5	5,2	13,7	7,9	2,0	1,1	0,4
N60K60	6,5	4,5	12,7	8,6	16,1	5,1	9,5	12,1	1,5	1,2	2,2	4,6	4,6	3,4
N90K90	3,0	16,8	8,5	7,5	0,0	3,8	5,0	7,1	2,8	2,8	4,3	6,3	6,3	3,0

Совершенствование технологического приёма применения макроудобрения повышало содержание суммы аминокислот в зерне овса в среднем за годы исследования до 8,72 %. Наблюдали, что под действием совершенствования применения макроудобрения в изменяющихся условиях среды изменчивость показателя суммы аминокислот – незначительная, коэффициент вариации равен 3,0-3,4 %.

Максимум содержания суммы аминокислот 8,99 % в зерне овса получили под влиянием N90K90 в слабо засушливых условиях окружающей среды. Максимумы содержания отдельных аминокислот в зерне овса завесили от сочетания доз макроудобрения и климатических условий возделывания культуры. В период исследований установили, что совершенствование применения макроудобрения снижает изменчивость показателя содержания треонина от средней до незначительной и увеличивает изменчивость содержания лизина, тирозина, гистидина и валина от незначительной до средней (табл. 4).

Выявили, как в отдельные годы исследования, так и в среднем, тенденцию повышения содержания, как отдельных аминокислот, так и их суммы от 6,66 до 8,72 % в зерне овса под действием совершенствования технологического приёма применения макроудобрения (табл. 4).

Заключение. В результате исследований, проведенных в изменяющихся условиях окружающей среды при совершенствовании применения макроудобрения на экологическую реакцию озимой ржи, выраженную в качественном показателе полученной продукции растениеводства, в период 2021-2023 годов в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области установили следующие тенденции и закономерности: 1) аминокислотный состав продукции растениеводства зависит от вида возделываемой полевой культуры, исследуемые культуры по сумме аминокислот в среднем за годы исследования расположились в следующий ранжированный ряд: овес (6,66 %), озимая рожь (5,03) и картофель (3,47); 2) установили, что изменчивость показателя суммы аминокислот в продукции растениеводства в среднем за годы исследования в условиях опыта незначительно зависит от изменяющихся условий окружающей среды и совершенствования доз макроудобрения; 3) определили, что наиболее эффективно применение макроудобрения с целью повышения содержания аминокислот в продукции растениеводства, для озимой ржи и картофеля в условиях избыточного увлажнения, а для овса в слабо засушливых условиях окружающей среды; 4) выявили среднюю или значительную изменчивость показателя содержания отдельных аминокислот в зерне озимой ржи и овса под действием изменяющихся условия окружающей среды; 5) обнаружили среднюю или значительную изменчивость показателя содержания отдельных аминокислот в продукции растениеводства под действием совершенствования макроудобрения в изменяющихся условиях окружающей среды; 6) выявили, как в отдельные годы исследования, так и в среднем, тенденцию повышения содержания, как отдельных аминокислот, так и их суммы в зерне озимой ржи и овса под действием совершенствования технологического приёма применения макроудобрения, при возделывании картофеля применение навоз 40 т и N90P45K90 дает наилучший результат дальнейшее совершенствование не целесообразно.

Список источников

1. Урожайность и аминокислотный состав зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 137-142.
2. Жаркова С.В., Шмидт Р.В. Изменчивость показателей продуктивности и качества зерна овса ярового (*Avena Sativa L.*) в зависимости от сорта и лет исследования // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. № 5. С. 28-32.
3. Артамонов С.Г., Владимиров В.П., Мостякова А.А. Формирование урожая и качество клубней среднераннего картофеля сорта Гала в зависимости от вносимых доз калийных удобрений на серой лесной почве лесостепи среднего Поволжья // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т. 14, № 2. С. 10-14.

4. Действие длительного применения удобрений на продуктивность и качество зерна озимой ржи при возделывании на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs / В.Н. Адамко, В.А. Анищенко, Л.А. Воробьева, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3. С. 3-7.

5. Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве, в зависимости от применяемых средств химизации / Н.Н. Андришина, И.Н. Белоус, В.Н. Адамко и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 98-103.

6. Действие возрастающих доз вермикомпоста на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество клубней картофеля / М.С. Бутенко, О.А. Ульянова, А.Н. Халипский, С.В. Хижняк // Агрохимия. 2020. № 7. С. 47-56

7. Питюрин И.С., Истригова Т.А., Виноградов Д.В. Потребительские качества клубней картофеля и их аминокислотный состав в зависимости от уровня минерального питания // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 3. С. 42-47.

8. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / Ф.А. Попов, В.Д. Абашев, Е.Н. Носкова и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21, № 5. С. 561-570.

9. Иванова Ю.С., Фомина М.Н., Ярославцев А.А. Оценка коллекции овса по основным биохимическим показателям качества в условиях Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 1. С. 2-11.

10. Картофель: биология и технологии возделывания: монография / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, М.В. Котиков и др. Брянск, 2010. 111 с.

11. Яровые зерновые культуры: биология и технологии возделывания: монография / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, Н.С. Шпилёв, О.В. Мельникова; под ред. В.Е. Торикова. Брянск, 2010. 124 с.

12. Озимые зерновые культуры: биология и технологии возделывания: монография / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, Н.С. Шпилёв и др. Брянск, 2010. 138 с.

13. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. М.: МГУ, 2001. 689 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: учеб. для с.-х. вузов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Информация об авторах:

В.А. Анищенко – аспирант, Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», ngsos-vniia@yandex.ru.

В.Н. Адамко – директор, Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», кандидат сельскохозяйственных наук.

Л.А. Воробьева – кандидат сельскохозяйственных наук, Новозыбковская СХОС - филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

Е.В. Смольский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, sev_84@mail.ru.

Information about the authors:

V.A. Anishchenko – Postgraduate Student, Novozybkov Agricultural Experimental Station – Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, ngsos-vniia@yandex.ru.

V.N. Adamko – Director, Candidate of Agricultural Sciences, Novozybkov Agricultural Experimental Station – Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology.

L.A. Vorob'yova – Candidate of Agricultural Sciences, Novozybkov Agricultural Experimental Station – Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology.

Ye.V. Smol'sky – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, sev_84@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024, принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

© Анищенко В.А., Адамко В.Н., Воробьева Л.А., Смольский Е.В.

**ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)**

Научная статья
УДК 633.11 «324»

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

¹Валентина Ивановна Репникова, ¹Владимир Ефимович Ториков,
¹Ольга Владимировна Мельникова, ¹Алексей Андреевич Осипов, ²Виктор Викторович Шаков
¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия
²Дубровский ГСУ, Брянская область, Пеклино, Россия

Аннотация. В условиях серых лесных почв опытной станции Брянского ГАУ на фоне минерального питания (N180P120K120 кг/га д.в.) наиболее высокоурожайными оказались сорта Амелия (13,38 т/га) и Торрилд (13,26 т/га). Биологическую урожайность от 10,8 до 12,46 т/га сформировали Вилора, Немчиновская 85, Мила, Бирюза, Августина, Элегия, Липецкая звезда, Московская 56, Московская 31, ЭН Цефей, ЭН Марс, ЭН Тайгета. Все остальные испытываемые сорта оказались менее продуктивными, обеспечив урожайность зерна - 8,34...8,89 т/га. Требованиям стандарта для 2 класса по содержанию и качеству сырой клейковины (28,11%) отвечало зерно сорта Торрилд. Все остальные сорта за исключением СТРГ 8060 15 сформировали зерно с содержанием сырой клейковины свыше 23%, которая отвечала требованиям 2-ой группы показателя прибора ИДК. Содержание в зерне сырого жира находилась в пределах 0,90-1,09%, тогда как у сорта Торрилд оно составило только 0,79%, а сырой клетчатки 2,71%. Во всех других изучаемых сортах содержание сырой клетчатки колебалась от 2,45 (сорт Вилора) до 4,37% (сорт Мила). В условиях серых лесных хорошо окультуренных почв Стародубского ГСУ при внесении N155P87K90 кг/га д.в. по уровню сформированной урожайности зерна от 7,12 т/га до 7,75 т/га оказались сорта Семён, Амелия, Донбасс, Торба, Василич, Вилора, Московская 31 и Нил. Все остальные сорта за исключением Совет и Регион 161 обеспечили хозяйственную урожайность от 6,27 до 6,98 т/га на уровне сортов Скипетр (6,53т/га) и Мера (6,57 т/га), принятых в ГСУ за стандарт. На дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ при внесении N155P87K90 кг/га д.в. наибольшую урожайность зерна 6,56 и 6,06 т/га обеспечили сорта Сократ и Зуша, превысив сорт Мера, принятый в ГСУ за стандарт на 1,15 и 0,65 т/га. Сорта Торба, Совет, Адарка, Самбек, Донбасс, Донец, Стилбол и Разгуляй сформировали урожайность зерна ниже уровня стандарта (сорта Скипетр) на 0,44 и 1,03 т/га. Все остальные изучаемые сорта по величине собранной урожайности были на уровне стандарта (сорта Мера – 5,41 т/га). Сорта Энергия, Сотка и Московская 31 обеспечили незначительную прибавку к контролю (в пределах – 0,46 т/га).

Ключевые слова: пшеница озимая, сорт, урожайность, сырой протеин, сырая клейковина, сырой жир, сырая клетчатка.

Для цитирования: Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий произрастания / В.И. Репникова, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 10-17.

Original article

**YIELDS AND QUALITY OF GRAIN OF WINTER WHEAT VARIETIES DEPENDING
ON GROWING CONDITIONS**

¹Valentina I. Repnikova, ¹Vladimir Ye. Torikov, ¹Ol'ga V. Mel'nikova,
¹Alexey A. Osipov, ²Victor V. Shakov

¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

²Dubrovka SVTP, Bryansk region, Peklino, Russia

Abstract. In the conditions of gray forest soils of the experimental station of the Bryansk State Agrarian University against the background of mineral nutrition (N180P120K120 kg/ha of D.V.) the highest-yielding varieties were Amelia (13.38 t/ha) and Torrild (13.26 t/ha). The biological yields from 10.8 to 12.46 t/ha was formed by Vilora, Nemchinovskaya 85, Mila, Biryuza, Avgustina, Elegia, Lipetskaya Zvezda, Moskovskaya 56, Moskovskaya 31, EN Tsefei, EN Mars, EN Taygeta. All the rest tested varieties turned out to be less productive, providing grain yields of 8.34...8.89 t/ha. The requirements of the standard for Class 2 in terms of the composition and quality of raw gluten (28.11%) were met by Torrild grain. All the rest varieties, with the exception of STRG 8060 15, formed grain with a crude gluten composition of over 23%, which met the require-

ments of the 2nd group of the IDK device indicator. The composition of crude fat in the grain was in the range of 0.90-1.09%, whereas in the Torrild variety it was only 0.79%, and crude fiber 2.71%. In all other studied varieties, the crude fiber composition ranged from 2.45 (Vilora variety) to 4.37% (Mila variety). In the conditions of gray forest well-cultivated soils of the Starodub state variety testing plot (SVTP), when applying $N_{155}P_{87}K_{90}$ kg/ha of active substance, the varieties Semyon, Amelia, Donbass, Torba, Vasilich, Vilora, Moskovskaya 31 and Nil turned out to be at the level of formed grain yields from 7.12 t/ha to 7.75 t/ha. All the rest varieties, with the exception of Sovet and Region 161, provided economic yields from 6.27 to 6.98 t/ha at the level of the Skipert (6.53t/ha) and Mera (6.57 t/ha) varieties adopted by the SVTP as a standard. On the sod-podzolic soils of the Dubrovka SVTP when applying $N_{155}P_{87}K_{90}$ kg/ha of active substance the highest grain yields of 6.56 and 6.06 t/ha was provided by the varieties Sokrat and Zusha, having exceeded the Mera variety adopted by the SVTP as a standard by 1.15 and 0.65 t/ha. The varieties Torba, Sovet, Adarka, Sambek, Donbass, Donets, Stilbol and Razgulyai formed grain yields below the standard level (the Skipetr variety) by 0.44 and 1.03 t/ha. All the rest studied varieties were at the standard level in terms of the harvested yields (the Mera variety – 5.41 t/ha). The varieties Energiya, Sotka and Moskovskaya 31 provided a slight increase to the control (within the range of 0.46 t/ha).

Key words: winter wheat, variety, yields, crude protein, crude gluten, crude fat, crude fiber.

For citation: Yields and quality of grain of winter wheat varieties depending on the growing conditions V.I. Repnikova, V.Ye. Torikov, O.V. Mel'nikova, etc. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 10-17.

Введение. В юго-западной части Центрального региона России в условиях серых лесных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв в целях сортосмены изучение урожайности новых сортов озимой пшеницы отечественной селекции требует дальнейшего проведения всестороннего научного исследования. В Центральном регионе Нечерноземной зоны России наибольшие площади посевов занимают сорта озимой пшеницы российской селекции: Инна (7950 га), Львовская 4 (6385 га), Московская 56 (5660 га), Мера (5235 га), Львовская 8 (5150 га), Мера (5235 га), Заря (4160 га), Немчиновская 17 (2800 га), Московская 39 (2690 га), а Московская 40, Липецкая звезда, Памяти Федина, Галина, Немчиновская 24 от 500 до 1500 га). Урожайность этих сортов среднем за 5 лет испытаний превысила сорта, принятые в ГСУ за стандарт, на 5,7 т/га, а в отдельные годы она колебалась от 6,8 до 7,2 т/га. В оптимальные по гидротермическим условиям годы урожайность зерна на уровне 8 т/га была достигнута в Московской области по сортам Немчиновская 24 и Галина. По лучшим технологическим показателям качества выделялся сорт Московская 40 [1].

Многие исследователи Б.И. Сандухадзе, Г.В. Кочетыгов, М.И. Рыбакова, В.В. Бугрова и др. [2], В.Е. Ториков, И.И. Фокин [10], определяют сорт - как средство производства в сельском хозяйстве. СОРТУ отдается роль незаменимой биологической системы, повышения урожайности и улучшения качества продукции можно добиться за счет использования наиболее урожайных сортов. Одной их характерных особенностей является то, что в одних и тех же условиях возделывания разные сорта проявляют себя по-разному.

Результатами полевых опытов установлено, что в среднем за счет использования нового, более продуктивного сорта можно добиться прибавки не менее 0,2 т/га, а по отдельным сортам - от 0,8 до 1,0 т/га - П.М. Политыко, С.В. Матюта, И.В. Шаклеина, А.Л. Проценко, Заргар Мейсам - [1], Б.И. Сандухадзе, Г.В. Кочетыгов, М.И. Рыбакова, В.В. Бугрова и др. [2], В.Е. Ториков, И.И. Фокин [11].

Изучение эффективности технологий возделывания новых сортов озимой пшеницы селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» на дерново-подзолистых почвах показало, что интегрированная система защиты растений и нормы применения минеральных удобрений определили биологическую и хозяйственную ценность урожая зерна. Урожайность зерна сортов озимой пшеницы при интенсивной и высокоинтенсивной технологиях на 82-84 % зависела от продуктивного стеблестоя и массы зерна в колосе. В оптимальные по гидротермическим условиям годы урожайность зерна на уровне 8 т/га была достигнута по сортам Немчиновская 24 и Галина. По лучшим технологическим показателям качества выделился сорт Московская 40 (Политыко П.М., Матюта С.В., Проценко А.Л. и др. [1]).

На многолетней практике доказано, что одним из доступных и экономически выгодных способов получения высоких урожаев является использование семян отечественных сортов высокого качества [6,7,8]. Возделывание сортов, которые наиболее полно используют условия высокого агрофона, позволяют повысить экономическую эффективность внесения минеральных удобрений. Следует отметить, что каждый сорт имеет как отрицательные, так и положительные стороны, которые проявляются по-разному в зависимости от разных факторов, в частности от погодных условий. Поэтому в каждом сельскохозяйственном предприятии целесообразно выращивать несколько сортов, которые отличаются по вегетационному периоду созревания и пластичности [3,4,5].

Рациональное использование почвенно-климатических условий и научно-обоснованное применение минеральных и органических удобрений, материально-технических средств и других составляющих агротехники должно учитываться при внедрении адаптивных технологий возделываемого сорта [9,12,13].

Применение интегрированной системы защиты растений в сочетании с оптимальными дозами минеральных удобрений и сортом в интенсивных технологиях позволило значительно повысить уровень урожайности возделываемых сортов озимой пшеницы, повысить окупаемость азотных удобрений более чем в 1,5-2 раза, благодаря эффективному использованию питательных веществ культурными растениями за счёт снижения в посевах численности сорняков, их массы и поражения растений болезнями [9 - 13].

Успешное развитие современного растениеводства требует новых знаний об особенностях реализации зерновой продуктивности вновь рекомендуемых для возделывания сортов.

Целью исследований являлось оценить урожайность качество зерна новых сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях серых лесных почв опытной станции Брянского ГАУ, Стародубского ГСУ и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ Брянской области.

Материалы, методика исследований и агротехнические мероприятия в опытах. Полевые опыты проведены в условиях серой лесной почвы опытной станции Брянского ГАУ, Стародубского ГСУ и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ Брянской области.

В полевом опыте Брянского ГАУ проводили учёт биологической урожайности и товарных качеств зерна новых сортов озимой пшеницы. После уборки предшественника обработка почвы под озимую пшеницу включала: дискование почвы на глубину 10-12 см, вспашку с боронованием на глубину пахотного слоя (22-23 см), по мере появления сорняков - культивацию КПС-4 на 10-12 см с боронованием. Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения. Непосредственно перед посевом проводили предпосевную обработку почвы комбинированным агрегатом РВК-3,6. Посев озимой пшеницы проводили 10 сентября рядовым способом сеялкой СПУ-3. Норма высева семян составляла 5,0 млн. всх. шт. /га.

Применяли интегрированную защиту посевов от болезней, вредителей и сорной растительности. Использовали системный протравитель семян от болезней, почвообитающих и вредителей всходов Табу, ВСК (имidakлоприд, 500 г/л) при норме расхода - 0,5 л/т из расчета 10 л/т рабочей жидкости.

Гербициды - Бомба Микс, ВДГ, СЭ (комбинация двух гербицидов: Бомбы (трибенурон-метил, 563 г/кг + флорасулам, 187 г/кг) и Балерины (2,4-Д кислота в виде сложного 2-этилгексилового эфира, 410 г/л + флорасулам, 7,4 г/л) при норме 0,28 л/га и расходе рабочей жидкости - 300 л/га в фазу осеннего кушения против широкого спектра двудольных сорняков, в том числе подмаренника цепкого, осота и бодяка, а также в период весеннего кушения озимой пшеницы Ластик Топ, МКЭ (феноксапроп - П-этил, 90 г/л, клодинафоппропаргил, 60 г/л и антидот клоквинтосетмексил, 40 г/л) двухкомпонентного селективного гербицида для борьбы со злаковыми сорняками (плевел, просо куриное, просо сорно-полевое, метлица полевая, метлица обыкновенная, лисохвост, мятлик, щетинник, канареечник) из расчета - 0,5 л/га и расходе расход рабочей жидкости - 300 л/га.

Фунгицид Аканто Плюс, КС (пикоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) применяли в фазу трубкования от мучнистой росы, ринхоспориоза, бурой и корончатой ржавчины септориоза, фузариоза, красно-бурой пятнистости из расчета 0,6 л/га и расходе рабочей жидкости - 300 л/га. Ретардант Стабилан, ВР (хлормекватхлорид 460 г/л) по 1,5 л/га в фазу начала трубкования.

Кроме того, полевые опыты были организованы на серой лесной почве опытной станции Брянского ГАУ, Стародубского ГСУ и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ Брянской области.

Размещение делянок в опыте систематическое, повторность 3-х кратная, общая площадь делянки - 35 м², в том числе учетная - 25 м².

В целом серые лесные почвы характеризовались средневзвешенным содержанием органического вещества 3,23 %, с кислотностью близкой к нейтральной (рН_(КCl) - 5,67), высоким уровнем содержания Р₂О₅ - 20,9 мг/кг и средней обеспеченностью К₂О - 11,1 мг/кг почвы.

В дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ среднее содержание гумуса составляло 1,68% (по Тюрину), Р₂О₅ - 21,7 мг/кг и К₂О - 14,6 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН_(КCl) - 4,83.

Складывающие агрометеорологические условия Брянской области типичны для Центрального региона России. Годовая сумма осадков составляет 580-623 мм. Область относится к зоне недостаточного увлажнения с сильно увлажненной зимой и умеренно сухим летом, ГТК = 1,1-1,5. Наиболее теплым является июль (+19,4°C). В августе начинается плавное снижение температуры с 18,2°C до 12,9°C в сентябре, 6,4°C в октябре и до 0,4°C в ноябре. Изменение температуры воздуха имеет четко выраженный сезонный характер. Весна наступает в третьей декаде марта и характеризуется быстрым

ростом температуры с $-1,8^{\circ}\text{C}$ в марте до $+6,7^{\circ}\text{C}$ в апреле и до $+14,5^{\circ}\text{C}$ в мае. В отдельные годы весна бывает затяжной с неустойчивой температурой и с несколькими волнами похолодания, вплоть до возврата заморозков. Переход среднесуточной температуры через $+10^{\circ}\text{C}$ приходится на начало мая, далее идет плавное нарастание до июля – первой декады августа. Снижение среднесуточной температуры ниже 10°C приходится на 25 сентября.

При выполнении научных исследований использовали метод полевого опыта, лабораторные и лабораторно-полевые методы. Полевые исследования проводили по общепринятой методике полевого опыта Б.А. Доспехова [11].

Аналитические испытания выполнены в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по общепринятым методикам. Методы определения качества зерна: влажность зерна - ГОСТ 13586.5-2015, общий азот и сырой протеин – ГОСТ 13496.4-93, содержание фосфора - ГОСТ 26657-97, сырой жир и сырая клетчатка - ГОСТ 32040-2012, натуру зерна – ГОСТ 10840-6,4, содержание белка – ГОСТ 10846-74, сырую клейковину – ГОСТ 54478-2011.

Показатели качества зерна получены с помощью прибора ИнфраЛЮМ ФТ -12 с программным обеспечением «СпектрЛЮМ/Про». Общий азот (Нобщ.) определяли фотометрически индофенольным методом в соответствии ГОСТ-13496.4-93, содержание протеина определяли по формуле: Нобщ $\times 5,7$.

Результаты исследований. В условиях серых лесных почв опытной станции Брянского ГАУ на фоне минерального питания (N180P120K120 кг/га д.в.) была проведена экологическая оценка сортов озимой пшеницы различных генотипов. Учёт биологической урожайности зерна позволил провести ранжирование изучаемых сортов по этому показателю (табл. 1). Так, наиболее выдающимися по зерновой продуктивностью оказались сорта Амелия (13,38 т/га) и Торрилд (13,26 т/га). Биологическую урожайность от 10,8 до 12,46 т/га сформировали Вилора, Немчиновская 85, Мила, Бирюза, Августина, Элегия, Липецкая звезда, Московская 56, Московская 31, ЭН Цефей, ЭН Марс, ЭН Тайгета. Все остальные изучаемые сорта оказались менее продуктивными, обеспечив урожайность зерна - 8,34...8,89 т/га.

Таблица 1 - Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, опытное поле Брянского ГАУ

Сорт	Урожайность биологическая, т/га	Сырой протеин, %	Сырая клейковина, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %
Памяти Федина (st)	8,86	12,78	23,8	1,09	3,43
Вилора	10,80	11,72	23,14	0,81	2,45
Асима	8,89	13,39	25,6	1,00	3,16
Августина	12,34	12,17	24,2	0,95	2,65
Амелия	13,38	12,38	24,3	0,94	3,70
Элегия	12,46	14,01	27,6	1,05	4,37
Мила	10,25	13,03	25,4	0,99	4,13
Торрилд	13,26	14,98	28,11	0,79	2,17
Липецкая звезда	11,30	12,42	23,4	0,99	3,60
Немчиновская 57	8,65	14,01	27,6	0,98	2,71
Немчиновская 85	10,47	13,60	25,3	1,01	2,90
Немчиновская 14	8,75	12,24	23,7	0,89	2,52
Московская 56	11,73	14,02	27,32	0,97	3,16
Московская 31	11,24	13,28	25,8	1,03	3,28
СТРГ 8060 15	8,47	11,97	21,5	1,04	2,99
Эн альбирео	8,34	12,84	23,8	0,99	3,79
Эн цефей	11,87	13,35	25,61	1,06	3,25
Эн марс	11,17	12,90	24,23	0,90	2,49
Эн тайгета	11,45	14,49	27,91	0,98	3,19
Эн фотон	8,57	11,92	23,84	0,99	2,96
Эн персей	11,28	12,94	23,92	1,07	3,26
Бирюза	10,59	14,53	27,75	1,00	3,14
НСР ₀₅	0,31				

Одним из важнейших показателей товарных качеств продовольственного зерна является содержание в его составе сырой клейковины в % и её качество (в условных единицах прибора ИДК).

Анализируемые нами образцы зерна изучаемых сортов показали, что требованию стандарта для 2 класса по содержанию и качеству сырой клейковины (28,11%) отвечало зерно сорта Торрилд.

Все остальные сорта за исключением СТРГ 8060 15 сформировали зерно с содержанием в нем сырой клейковины свыше 23%, которая отвечала требованиям 2-ой группы показателя прибора ИДК.

Содержание в зерне сырого жира находилось в пределах 0,90-1,09%, тогда как у сорта Торрид оно составило только 0,79%, а сырой клетчатки 2,71%. Во всех других изучаемых нами сортах содержание сырой клетчатки колебалась от 2,45 (сорт Вилора) до 4,37% (сорт Мила).

В условиях серых лесных хорошо окультуренных почв Стародубского ГСУ с содержанием гумуса 2,9% (по Тюрину), фосфора – 37,0 мг/кг почвы и калия – 10,9 мг/кг (по Кирсанову) было проведено изучение сортов озимой пшеницы различных генотипов по формированию уровня хозяйственной урожайности и отдельных показателей товарных качеств зерна. Минеральные удобрения были внесены из расчета азота 155 кг/га, фосфор - 87 и калий - 90 кг/га по д.в.

По уровню сформированной урожайности зерна в интервале от 7,12 т/га до 7,75 т/га оказались сорта Семён, Амелия, Донбасс, Торба, Василич, Вилора, Московская 31 и Нил (табл. 3).

Все остальные испытываемые сорта за исключением Совет и Регион 161 обеспечили хозяйственную урожайность зерна (от 6,27 до 6,98 т/га) на уровне сортов Скиперт (6,53т/га) и Мера (6,57 т/га), принятых в ГСУ за стандарт.

Показатель крупности и выполненности зерна, каким является масса 1000 зерен, колебался от 35,3 г (сорт Августина) до 53,1 г (сорт Московская 31).

Прямой зависимости между показателями «высота растений» и уровнем сформированной урожайности не установлено. Сорта Семён, Амелия, Донбасс, Торба, Василич, Вилора, Московская 31 и Нил, обеспечившие урожайность зерна свыше 7 т/га, отличались меньшей степенью поражения ржавчиной (до 10%). Жизнеспособных флаговых листьев у них была более продолжительной на 5-7 суток по сравнению с другими испытываемыми сортами.

Таблица 2 - Урожайность зерна и хозяйственно-ценные показатели сортов озимой пшеницы, возделываемых на Стародубском ГСУ

Сорт	*Урожайность хозяйственная, т/га	Масса 1000 зерен, г	Высота стеблестоя, см	Поражение ржавчиной, %
Скиперт (st)	6,53	46,2	96	20
Буран	6,75	45,3	74	25
Василич	7,31	42,0	84	10
Вилора	7,28	40,1	89	10
Ермоловка	6,99	44,2	90	20
Немчиновская 14	6,79	41,4	81	20
Разгуляй	6,98	46,3	96	20
Сотка	6,30	42,2	85	20
Энергия	6,43	42,2	87	20
Мера (st)	6,57	45,3	107	15
Адарка	6,34	48,1	93	15
Августина	6,80	35,3	77	20
Амелия	7,71	42,2	97	10
Донбасс	7,37	38,3	71	10
Зуша	6,85	40,2	77	20
Элегия	6,39	41,4	82	15
Московская 31	7,22	53,1	51	10
Нил	7,12	45,2	74	10
Семён	7,75	44,1	79	10
Совет	5,61	42,0	102	30
Сократ	6,27	43,2	85	20
Стилбол	6,81	40,3	94	20
Торба	7,34	45,2	76	10
Парсек	6,62	51,1	85	20
Донец	6,45	49,2	80	20
Регион 161	5,67	48,3	81	25
НСР ₀₅	0,44			

Примечание: *Урожайность зерна приведена к стандартной влажности – 14%.

На дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ с невысоким содержанием гумуса 1,68% (по Тюрину), фосфора – 21,7 мг/кг почвы и калия – 14,6 мг/кг (по Кирсанову) была проведена оценка сортов озимой пшеницы различных генотипов по формированию уровня хозяйственной урожайности зерна и отдельных показателей его товарных качеств. Минеральные удобрения внесены из расчета азота 155 кг/га, фосфор - 87 и калий - 90 кг/га по д.в.

На дерново-подзолистых почвах с невысоким уровнем естественного плодородия Дубровского ГСУ наибольшую урожайность зерна 6,56 и 6,06 т/га обеспечили сорта Сократ и Зуша, превысив сорт Мера, принятый в ГСУ за стандарт, на 1,15 и 0,65 т/га (табл. 4).

Сорта Торба, Совет, Адарка, Самбек, Донбасс, Донец, Стилбол и Разгуляй сформировали урожайность зерна ниже уровня стандарта (сорта Скипетр) на 0,44 и 1,03 т/га.

Таблица 3 - Урожайность зерна и хозяйственно-ценные показатели сортов озимой пшеницы, Дубровский ГСУ

Сорт	*Урожайность хозяйственная, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Высота стеблестоя, см
Скипетр (st)	5,21	44,6	765	92
Амелия	5,36	49,2	764	78
Донбасс	4,78	46,2	755	85
Донец	4,78	46,0	752	70
Зуша	6,06	48,2	785	74
Московская 31	5,87	47,6	774	78
Нил	5,65	47,4	764	74
Парсек	5,44	47,6	762	74
Регион 161	5,12	40,8	759	71
Семён	5,19	45,2	755	71
Совет	4,52	47,8	752	71
Сократ	6,56	50,8	788	74
Стилбол	4,41	44,4	758	84
Торба	4,77	44,8	754	94
Элегия	5,26	45,4	760	70
Энергия	5,87	48,0	764	72
Мера (st)	5,41	46,2	770	92
Августина	5,82	44,2	765	75
Адарка	4,34	47,4	754	81
Буран 88	5,83	46,4	780	78
Василич	5,47	47,2	775	79
Вилора	5,48	47,3	778	85
Ермоловка	5,24	45,2	780	74
Немчиновская 14	5,15	46,8	784	79
Разгуляй	4,18	44,2	758	64
Самбек	4,55	46,2	755	59
Сотка	5,86	48,6	762	73
Липецкая звезда	4,39	44,8	754	65
НСР ₀₅	0,34			

Примечание: *Урожайность зерна приведена к стандартной влажности – 14%.

Все остальные изучаемые нами сорта по величине собранной урожайности были на уровне стандарта (сорта Мера – 5,41 т/га). Сорта Энергия, Сотка и Московская 31 обеспечили незначительную прибавку к контролю (в пределах – 0,46 т/га).

На величину урожайности наибольшее влияние оказал такой показатель как масса 1000 зерен. У сортов Сократ и Зуша с наиболее крупным и выполненным зерном формировалась более высокая продуктивность колоса и урожайность. Кроме того, зерно этих сортов отличались и высокой натурой. Прямой зависимости между хозяйственно ценными показателями качества зерна и высотой стеблестоя не выявлено.

Заключение. В условиях серых лесных почв опытной станции Брянского ГАУ на фоне минерального питания (N180P120K120 кг/га д.в.) была проведена экологическая оценка новых и перспективных сортов озимой пшеницы различных генотипов. Наиболее высокоурожайными оказались сор-

та Амелия (13,38 т/га) и Торрилд (13,26 т /га). Биологическую урожайность от 10,8 до 12,46 т/га сформировали Вилора, Немчиновская 85, Мила, Бирюза, Августина, Элегия, Липецкая звезда, Московская 56, Московская 31, ЭН Цефей, ЭН Марс, ЭН Тайгета. Все остальные изучаемые сорта оказались менее продуктивными, обеспечив урожайность зерна - 8,34...8,89 т/га.

Анализируемые образцы зерна изучаемых сортов показали, что требованию стандарта для 2 класса по содержанию и качеству сырой клейковины (28,11%) отвечало зерно сорта Торрилд. Все остальные сорта за исключением СТРГ 8060 15 сформировали зерно с содержанием в нем сырой клейковины свыше 23%, которая отвечала требованиям 2-ой группы показателя прибора ИДК.

Содержание в зерне сырого жира находилось в пределах 0,90-1,09%, тогда как у сорта Торрилд оно составило только 0,79%, а сырой клетчатки 2,71%. Во всех других изучаемых нами сортах содержание сырой клетчатки колебалась от 2,45 (сорт Вилороа) до 4,37% (сорт Мила).

В условиях серых лесных хорошо окультуренных почв Стародубского ГСУ при внесении минеральных удобрений из расчета азота 155 кг/га, фосфор - 87 и калий - 90 кг/га по д.в. по уровню сформированной урожайности зерна от 7,12 т/га до 7,75 т/га оказались сорта Семён, Амелия, Донбасс, Торба, Василич, Вилора, Московская 31 и Нил. Все остальные испытываемые сорта за исключением Совет и Регион 161 обеспечили хозяйственную урожайность зерна (от 6,27 до 6,98 т/га) на уровне сортов Скиперт (6,53т/га) и Мера (6,57 т/га), принятых в ГСУ за стандарт.

На дерново-подзолистых почвах Дубровского ГСУ с невысоким содержанием гумуса 1,68% (по Тюрину), фосфора – 21,7 мг/кг почвы и калия – 14,6 мг/кг (по Кирсанову) проведенная оценка сортов озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений, внесенных из расчета азота 155 кг/га, фосфор - 87 и калий - 90 кг/га по д.в., наибольшую урожайность зерна 6,56 и 6,06 т/га обеспечили сорта Сократ и Зуша, превысив сорт Мера, принятый в ГСУ за стандарт, на 1,15 и 0,65 т/га. Сорта Торба, Совет, Адарка, Самбек, Донбасс, Донец, Стилбол и Разгуляй сформировали урожайность зерна ниже уровня стандарта (сорта Скиперт) на 0,44 и 1,03 т/га. Все остальные изучаемые сорта по величине собранной урожайности были на уровне стандарта (сорта Мера – 5,41 т/га). Сорта Энергия, Сотка и Московская 31 обеспечили незначительную прибавку к контролю (в пределах – 0,46 т/га).

Список источников

1. Роль сорта в технологиях возделывания озимой пшеницы / П.М. Политыко, С.В. Матюта, И.В. Шаклеин и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. 2014. № 1. С. 21-30.
2. Сортимент озимой мягкой пшеницы для центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества. / Б.И. Сандухадзе, Г.В. Кочетыгов, М.И. Рыбакова и др. // Вестник Орловского ГАУ. 2012. Т. 36, № 3. С. 16-19.
3. Растениеводство / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, С.В. Артюхова; под общ. ред. В.Е. Торикова. СПб.: Лань, 2020. 604 с.
4. Оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах Центрального региона России / Н.В. Войтович, П.М. Политыко, А.В. Осипова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2. С. 3-8.
5. Войтович Н.В., Никифоров В.М. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания // Агробиологический вестник. 2019. № 3. С. 49-53.
6. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агробиологическое с научными основами адаптивного земледелия / под общ. ред. В.Е. Торикова. СПб.: Лань, 2020. 236 с.
7. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 512 с.
8. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агробиологические и экологические основы адаптивного земледелия. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 228 с.
9. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях юго-запада центрального региона России / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, В.Н. Репникова, Д.М. Мельников // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 2. С. 8-9.
10. Ториков В.Е., Фокин И.И. Влияние агроэкологических условий выращивания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. 2010. № 4. С. 35-44.
11. Ториков В.Е., Фокин И.И., Рыченков И.Г. Урожайность, качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания и норм внесения минеральных удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. № 2. С. 50-53.
12. Ториков В.Е., Осипов А.А. Влияние условий выращивания и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6 (136). С. 24-28.
13. Влияние системы удобрения на агроэкологические свойства почвы, урожайность, содержание сырой клейковины, аминокислотного и элементного состава в зерне мягкой озимой пшеницы / В.Е.

Ториков, О.В. Мельникова, В.В. Мамеев и др. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (46). С.8-20.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 197 с.

Информация об авторах:

В.И. Репникова – аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.Е. Ториков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@bgsha.com.

О.В. Мельникова - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikova1999@mail.ru.

А.А. Осипов – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий учебно-методическим информационно-консультационным центром, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, osipovaa@bgsha.com.

В.В. Шаков - агроном Дубровского ГСУ.

Information about the authors:

V.I. Repnikova - Postgraduate Student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

V.Ye. Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, torikov@bgsha.com.

O.V. Mel'nikova - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, torikova1999@mail.ru

A.A. Osipov – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the educational and methodological Information and consulting center, Bryansk State University, osipovaa@bgsha.com

V.V. Shakov - Agronomist of Dubrovka State Variety Testing Plot.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.11.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024, принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 14.11.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

© Репникова В.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Осипов А.А., Шаков В.В.

Научная статья
УДК 633.15

УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Татьяна Анатольевна Наливайко, Владимир Ефимович Ториков,
Ольга Владимировна Мельникова, Алексей Андреевич Осипов
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В среднем за годы полевых опытов наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили гибриды Золотой початок 190 СВ - 55,91 т/га и Золотой початок 232 АМВ - 50,16 т/га. Гибриды Золотой початок 170 МВ и Золотой початок 200 СВ обеспечили урожайность листостебельной зеленой массы по 46,67 и 41,22 т/га, так как имели невысокую степень облиственности стебля. Значительную урожайность зеленой массы сформировали гибриды фирмы «KWS» АГРО ЯНУС и Компетенс – 74,62 и 70,29 т/га, тогда как гибрид КВС Аллегро – 55,67 т/га. Высокой зерновой продуктивностью отличались гибриды фирмы «KWS» Киломерис, Компетенс и АГРО ЯНУС, которые сформировали урожайность зерна 12,18; 11,26 и 9,83 т/га, соответственно, тогда как гибрид КВС Аллегро – 8,77 т/га. Наибольшую биологическую урожайность зерна обеспечил гибрид Золотой початок 170 МВ - 9,93 т/га, гибриды Золотой початок 200 СВ - 9,35 т/га, Золотой початок 180 СВ - 9,34 и Золотой початок 232 АМВ - 9,32 т/га зерна. Раннеспелая группы гибридов обеспечила урожайность по 9,03 т/га, тогда как гибриды среднеранней группы в среднем 9,32 т/га зерна. Изучение гибридов фирмы «KWS» в полевых опытах Трубочевского подразделения ООО БМК АФ «Мираторг» показало, что из всех возделываемых гибридов наибольшую биологическую урожайность зерна – 15,98 т/га обеспечил среднепоздний гибрид Крабас. Из группы раннеспелых гибридов – Матеус (12,52 т/га), Оферта (10,78 т/га), Аматеус (10,06 т/га), а также Роналдиню (9,70 т/га) и Кинесс (9,58 т/га). Из группы среднеранних – Сильвинию (10,18 т/га). Потенциал зерновой продуктивности раннеспелых гибридов «KWS» составил 9,86 т/га, тогда как у гибридов среднеранней группы - 11,06 т/га. При статистическом анализе корреляционной зависимости компонентов структуры урожая выявлено, что «величина ФАО» имела слабую прямую корреляцию со всеми исследуемыми показателями. Высота растения не влияла на уровень биологической урожайности зерна ($r = 0,007$). Среднее «количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» не зависели от высоты растений ($r = -0,066$ и $-0,065$). Эти два показателя находились между собой в сильной прямой зависимости ($r = 1,000$). Биологическая урожайность зерна напрямую зависела от таких показателей, как «масса 1000 зерен» ($r = 0,723$), «среднее число зерен в початке» ($r = 0,843$) и от показателя «масса зерна в початке» ($r = 0,843$). Выявлено, что высота растений не влияла на величину урожайности зерна изучаемых гибридов.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, урожайность, зеленая масса, зерно, кормовое достоинство.

Для цитирования: Урожайность гибридов кукурузы нового поколения на юго-западе Центрального региона России / Т.А. Наливайко, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, А.А. Осипов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 18-25.

Original article

YIELDS OF NEW GENERATION CORN HYBRIDS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL REGION OF RUSSIA

Tat'yana A. Nalivaiko, Vladimir Ye. Torikov, Ol'ga V. Mel'nikova, Alexey A. Osipov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. On average over the years of field experiments, the highest yields of green mass was provided by the hybrids Zolotoy Pochatok 190 SV - 55.91 t/ha and Zolotoy Pochatok 232 AMV - 50.16 t/ha. The hybrids Zolotoy Pochatok 170 MV and Zolotoy Pochatok 200 SV provided yields of leaf-stemmed green mass of 46.67 and 41.22 t/ha, as they had a low degree of leafiness of the stem. A significant green mass yields was formed by the hybrids of the company "KWS" AGRO YANUS and Kompetens – 74.62 and 70.29 t/ha, whereas the hybrid KVS Allegro – 55.67 t/ha. The hybrids of the company "KWS" Kilomeris, Kompetens and AGRO YANUS were distinguished by high grain productivity, which formed grain yields of 12.18; 11.26 and 9.83 t/ha, respectively, whereas the hybrid of KVS Allegro – 8.77 t/ha. The highest biological grain yields was provided by the hybrid Zolotoy Pochatok 170 MV - 9.93 t/ha, the hybrids Zolotoy Pochatok 200 SV - 9.35 t/ha, Zolotoy Pochatok 180 SV - 9.34 and Zolotoy Pochatok 232 MV - 9.32 t/ha of grain. The early-maturing group of hybrids provided the yields of 9.03 t/ha, while the hybrids of the middle-early group averaged 9.32 t/ha of grain. The study of the "KWS" hybrids in field experiments of the Trubchevsk division of BMC AF "Miratorg" LLC showed that of all

cultivated hybrids, the highest biological grain yields – 15.98 t/ha was provided by the middle-late hybrid Krabas. From the group of early-maturing hybrids – Mateus (12.52 t/ha), Oferta (10.78 t/ha), Amateus (10.06 t/ha), as well as Ronaldinio (9.70 t/ha) and Kiness (9.58 t/ha). From the group of middle-early ones – Silvinio (10.18 t/ha). The grain productivity potential of the early-maturing “KWS” hybrids was 9.86 t/ha, whereas that of the middle-early group hybrids was 11.06 t/ha. The statistical analysis of the correlation dependence of the crop structure components revealed that the “FAO value” had a weak direct correlation with all the studied indicators. The plant height did not affect the level of biological grain yields ($r = 0.007$). The average “number of grains on the cob” and “weight of grains on the cob” did not depend on plant height ($r = -0.066$ and -0.065). These two indicators were in strong direct relation with each other ($r = 1,000$). The biological grain yields directly depended on such indicators as “weight of 1000 grains” ($r = 0.723$), “average number of grains on the cob” ($r = 0.843$) and on the indicator “weight of grain on the cob” ($r = 0.843$). The height of the plants was revealed not to affect the grain yields of the studied hybrids.

Key words: corn, hybrids, yields, green mass, grain, fodder value.

For citation: Yields of new generation corn hybrids in the south-west of the Central region of Russia / T.A. Nalivaiko, V.Ye. Torikov, O.V. Mel’nikova, A.A. Osipov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 18-25.

Актуальность. В период вегетации кукурузы лимитирующим фактором при условии непрерывного водоснабжения является температура. В случае периодически повторяющихся засушливых циклов наблюдается увядание на клеточном уровне (плазмолиз) и гибель растений кукурузы [1,2]. Повлиять на эту ситуацию возможно не только за счет повышения всхожести семян, но и благодаря способности культуры в засуху запускать агробиологический механизм эффективного использования влаги.

Важно отметить то, что в настоящее время в производство поступают высокопродуктивные гибриды кукурузы с более эффективным использованием влаги, листья у которых широколинейные, покрыты восковым налетом, а с верхней стороны опушены. Влагалище листа плотно охватывает стебель и имеет большое значение в жизни растения: охраняет от попадания влаги, болезней и вредителей во внутрь стебля; она направляет капли дождя и «конденсационной влаги» по стеблю к воздушным корням и в почву. «Конденсационная влага» образуется в конце лета за счет резкой смены температуры воздуха днем и ночью. Капельки воды оседают на поверхности пластинок листа и стекают к корням кукурузы. Эта влага значительно восполняет водный режим растений в засушливых условиях [3,4].

От положения листьев на растении зависит взаимное затенение и чистая продуктивность фотосинтеза. Початок кукурузы в первую очередь обеспечивается ассимилянтами от листа, который находится рядом с ним. Необходимо, чтобы происходила полная инсоляция его поверхности. В этих целях селекционерами выведены «гелиотропные» формы кукурузы, т.е. гибриды кукурузы, у которых листья под острым углом направлены к солнцу. Их называют гибридами с эректоидными листьями, полностью исключая взаимное затемнение друг друга. Их продуктивность оказывается на 15-25% выше за счет наиболее полного аккумуляирования фотосинтетически активной радиации (ФАР) [3].

В последние годы созданы и внедряются в производстве гибриды, устойчивые к болезням, эффективно использующие питательные вещества и выносливые к засухе [5].

В условиях высоких рисков потерь урожая кукурузы, связанных с потеплением климата и ограниченностью региональных водных ресурсов, рекомендуется высевать гибриды, эффективно использующие влагу и содержащиеся в ней элементы минерального питания [6].

Все новые гибриды должны обладать следующими преимуществами:

- высоким генетическим потенциалом морфологических свойств (широкие листья, толстый стебель, множество воздушных корней, устойчивость к полеганию);
- способностью сохранять растения здоровыми во время критических стадий роста, продолжительной фотосинтетической активности, синтеза белков теплового шока, устойчивости к высоким температурам;
- максимально синхронизировать созревание генеративных органов и процесса опыления, обеспечивают высокое качество заполнения верхушки початка, одинаковые размеры зерен;
- преобразовывать запасы биологической воды в зерно благодаря эффективному использованию влаги в течение всего периода вегетации [7].

Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований. Оценивая агроклиматические ресурсы Брянской области, следует отметить высокую влагообеспеченность и недостаточное количество тепла, особенно прямой солнечной радиации, что ограничивает величину биологическую продуктивность гибридов кукурузы зернового направления. Продолжительность вегетационного периода составила 180-190 дней. Среднегодовое количество осадков - 550-650 мм. Средняя температура наиболее теплого месяца июля +20-21 градус.

Полевые опыты по изучению гибридов кукурузы были проведены на землепользовании ООО «Брянская мясная компания» АФ «Мираторг» в Выгоничском и Трубчевском районах на дерново-подзолистых почвах с содержанием гумуса (по Тюрину) 0,99-1,12%, подвижного фосфора 305,3-312,4 мг P₂O₅ (по Кирсанову) и обменного калия 335,6-355,1 мг/кг почвы.

Предшественником кукурузы в годы исследований была озимая пшеница. Посев проводили в период с 5 по 6 мая с густотой 85 тыс. штук семян на 1 га.

Технологические операции включали – зяблевую вспашку оборотным плугом на 27-28 см, внесение диаммофоски по 250 кг/га и культивацию на глубину 17-18 см. Весной проводили внесение аммиачной селитры по 350 кг/га, предпосевная культивация осуществлялась на глубину 14-16 см, посев -16– и рядной сеялкой точного высева «Mater Mass 3 XL 8100» на глубину 5 см.

Система защиты посевов от сорной растительности включала ранневсходовое внесение гербицида Люмакс СЭ из расчета 4 л/га.

Полевые исследования осуществляли по Методическим рекомендациям по проведению опытов с кукурузой (Днепропетровск, 1980) [8], Методике государственного сортоиспытания с.-х. культур (Москва, 1989) [9], статистическую обработку - по Б.А. Доспехову (2014) [10].

Результаты исследований и их обсуждение. В среднем за 2021-2023 гг. полевых опытов на землепользовании с. Хмелево, Выгоничского района, БМК «Мираторг» наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили гибриды компании «Золотой Початок» - Золотой початок 190 СВ и Золотой початок 232 АМВ - 55,91 и 50,16 т/га, соответственно (табл. 1, рис. 1). Ранжируя сформированный уровень урожайности зеленой массы изучаемых гибридов, следует отметить, что гибриды Золотой початок 170 МВ и Золотой початок 200 СВ обеспечили урожайность листостебельной зеленой массы по 46,67 и 41,22 т/га, так как имели невысокую степень облиственности стебля.

Более высокую урожайность зеленой массы сформировали гибриды фирмы «КВС» АГРО ЯНУС и Компетенс – 74,62 и 70,29 т/га, тогда как гибрид КВС Аллегро – 55,67 т/га.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы выращиваемых гибридов

Гибрид	Год	Индекс ФАО	Надземная масса 10 растений, кг	Урожайность зеленой биомассы, т/га	Урожайность зеленой надземной массы, приведенной к 32% СВ, т/га
Гибриды компании «Золотой Початок»					
Золотой початок 170 МВ	2021	170	6,665	49,99	45,02
	2022		6,301	47,26	46,75
	2023		7,123	53,43	48,23
	в средн.		6,696	50,22	46,67
Золотой початок 180 СВ	2021	180	6,753	50,65	48,03
	2022		6,165	46,24	44,37
	2023		7,211	54,08	52,34
	в средн.		6,709	50,32	48,25
Золотой початок 182	2021	180	6,887	51,65	49,61
	2022		6,370	47,78	45,28
	2023		7,325	54,21	51,27
	в средн.		6,861	51,46	48,72
Золотой початок 190 СВ	2021	190	7,998	59,99	55,23
	2022		7,755	58,16	53,64
	2023		8,215	61,61	58,85
	в средн.		7,985	59,89	55,91
Золотой початок 200 СВ	2021	195	5,963	44,72	41,89
	2022		5,330	39,58	36,55
	2023		6,326	47,45	45,23
	в средн.		5,873	44,05	41,22
Золотой початок 232 АМВ	2021	230	6,998	52,49	51,12
	2022		6,465	48,48	46,03
	2023		7,321	54,91	53,32
	в средн.		6,928	51,96	50,16
НСР ₀₅	2021	-	0,05	0,35	0,32
	2022		0,06	0,38	0,33
	2023		0,07	0,37	0,35

Продолжение таблицы 1

Гибрид	Год	Индекс ФАО	Надземная масса 10 растений, кг	Урожайность зеленой биомассы, т/га	Урожайность зеленой надземной массы, приведенной к 32% СВ, т/га
Гибриды фирмы «KWS»					
Компетенс	2021	200	7,183	53,87	61,23
	2022		7,135	53,51	61,29
	2023		7,210	54,08	62,38
	в средн.		7,176	53,82	61,63
АГРО ЯНУС	2021	240	9,715	72,86	76,11
	2022		9,001	67,51	71,19
	2023		9,830	73,73	76,56
	в средн.		9,515	71,36	74,62
КВС Аллегро	2021	250	7,852	58,89	56,08
	2022		7,604	57,03	52,01
	2023		8,121	60,91	58,91
	в средн.		7,859	58,94	55,67
Киломерис	2021	270	9,887	74,15	72,12
	2022		9,302	69,77	67,45
	2023		9,868	74,01	71,31
	в средн.		9,685	72,65	70,29
НСР ₀₅	2021	-	0,06	0,37	0,33
	2022		0,07	0,35	0,34
	2023		0,08	0,38	0,36

Изучаемые гибриды различались между собой зерновой продуктивностью (табл. 2, рис. 2.). На величину биологической урожайности в большей степени оказала озерненность початков и масса 1000 зерен.

Высокой зерновой продуктивностью отличались гибриды фирмы «KWS» Киломерис - 12,18 т/га, Компетенс - 11,26 и АГРО ЯНУС – 9,83 т/га, тогда как гибрид КВС Аллегро – 8,77 т/га. Наибольшую биологическую урожайность зерна обеспечил гибрид Золотой початок 170 МВ- 9,93 т/га. Гибриды Золотой початок 200 СВ, Золотой початок 180 СВ и Золотой початок 232 АМВ сформировали практически равную урожайность зерна – 9,35; 9,34 и 9,32 т/га, соответственно.

Таблица 2 – Биологическая урожайность и характеристика озерненности початков изучаемых гибридов

Гибрид	Год	Число рядов с зерном, шт.	Количество зерен в ряду, шт.	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Биологическая урожайность зерна, т/га
Гибриды компании «Золотой Початок»						
Золотой початок 170	2021	14	32	448	285	9,58
	2022	14	32	448	280	9,41
	2023	14	33	462	291	10,80
	в средн.	14	32,6	457	287,3	9,93
Золотой початок 180	2021	16	30	480	254	9,14
	2022	16	29	464	252	8,77
	2023	18	30	540	250	10,13
	в средн.	16 - 18	29,7	495	252	9,34
Золотой початок 182	2021	14	27	378	258	7,31
	2022	14	26	364	255	6,96
	2023	16	27	432	252	8,16
	в средн.	14 - 16	26,7	391,3	255	7,48
Золотой початок 190 СВ	2021	16	27	440	249	8,10
	2022	16	27	432	248	7,93
	2023	16	29	464	250	8,70
	в средн.	16	27,3	440	249	8,24

Продолжение таблицы 2

Гибрид	Год	Число рядов с зерном, шт.	Количество зерен в ряду, шт.	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Биологическая урожайность зерна, т/га
Золотой початок 200 СВ	2021	18	29	522	245	9,59
	2022	18	28	504	240	8,95
	2023	18	29	522	246	9,50
	в средн.	18	28,6	516	243	9,35
Золотой початок 232	2021	16	31	496	251	9,34
	2022	16	30	480	250	8,89
	2023	16	32	512	253	9,72
	в средн.	16	30,3	496	251	9,32
НСР ₀₅	2021	-		0,06	0,03	0,26
	2022			0,04	0,02	0,29
	2023			0,07	0,04	0,32
Гибриды фирмы «KWS»						
Компетенс	2021	16	31	496	303	11,27
	2022	16	30	480	300	10,80
	2023	16	32	512	305	11,71
	в средн.	16	31	496	302,7	11,26
АГРО ЯНУС	2021	14	31	441	297	9,71
	2022	14	31	434	295	9,47
	2023	14	32	448	307	10,32
	в средн.	14	31	441	297	9,83
КВС Аллегро	2021	14	30	420	281	8,85
	2022	14	29	406	280	8,41
	2023	14	30	420	291	9,04
	в средн.	14	29,6	415	284	8,77
Киломерис	2021	16	32	504	322	12,01
	2022	16	31	496	320	11,74
	2023	16	33	528	323	12,79
	в средн.	16	32	509	321	12,18
НСР ₀₅	2021	-		0,08	0,03	0,35
	2022			0,07	0,02	0,31
	2023			0,09	0,04	0,36

Наибольшей массой 1000 зерен от 322 до 303 г. отличались гибриды фирмы «KWS» Киломерис и Компетенс, которые сформировали самую высокую урожайность зерна.

У гибридов компании «Золотой Початок» масса 1000 зерен находилась в интервале от 243 до 288 г. По мере нарастания массы зерна в початке повышалась урожайность зерна в целом у всех возделываемых гибридов.

Рассматривая показатели качества зерна изучаемых гибридов, следует отметить, что по содержанию сырого протеина, крахмала и его сбору выгодно отличался гибриды фирмы «KWS» Компетенс и АГРО ЯНУС. Гибриды Золотой початок 190 СВ, Золотой початок 182, Золотой початок 232 АМВ и гибрид КВС Аллегро по выходу крахмала находились примерно на одинаковом уровне (табл. 4).

В период 2021 – 2023 годов было проведено обширное конкурсное экологическое изучение целого ряда гибридов фирмы «KWS» с различным индексом ФАО. Результаты изучения гибридов KWS в производственных опытах на опытном участке Трубчевского подразделения ООО «Брянская мясная компания» показали, что из всех изучаемых гибридов наибольшую биологическую урожайность зерна – 15,98 т/га обеспечил среднепоздний гибрид Крабас (табл. 5).

Таблица 4 - Качество зерна (в средн. за годы проведения исследований)

Гибрид	Сырой протеин (СР), г/кг СВ	Переваримость органического вещества (NRC),%	Содержание крахмала, г/кг СВ	Выход крахмала, ц/га
Гибриды компании «Золотой Початок»				
Золотой початок 170 МВ	65	78	382	59,6
Золотой початок 180 СВ	65	78	382	54,2
Золотой початок 182	73	80	420	67,6
Золотой початок 190 СВ	63	77	351	74,8
Золотой початок 200 СВ	63	77	349	49,7
Золотой початок 232 АМВ	62	80	420	64,6
Гибриды фирмы «KWS»				
Компетенс	64	82	463	90,8
АГРО ЯНУС	61	80	413	99,4
КВС Аллегро	63	79	410	68,4
Киломерис	65	75	302	58,4

Из группы раннеспелых гибридов – Матеус (12,52 т/га), Оферта (10,78 т/га), Аматеус (10,06 т/га), а также Роналдинио (9,70 т/га) и Кинесс (9,58 т/га). Из группы среднеранних - Сильвинио (10,18 т/га).

Таблица 5 – Структура урожая гибридов кукурузы фирмы «KWS»

Гибрид	Индекс ФАО	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в початке, шт.	Масса зерна в початке, г	Урожайность т/га
Корипнек	170	180	310	136,3	722,5	7,70
Клифтон	175	190	295	139,8	412,4	7,50
Алмаз	180	250	330	153,3	504,9	9,22
Аматус	180	280	380	145,0	551,0	10,06
Матеус	190	210	332	206,8	686,6	12,52
Оферта	200	200	318	185,5	589,9	10,78
Кинесс	210	200	320	164,3	525,8	9,58
Роналдинио	210	250	385	138,0	531,1	9,70
Амамонте	230	260	264	169,3	446,9	8,14
Сильвинио	250	270	304	183,5	565,2	10,18
Эмилио	270	240	300	137,0	411,0	7,50
Богатырь	290	260	300	145,5	436,5	7,96
Крабас	300	230	415	211,3	876,9	15,98
НСР ₀₅		± 1-1,5	0,01	0,06	0,02	0,23

При статистическом анализе корреляционной зависимости компонентов структуры урожая гибридов фирмы «KWS» выявлено, что «индекс ФАО» имел слабую прямую корреляцию со всеми исследуемыми показателями (табл. 6, рис. 3). Высота растения не влияла на уровень биологической урожайности зерна ($r = 0,007$). Среднее «количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» не зависели от высоты растений ($r = -0,066$ и $-0,065$). Эти два показателя находились между собой в сильной прямой зависимости ($r = 1,000$).

Таблица 6 – Корреляционная зависимость биологической урожайности гибридов кукурузы фирмы «KWS» от компонентов ее слагаемых

Показатель	Биологическая урожайности зерна, ц/га	Индекс ФАО	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Среднее количество зерен в початке, шт.	Масса зерна в початке, г
Биологическая урожайности зерна, ц/га	1	0,288	0,007	0,723	0,843	0,843
Индекс ФАО	0,288	1	0,391	0,091	0,278	0,279
Высота растения, см	0,007	0,391	1	0,149	-0,066	-0,065
Масса 1000 зерен, г	0,723	0,091	0,149	1	0,247	0,279
Среднее количество зерен в початке, шт.	0,843	0,278	-0,066	0,247	1	1,000
Масса зерна в початке, г	0,843	0,279	-0,065	0,279	1,000	1

Биологическая урожайность гибридов напрямую зависела от таких показателей, как «масса 1000 зерен» ($r = 0,723$), «среднее числа зерен в початке» ($r=0,843$) и от «массы зерна в початке» ($r = 0,843$). Выявлено, что высота растений изучаемых гибридов не влияла на величину урожайности зерна.

Итак, в среднем за годы полевых опытов наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили гибриды Золотой початок 190 СВ и Золотой початок 232 АМВ - 55,91 и 50,16 т/га, соответственно. Гибриды Золотой початок 170 МВ и Золотой початок 200 СВ обеспечили урожайность листостебельной зеленой массы по 46,67 и 41,22 т/га, так как имели невысокую степень облиственности стебля. Значительную урожайность зеленой массы сформировали гибриды фирмы «KWS» АГРО ЯНУС и Компетенс – 74,62 и 70,29 т/га, тогда как гибрид КВС Аллегро – 55,67 т/га.

Высокой зерновой продуктивностью отличались гибриды фирмы «KWS» Киломерис, Компетенс и АГРО ЯНУС, которые сформировали урожайность зерна 12,18; 11,26 и 9,83 т/га, соответственно, тогда как гибрид КВС Аллегро – 8,77 т/га.

Наибольшую биологическую урожайность зерна обеспечил гибрид Золотой початок 170 МВ - 9,93 т/га. Гибриды Золотой початок 200 СВ, Золотой початок 180 СВ и Золотой початок 232 АМВ сформировали практически равную урожайность зерна – 9,35; 9,34 и 9,32 т/га, соответственно.

Рассматривая уровень полученной урожайности зерна раннеспелой группы с индексом ФАО 100 – 200, следует отметить, что эта группа гибридов в годы проведения полевых опытов обеспечила урожайность по 9,03 т/га, тогда как гибриды среднеранней группы в среднем 9,32 т/га зерна.

Результаты изучения гибридов фирмы «KWS» в производственных опытах Трубчевского подразделения ООО «Брянская мясная компания» показали, что из всех возделываемых гибридов наибольшую биологическую урожайность зерна – 15,98 т/га обеспечил среднепоздний гибрид Крабас. Из группы раннеспелых гибридов – Матеус (12,52 т/га), Оферта (10,78 т/га), Аматеус (10,06 т/га), а также Роналдинио (9,70 т/га) и Кинесс (9,58 т/га). Из группы среднеранних – Сильвинио (10,18 т/га). Потенциал зерновой продуктивности раннеспелых гибридов «KWS» составил 9,86 т/га, тогда как гибриды среднеранней группы обеспечили по 11,06 т/га.

При статистическом анализе корреляционной зависимости компонентов структуры урожая выявлено, что «величина ФАО» имела слабую прямую корреляцию со всеми исследуемыми показателями. Высота растения не влияла на уровень биологической урожайности зерна ($r = 0,007$). Среднее «количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» не зависели от высоты растений ($r = -0,066$ и $-0,065$). Эти два показателя находились между собой в сильной прямой зависимости ($r = 1,000$). Биологическая урожайность зерна напрямую зависела от таких показателей, как «масса 1000 зерен» ($r = 0,723$), «среднее число зерен в початке» ($r = 0,843$) и от показателя «масса зерна в початке» ($r = 0,843$). Выявлено, что высота растений не влияла на величину урожайности зерна изучаемых гибридов.

Список источников

1. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Ланцев В.В. Эффективность возделывания гибридов кукурузы на юго-западе Центрального региона России // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 1. С. 18-23.
2. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрочвоведение с научными основами адаптивного земледелия / под общ. ред. В.Е. Торикова. СПб.: Лань, 2020. 236 с.
3. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 512 с.
4. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрехимические и экологические основы адаптивного земледелия. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 228 с.
5. Сидоров О.О., Волков А.И. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество кукурузного зерна // Аграрная Россия. 2021. № 10. С. 26-29.
6. Малышева Е.В., Ториков В.Е. Влияние приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 8. С. 41-47.
7. Ланцев В.В. Оценка универсальных гибридов кукурузы по урожайности зерна и зеленой массы в агроландшафтных условиях юго-запада Центрального региона России // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 8. С. 60-67.
8. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 36 с.
9. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 2. М., 1989. 197 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Альянс, 2014. 351 с.

Информация об авторах:

Т.А. Наливайко - аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.Е. Ториков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@bgsha.com.

О.В. Мельникова - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikova1999@mail.ru.

А.А. Осипов – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий учебно-методическим информационно-консультационным центром, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, osipovaa@bgsha.com.

Information about the authors:

T.A.Nalivaiko - Postgraduate Student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

V.Ye.Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

O.V. Mel'nikova - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

A.A. Osipov – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Educational and Methodological Information and Consulting Center, Bryansk State Agrarian University, osipovaa@bgsha.com

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.11.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024, принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 15.11.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

© Наливайко Т.А., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Осипов А.А.

Научная статья
УДК 631.53.01:633.1

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ТРИТИТРИГИИ
(*xTRITITRIGIA CZICZINII TZVELEV*).
ВЫБОР ПРИОРИТЕТНОГО СПОСОБА ПРОРАЩИВАНИЯ

Клименкова Ирина Николаевна, Квитко Валерия Евгеньевна, Аленичева Анастасия Дмитриевна
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

Работа выполнена в рамках Государственного задания
ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре:
фундаментальные и прикладные аспекты» (№122042500074-5)

Аннотация. Трититригия – новая сельскохозяйственная культура из группы зерновых, зарегистрированная в установленном порядке в 2020 году. Она получена в результате многолетней работы академика Н.В. Цицина, путем гибридизации разных видов пшеницы (*Triticum aestivum*, $2n = 42$, *T. durum*, $2n = 28$) с разными видами пырея *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv., $2n = 70$; *A. glaucum* (Desf.), $2n = 42$, *A. Glael Cicin* ($2n=8x=56$) и описана им, как новый синтетический вид *Triticum agropyrotriticum Cicin* с двумя подвидами: *ssp. perenne Cicin* – многолетние и *ssp. submittans Cicin* – отрастающие пшеницы. Позднее Н.В. Цвелев, согласно ботанической классификации, описал и представил эту культуру, как трититригия - *xTrititrigia cziczinii* Tzvelev. Трититригия унаследовала 42 хромосомы (гексаплоидный набор) от классических видов пшениц, но благодаря дополнительному набору из наследованных 14 хромосом от пырея стала многолетней (2–3 года с хорошими показателями перезимовки) и отрастающей (2–3 укоса в год). Культура имеет ряд положительных характеристик, но и не лишена недостатков: менее требовательна к почвенным условиям, обладает определенной устойчивостью к абиотическим факторам, толерантностью к некоторым фитопатогенам, имеет высокую кустистость и способность к отращанию (регенерации), более высокими показателями по качеству зерна, в сравнении с пшеницами, хорошими хлебопекарными свойствами, однако имеет более низкую урожайность по зерну, затрудненный обмолот при прямом комбайнировании, дополнительные энергозатраты при послуборочной доработке семян. Одновременно с регистрацией, как отдельной культуры, к использованию на территории РФ в 2020 году допущен первый коммерческий сорт семян трититригии «Памяти Любимовой» с рекомендацией для всех регионов допуска. Сегодня на трититригию отсутствует утвержденная в установленном порядке нормативно - техническая документация по определению сортовых и посевных качеств семян, также нет утвержденных нормативов и методов по испытаниям на показатели качества зерна. Соответствие посевных качеств семян нормативным документам, не зависимо от конкретной культуры, являются залогом прогнозируемых урожаев, прозрачностью и чистотой рыночных отношений в области семеноводства. Семена кондиционные по качественным показателям всегда востребованы на рынке семеноводства. Из всего перечня посевных показателей, лабораторная всхожесть семян является наиболее основополагающей, так если, нормируемые показатели – чистота семян, влажность семян, заселенность семян вредителями, возможно, повысить путем дополнительной подработки, сушки, сортировки, протравливания, то всхожесть семян невозможно повысить никакими способами, ее можно только сохранить, путем создания наиболее благоприятных условий при хранении семян. Все основные сельскохозяйственные культуры, согласно ГОСТ 12038-84, имеют свои способы по проращиванию семян при определении всхожести. Трититригия, культура новая, несущая в себе набор пшеничных и пырейных хромосом, поэтому актуальной задачей является определения наиболее лучшего и приоритетного метода при проращивании семян *xTrititrigia cziczinii* Tzvelev.

Ключевые слова: трититригия, *xTrititrigia cziczinii* Tzvelev, посевные качества, способ, метод, энергия прорастания, лабораторная всхожесть.

Для цитирования: Клименкова И.Н., Квитко В.Е., Аленичева А.Д. Методы определения лабораторной всхожести семян трититригии (*xTrititrigia Cziczinii Tzvelev*). Выбор приоритетного способа проращивания // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6. С. 26-32.

Original article

**METHODS FOR DETERMINING THE LABORATORY GERMINATING ABILITY
OF TRITITRIGIA (*xTRITITRIGIA CZICZINII TZVELEV*) SEEDS.
CHOOSING A PRIORITY WAY OF GREENSPROUTING**

Irina N. Klimenkova, Valeria Ye. Kvitko, Anastasia D. Alyonicheva

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Trititrigia is a new agricultural crop from the group of cereals, registered in accordance with the established procedure in 2020. It was obtained as a result of many years of work by Academician N.V. Tsitsin, with the help of hybridization of different species of wheat (*Triticum aestivum*, $2n = 42$, *T. durum*, $2n = 28$) with different species of wheatgrass *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv., $2n = 70$; *A. glaucum* (Desf.), $2n = 42$, *A. Glael Cicin* ($2n = 8x = 56$) and described by him as a new synthetic species *Triticum agropyrotriticum Cicin* with two subspecies: *ssp. perenne Cicin* - perennial and *ssp. submittans Cicin* - regrowing wheat. Later N.V. Tsvelev described and presented this crop as trititrigia - *xTrititrigia cziczinii Tzvelev*, according to botanical classification. Trititrigia inherited 42 chromosomes (hexaploid set) from classical wheat species, but due to an additional set of 14 chromosomes inherited from wheatgrass, it became perennial (2-3 years with good wintering indicators) and regrowing (2-3 cuttings per year). The crop has a number of positive characteristics, but is not without drawbacks either: it is less demanding on soil conditions, has a certain resistance to abiotic factors, tolerance to some phytopathogens, has high tillering and the ability to regrow (regenerate), higher grain quality indicators, in comparison with wheat, good baking properties, but has a lower grain yields, difficult threshing with direct combining, additional energy costs for post-harvest processing of seeds. Simultaneously with the registration as a separate crop, the first commercial variety of trititrigia seeds "In Memory of Lyubimova" was approved for use in the territory of the Russian Federation in 2020 with a recommendation for all regions of approval. Today, there is no duly approved regulatory and technical documentation for trititrigia to determine the varietal and sowing qualities of seeds, as well as there are no any approved standards and methods for testing grain quality indicators. Compliance of seed sowing qualities with regulatory documents, regardless of the specific crop, is the key to predictable yields, transparency and purity of market relations in the field of seed production. Seeds of good quality in terms of quality indicators are always in demand in the seed market. Laboratory seed germinative ability is the most fundamental of the entire list of sowing parameters, since if the standardized parameters - seed purity, seed moisture, seed infestation with pests, can be increased by additional processing, drying, sorting, dressing, then seed germinative ability cannot be increased in any way, it can only be preserved by creating the most favourable conditions for storing seeds. All major agricultural crops, according to GOST 12038-84, have their own methods for seed greensprouting when determining germinative ability. Trititrigia is a new crop possessing a set of wheat and wheatgrass chromosomes, so the urgent task is to determine the best and priority way for germinative ability of *xTrititrigia cziczinii Tzvelev* seeds.

Keywords: trititrigia, *xTrititrigia cziczinii Tzvelev*, sowing qualities, way, method, germination energy, laboratory germinative ability.

For citation: Klimenkova I.N., Kvitko V.Ye., Alyonicheva A.D. Methods for determining laboratory germinative ability of trititrigia seeds (*xTrititrigia Cziczinii Tzvelev*). Choosing a priority way of greensprouting // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 26-32.

Введение. Открытые и сформированные Н.В. Цициным закономерности получения отдаленных гибридов и процесса формирования при отдаленных скрещиваниях не потеряли своей актуальности и в настоящее время. В частности, в результате гибридизации разных видов пшеницы - *Triticum aestivum* L., ($2n=42$), *T.durum* Desf., ($2n=28$) с разными видами пырея - *A.elongatum* (Host) Beauv. ($2n=10x=70$), *A. glaucum* (Desf.) Roem, et Schult ($2n=6x=42$) и *A. Glael Cicin* ($2n=8x=56$), получено уникальное разнообразие форм многолетних и отрастающих пшениц (ПППГ) [2]. Эти формы были описаны Н.В. Цициным, как новый синтетический вид *Triticum agropyrotriticum Cicin* с двумя подвидами: *ssp. perenne Cicin* – многолетние и *ssp. submittans Cicin* - отрастающие пшеницы. В монографии Н.В. Цвелева «Злаки СССР» - эта культура представлена, как *xTrititrigia cziczinii Tzvelev* [1]. В 2020 году, многолетняя зернокармливая пшеница, согласно реестра селекционных достижений, допущенных к использованию сортов, зарегистрирована как новая сельскохозяйственная культура из группы зерновых. Одновременно допущен к использованию первый коммерческий сорт семян трититригии «Памяти Любимовой», с рекомендацией по использованию во всех регионах на территории РФ. Единственным патентообладателем и оригинатором данного сорта, с исключительными правами на селекционное достижение является ФГБНУ Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина [3]. Для сорта характерны более низкая урожайность (3,80 т/га) в сравнении с озимой пшеницей, но более высо-

кие показатели биомассы, белка (>19%) и удовлетворительные хлебопекарные свойства, что предполагает использование этого сорта на кормовые цели и для производства функциональных зерновых продуктов [4].

Среди преимуществ трититригии следует отметить хорошую способность к отрастанию после скашивания, высокую кустистость, более высокое содержание белка и клейковины в зерне [5,6]. При 2-3 кратном скашивании в течение сезона гибриды трититригии дают высокие урожаи зеленой массы или сена. Отличаясь повышенной устойчивостью к фитопатогенам, высоким содержанием белка в зерне и хорошими хлебопекарными свойствами при сравнении с традиционными допущенными к использованию сортами мягкой пшеницы, *x Trititrigia cziczinii* уступают по урожайности зерна [7], имеет высокую степень тугообмолачиваемости, что ведет к дополнительным энергозатратам при уборке урожая и последующей доработке зерна [8].

Качество семян является важной характеристикой начальных этапов жизненного цикла растений и ему следует уделять пристальное внимание для сохранения и воспроизводимости генома сорта или гибрида от поколения к поколению. Семена высокого качества обеспечивают также стартовый потенциал для наиболее оптимального формирования продуктивности и устойчивости растений. В свою очередь, качество семян определяется, начиная уже с их формирования на материнском растении и заканчивая посевом [9]. Одним из важнейших посевных показателей является всхожесть семян, как полевая, так и лабораторная. Определение лабораторной всхожести проводится по утвержденным нормативным документам. Трититригия является новой синтетической культурой из группы зерновых, для которой на сегодня отсутствуют утвержденная нормативно-техническая документация по определению посевных качеств семян. Эта культура по морфобиологическим свойствам и признакам имеет гено и фенотипические отличия от пшеницы и содержит в соматических клетках другой набор хромосом ($2n=56$), часть которых унаследована от пырея. Актуальной задачей является определение наиболее оптимального и достоверного метода для проращивания семян трититригии при определении лабораторной всхожести.

Цель. Определение наиболее оптимального способа проращивания при определении лабораторной всхожести семян трититригии сорта «Памяти Любимовой».

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024 году в отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН. В качестве объектов исследований выбраны две партии оригинальных семян трититригии сорта «Памяти Любимовой» урожая 2022 и 2023 г.г. Данный сорт семян используется в качестве стандарта и как, единственный зарегистрированный на сегодняшний день в установленном порядке, согласно, Государственного реестра селекционных достижений [3]. В качестве ростовых субстратов выбраны - песок и фильтровальная бумага, отвечающие определенным техническим требованиям. Семена проращивали в термостатах с соблюдением определенных условий по температурному режиму и влажности. Контроль температурного режима в термостатах проводится в различных точках, с обязательным ежедневным учетом температурного режима в термостатах (в 9⁰⁰, 12⁰⁰, 16⁰⁰ часов) с использованием лабораторных термометров. Колебание температур по термостату на разных полках допускается в пределах $\pm 2^{\circ}\text{C}$. В качестве ложа для проращивания использовали стандартные растильни по ГОСТ 12038 – 84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» [10]. Согласно этому нормативному документу, при определении всхожести семян пшеницы, в качестве приоритетного метода используется – метод проращивания на песке (НП) при постоянной температуре 20⁰С, с подсчетом энергии прорастания семян мягкой пшеницы на 3 сутки и окончательной всхожести на 7-е, твердой пшеницы на 4 и 8 сутки, соответственно, а у семян пырея, энергии прорастания на 5-7 сутки и окончательный подсчет процента всхожих семян на 14 сутки, с использованием способа определения на фильтровальной бумаге (НБ), с переменными температурами в течение каждых суток 20-30⁰С.

Применяемые способы проращивания семян в опыте:

- а) НП – проращивание семян на песке. Семена при посеве трамбовкой вдавливают в песок;
- б) НБ – проращивание семян на бумаге. Семена проращивают на одном или нескольких слоях бумаги, которую помещают в растильни. Нужно количество воды добавляется в начале анализа. Для предотвращения испарения воды сверху растильня накрывается стеклом, оставляя небольшое отверстие для вентиляции, или же помещается в пластиковый пакет. Если в ходе проведения анализа устанавливается, что требуется дополнительное увлажнение субстрата, то для этого используется распылитель воды;
- в) МБ – проращивание семян между бумагой. Семена проращивают между двумя слоями бумаги: семена раскладывают на бумаге и сверху их прикрывают другим листом.

Более подробно подготовка ростовых субстратов по техническим требованиям описана в разделе результаты исследования.

По схеме опыта для определения лабораторной всхожести были заложены по 100 семян тритригии в 4-х кратной повторности для разных годов урожая отдельно с использованием способов проращивания на песке (НП), на бумаге (НБ) и между бумагой (МБ) при 20⁰С и аналогичная схема при температуре проращивания 30⁰С.

Результаты и обсуждения. Исследования по изучению лабораторной всхожести семян проводили на хорошо выполненных семенах, очищенных от посторонних примесей. В лабораторном испытании всхожесть определяли, как появление и развитие из зародыша семени корешков и проростков, что свидетельствуют о способности исследуемых семян развиваться в почве при благоприятных условиях в хорошо развитое растение. Процент всхожести, показывает долю семян, которые дали полноценные проростки, классифицированные как нормальные, при проращивании в полевых условиях с соблюдением оптимальных условий влаго-и теплообеспеченности и сроков посева.

Важные структуры проростка - корневая система (первичный корень, в определенных случаях – зародышевые корешки) и ось роста (гипокотиль; эпикотиль). Нормальные проростки обладают способностью развиваться в нормальные растения при выращивании в почве хорошего качества и при благоприятных условиях влажности, температуры и освещения. К ним относят следующие проростки: - неповрежденные проростки с хорошо развитой корневой системой, состоящей из длинного и тонкого первичного корня и вторичных корешков, с хорошо развитой осью роста и зеленых, вытянутых первичных листьев; проростки со слабыми дефектами; проростки с вторичной инфекцией, сильно загнившие под воздействием грибов и бактерий, но относятся к нормальным. Ненормальные проростки - это те, которые не обладают способностью развиваться в полноценные растения при благоприятных условиях влажности, температуры и освещенности. К ним относятся – непроросшие семена (твердые, свежие, мертвые, пустые, семена без зародыша и поврежденные вредителями).

В качестве ростового субстрата использовали чистый прокаленный песок и фильтровальную бумагу. Значение рН ростового субстрата находилось в пределах от 6,0 до 7,5, его значение измеряли с помощью рН-метра, проводимость с использованием кондуктометра (ее значение не должно превышать 40 миллизименс/м). При подготовке ростовых субстратов использовали дистиллированную воду. Выполнение этих требований исключает искажение результатов по определению лабораторной всхожести, т.к. ростовые субстраты не являются первичным источником появления плесени в процессе проращивания семян.

При поступлении каждой новой партии песка его промывают до тех пор, пока вода не будет светлой. Затем песок высушивают, прокаливают в сушильном шкафу в течение 8 часов при температуре 150⁰С. В результате такой термической обработки, подавляются болезнетворные организмы семенного происхождения, в частности плесневые грибы. Для калибровки песок просеивают через сита с диаметром отверстий 2,0 мм. При этом не менее 90% частиц должны пройти через сито диаметром отверстий 2,0 мм. Допускается повторное использование песка, но с предварительной его промывкой и прокаливанием в шкафу.

При использовании песка в качестве ростового субстрата определяется его влагоемкость. Для создания оптимальных условий для прорастания и развития корней необходимо иметь представление, какое количество воды необходимо добавлять в песок, чтобы обеспечить достаточное и постоянное ее поступление к семенам и проросткам.

Влагоемкость подготовленного (прокаленного и просеянного) песка определяли с помощью металлического цилиндра с сетчатым дном высотой (h) – 30 см и диаметром (d) – 8 см. Песок высыпается на ровную поверхность выделительной доски (100 см × 60 см), отбираются точечные пробы из разных мест и составляется средняя проба массой примерно около 2 кг. На дно металлического цилиндра с сетчатым дном помещаем кружок смоченной фильтровальной бумаги диаметром 8 см, цилиндр взвешивается. Затем его заполняют на $\frac{3}{4} \approx 1,5$ кг песком, взятым из средней пробы, и цилиндр снова взвешивается. Цилиндр ставится в сосуд с водой так, чтобы вода была на уровне песка. Когда вода смочит поверхность песка, цилиндр вынимают из сосуда и взвешивают.

Влагоёмкость (А) вычисляется в миллилитрах на 100 г песка по формуле:

$$A = \frac{100 (m_2 - m_1)}{(m_1 - m)}$$

где: m – масса цилиндра с кружком увлажненной фильтровальной бумаги, г

m₁ – масса цилиндра с сухим песком, г

m₂ – масса цилиндра с увлажненным песком, г.

Расчет необходимого количества воды для увлажнения песка до полной влагоемкости проводится на каждые 100 г.

Пример. Масса цилиндра с кружком увлажненной фильтровальной бумаги (m) – 211 г; масса цилиндра с сухим песком (m_1) – 1710 г; масса цилиндра с увлажненным песком (m_2) – 2072 г.:

$$A = \frac{100 \times (2072 - 1710)}{(1710 - 211)} = \frac{36200}{1499} = 24,15 \text{ см}^3 \approx 24 \text{ см}^3$$

Следовательно, для увлажнения песка до полной влагоемкости на каждые 100 г песка необходимо 24 см^3 воды. Песок увлажняется на 60% от полной влагоемкости (для зерновых культур согласно ГОСТ 12038-84):

$$\frac{24 \times 60}{100} = 14,4 \text{ см}^3$$

Для ростового субстрата – песок с 60%-й влагоемкостью необходимо использовать $14,4 \text{ см}^3$ дистиллированной воды на каждые 100 грамм.

Подготовка фильтровальной бумаги в качестве ростового субстрата менее энергозатратна. Заранее подготовленные по размерам растительные листы фильтровальной бумаги полностью смачиваются в дистиллированной воде и укладываются на дно растilen. При использовании способа между бумагой (МБ) укрывной лист бумаги также смачивается в воде полностью и им накрывают уже разложенные семена.

Тщательно перемешанные чистые семена высыпаются на разборной доске и делятся на четыре части. Отсчет семян для определения всхожести проводится из частей, расположенных напротив друг друга. Произвольно отсчитываются четыре повторности по 100 семян и их раскладывают в пластиковые растительные на влажный субстрат (песок или бумага), соблюдая между ними интервал не менее 1 см, чтобы свести до минимума взаимное влияние семян на развитие проростков.

Посев семян на подготовленных субстратах проводили вручную. В субстрате на протяжении всего анализа на всхожесть должно содержаться достаточное количество влаги, необходимое для прорастания семян.

Во время проращивания растительные помещаются в полиэтиленовые пакеты, размещали на полках термостата и постоянно контролировали, чтобы субстрат все время содержал достаточное количество влаги, обеспечивающее прорастание семян и чтобы влажность не была чрезмерной.

По истечении сроков проращивания, повторности исследуют, подсчитывают количество проростков и семян по различным категориям.

Оценку и учет проросших семян проводили дважды: первый - при определении энергии прорастания подсчитывали и убирали загнившие семена, чтобы исключить отрицательное их воздействие на другие здоровые семена. Срок для первого подсчета выбирается произвольно, но он должен быть достаточным, чтобы проростки достигли такой стадии развития, при которой возможно проведение их точной оценки. Рекомендуется проводить промежуточные подсчеты с целью изъятия из анализа проростков, которые довольно хорошо развиты, с тем, чтобы облегчить подсчет и предотвратить их влияние на развитие других проростков. Явно мертвые или загнившие семена, которые могут быть источником заражения здоровых проростков, нужно снимать при каждом подсчете и записывать их число. В качестве примера ниже приведены на рисунках 1 и 2, на которых показано, как выглядят анализируемые семена трититригии урожая 2023 года при подсчете энергии прорастания с использованием способа проращивания семян НБ, НП, МБ при температуре 20°C и 30°C на 5 суток.



На бумаге На песке Между бумагой

Рисунок 1 - Энергия прорастания при 20°C
(урожай 2023 года)

На бумаге На песке Между бумагой

Рисунок 2 - Энергия прорастания при 30°C
(урожай 2023 года)

Второй итоговый учет лабораторной всхожести проводили на 10 сутки, когда истекло время для проращивания семян (табл. 1). Во время этого учета, подсчитывали все категории семян. Данные заносили в рабочую карточку и выводили средние значения по всем определяемым категориям семян. Общая сумма всех категорий семян должна составлять 100%. Результат анализа на всхожесть считается достоверным, если разница между наибольшим и наименьшим значениями повторностей находится в пределах допустимых расхождений. Результат анализа записывали, округляя до целого числа.

Таблица 1 - Значения показателей энергии прорастания и всхожесть семян трититригии урожая 2022-2023 годов

Объект исследований	Энергия прорастания, %						Всхожесть, %					
	20 ⁰ С			30 ⁰ С			20 ⁰ С			30 ⁰ С		
	НБ	НП	МБ	НБ	НП	МБ	НБ	НП	МБ	НБ	НП	МБ
Семена урожая 2022 года	85	79	84	81	69	80	90	83	90	88	86	87
Семена урожая 2023 года	86	80	84	83	80	81	92	88	91	90	87	89

Результаты, приведенные в таблице 1, показывают, что наиболее достоверные и лучшие результаты получены с использованием фильтровальной бумаги в качестве ростового субстрата. Максимальное значение показателя «всхожесть семян» достигнуто при использовании способа НБ (проращивания на бумаге) при 20⁰С. Установлена продолжительность исследований при определении энергии прорастания семян трититригии на 5 сутки, подсчет окончательной всхожести на 10 сутки. В этот срок семена дали максимальную всхожесть.

При выборе наиболее приоритетного способа проращивания семян трититригии следует отметить, что лучшим является способ определения всхожести на бумаге (НБ) в качестве ростового субстрата, при постоянной температуре 20⁰С, с подсчетом энергии прорастания на 5 сутки, а окончательной всхожести на 10 сутки.

Выводы. Приоритетным методом определения всхожести семян *Trititrigia cziczinii* Tzvelev следует считать метод: ложе – НБ, температура – 20⁰С, срок определения энергии прорастания – на 5 сутки, всхожести - 10 сутки. Далее по приоритетности можно использовать метод с использованием субстрата в виде фильтровальной бумаги, но способом – между бумагой (МБ) при такой же температуре и календарных сроках подсчета энергии прорастания и окончательной лабораторной всхожести. Ростовый субстрат в виде песка при определении всхожести семян трититригии и температурный режим в 30⁰С лучше не использовать, так как имеет место массовый характер развития плесени и результат искажается в пределах 3-5% минимум, что может существенно повлиять на результат всей партии семян в целом.

Список источников

1. Сравнительная оценка образцов октоплоидной многоукосной кормовой культуры *Trititrigia cziczinii* Tzvelev в контрольном питомнике / Л.П. Иванова, Н.Л. Кузнецова, О.И. Ермоленко и др. // Аграрная Россия. 2021. № 4. С. 10-14.
2. Наследие академика Н.В. Цицина – Современное состояние и перспективы использования коллекции промежуточных пшенично-пырейных гибридов / В.П. Упельник, В.И. Белов, Л.П. Иванова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 3. 667 с.
3. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»). [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossort.ru/> (дата обращения: 10.11.2024).
4. Experience in the Cultivation of a New Perennial Cereal Crop – Trititrigia in the Conditions of South of the Rostov Region / Y. Lachuga, B. Meskhi, V. Pakhomov et al. // Agriculture. 2023. № 13. P. 605.
5. Utilization of Intermediate Wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) as an Innovative Ingredient in Bread Making / B. Cetiner et al. // Foods. 2023. № 12 (11). P. 2109. DOI: 10.3390/foods12112109.
6. Селекционно-генетические ресурсы отрастающих промежуточных пшенично-пырейных гибридов (2n=56) / В.И. Белов и др. // Бюллетень Главного ботанического сада. 2013. № 4 (199). С. 49-55.
7. Белов В.И., Иванова Л.П. Улучшение продуктивности октоплоидных промежуточных ППГ. М.: Изд-во МСХА, 2001. С. 166-176.
8. Сила связи зерна с колосом трититригии сорта Памяти Любимовой в фазу полной спелости / В.И. Пахомов, И.В. Червяков, А.А. Колинько и др. // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 84–89.

9. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. М.: Право и экономика, 2005. 48 с.

10. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести семян. М.: Стандартинформ, 2011.

Информация об авторах:

И.Н. Клименкова - научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ФГБУН ГБС РАН; ORCID 0000-0001-9370-4442, irinaklimleon@inbox.ru.

В.Е. Квитко - младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ФГБУН ГБС РАН, г. Москва, Россия; ORCID 0000-0001-8337-5032, lera.kvitko@mail.ru.

А.Д. Аленичева - младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ФГБУН ГБС РАН; ORCID 0000-0002-3479-5994, alenicheva_a@mail.ru.

Information about the authors:

I.N. Klimenkova - Researcher - Remote Hybridization Department of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, ORCID 0000-0001-9370-4442, irinaklimleon@inbox.ru.

V.E. Kvitko - Junior Researcher, Remote Hybridization Department of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, ORCID 0000-0001-8337-5032, lera.kvitko@mail.ru.

A.A. Alenicheva - Junior Researcher, Remote Hybridization Department of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, ORCID 0000-0002-3479-5994, alenicheva_a@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.11.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024, принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 18.11.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

© Клименкова И.Н., Квитко В.Е., Аленичева А.Д.

Научная статья
УДК 633.321:631.445.25.

АГРОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ТРАВОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА

Владимир Викторович Дьяченко, Наталья Витальевна Милехина, Ольга Викторовна Пономарчук
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Клевер луговой наиболее распространенная культура для производства травянистых кормов в Нечерноземной зоне России. Сорты клевера отличаются по скороспелости, количеству укосов, уровню плоидности и другим важным параметрам. В агроклиматических условиях Брянской области клевер может формировать несколько укосов, что важно с точки зрения составления региональных схем производства кормов. Цель работы – агрономическая и экономическая оценка продуктивного потенциала сортов лугового клевера при различных по интенсивности режимах травопользования. Методы исследования: полевые и лабораторные. Экспериментальная работа выполнена в период с 2022 – 2023 годов на опытном поле ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. Результаты исследований. Первый год жизни сорта клевера сформировали достаточный для использования на кормовые цели урожай надземной массы. Статистически достоверную прибавку показали сорта Кретуновский, Даяна, Милена и Близард. Урожайность зеленой массы составила от 11 до 13 т/га, а сбор сухого вещества 1,38 – 2,52 т/га. Травостой второго года жизни, таких сортов как Трифон, Кретуновский, Крыния, Даяна, Милена и Близард формировали около 50 т/га зеленой массы и порядка 12 т/га сухого вещества. Раннеспелые сорта клевера лугового ко второй половине сентября формируют в Брянской области пригодный для использования на кормовые цели третий укос, что позволяет расширить применение культуры в сырьевом и зеленом конвейерах. Установлено, что для интенсивного (трехукосного) использования подходят только сорта Кретуновский, Милена и Близард, которые формируют урожайность от 53,0 до 64,0 т/га зеленой массы и 12,2-13,8 т/га сухого вещества. Все изучаемые режимы травопользования обеспечивают рентабельное на уровне 70-87 % возделывание клевера лугового на кормовые цели (сено, сенаж и зеленый корм).

Ключевые слова: клевер луговой, схемы травопользования, урожайность зеленой массы, сухое вещество, экономическая эффективность.

Для цитирования: Дьяченко В.В., Милехина Н.В., Пономарчук О.В. Агрономическая и экономическая оценка сортов клевера лугового при разных режимах травопользования в условиях серых лесных почв Центрального региона // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 33-38.

Original article

AGRONOMIC AND ECONOMIC EVALUATION OF MEADOW CLOVER VARIETIES UNDER DIFFERENT GRASS MANAGEMENT REGIMES IN THE CONDITIONS OF GRAY FOREST SOILS OF THE CENTRAL REGION

Vladimir V. D'yachenko, Natalia V. Milekhina, Ol'ga V. Ponomarchuk
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Oblast, Kokino, Russia

Abstract. A meadow clover is the most common crop for the production of herbaceous feeds in the Non-black soil zone of Russia. The clover varieties differ in precocity, number of mowing, level of ploidy and other important parameters. In the agro-climatic conditions of the Bryansk region, the clover can form several cuttings, which is important from the point of view of drawing up regional feed production schemes. The purpose of the work is an agronomic and economic evaluation of the productive potential of meadow clover varieties under different intensity of grass management regimes. Research methods are field and laboratory. The experimental work was carried out in the period of 2022-2023 at the experimental field of Bryansk State Agrarian University. The research results. During the first year of life the clover varieties formed a harvest of above-ground mass being sufficient to be used for feeding. The varieties Kretunovsky, Dayana, Milena and Blizzard showed a statistically reliable increase. The green mass yields ranged from 11 to 13 t/ha, and the collection of dry matter was 1.38 – 2.52 t/ha. The herbage of the second year of life of such varieties as Trifon, Kretunovsky, Kryniya, Dayana, Milena and Blizzard formed about 50 t/ha of green mass and about 12 t/ha of dry matter. By the second half of September, the early-maturing varieties of meadow clover form the third cutting being suitable to be used for feeding in the Bryansk region that allows expanding the application of the crop in raw material and green conveyors. Only the Kretunovsky, Milena and Blizzard varieties were established to be suitable for intensive (three-fold cutting) application, which form

the yields from 53.0 to 64.0 t/ha of green mass and 12.2-13.8 t/ha of dry matter. All the studied grass management regimes ensure profitable cultivation of meadow clover at the level of 70-87% for feeding (hay, haylage and green fodder).

Key words: meadow clover, grass management schemes, yields of green mass, dry matter, economic efficiency.

For citation: D'yachenko V.V., Milekhina N.V., Ponomarchuk O.V. Agronomic and economic evaluation of meadow clover varieties under different grass management regimes in the conditions of gray forest soils of the Central region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 33-38.

Введение. Клевер луговой наиболее распространенная культура для производства высокобелковых травянистых кормов в Нечерноземной зоне России. Это, прежде всего сено и сенаж, травяная мука, зеленый корм, компонент для приготовления силоса [1-3]. В Нечерноземной зоне, как правило, клевер формирует два полноценных укоса [3-4]. В некоторых научных работах и по имеющемуся производственному опыту отмечается, что клевер луговой способен давать и три укоса в условиях Брянской области [5-6]. Так же в научной литературе нет однозначного мнения относительно правильного выбора режима использования клевера лугового на кормовые цели. Здесь надо учитывать, прежде всего, генетические особенности возделываемых сортов: их скороспелость, возможность формирования последующих укосов, уровень плоидности и т.д.

В России сортимент клевера лугового представлен достаточно широким спектром генотипов, включающих сорта разных групп спелости и отличающиеся по способности к послеукольному отращиванию. Если обосновывать выбор сорта только исходя из анализа заявленных сортовых характеристик, практически нет возможности получить достоверную информацию о возможности получения третьего укоса с травостоем клевера. Так же актуальным является вопрос сравнительной оценки продуктивности сортов при разных по интенсивности режимах скашивания.

Цель работы – агрономическая и экономическая оценка продуктивного потенциала сортов лугового клевера при различных по интенсивности режимах травопользования в условиях серых лесных почв Брянской области.

Материалы и методы. Исследовательская работа выполнялась в период 2022-2023 годов на опытном поле учхоза ФГБОУ ВО Брянского ГАУ. Почва серая лесная среднесуглинистая, образованная на лессовидных карбонатных суглинках. Гумусовый горизонт 25-35 см, содержание органического вещества 1,72-2,22 %, содержание подвижного фосфора высокое и калия среднее (261-351 мг P₂O₅ и 116-190 мг K₂O на 1 кг почвы). Реакция почвенного раствора кислая, рН_{KCl} 4,1-4,4.

Полевой опыт был заложен в 2022 году и включал ряд современных сортов клевера лугового отечественной и зарубежной селекции (ВИК-7, Трифон, Шанс, Кретуновский, Дымковский, Крыния, Даяна, Милена и Близард). В опыте в качестве контроля использовали наиболее распространенный в регионе сорт ВИК –7. Посев проводился в первой декаде мая нормой высева 12-15 кг/га разбросным способом вручную. В качестве покровной культуры служил яровой ячмень с уменьшенной на половину нормой высева. Площадь деланки составляла 20 м², повторность четырех кратная, размещение вариантов систематическое. С учетом почвенного плодородия при закладке опыта фосфорные и калийные удобрения не применяли, под покровную культуру была внесена расчетная доза известковых материалов. Агротехника при подготовке почвы включала общепринятые при возделывании многолетних бобовых трав агроприемы.

В соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами учет урожая надземной массы осуществляли сплошным методом на площадках по 5 м² в четырехкратной повторности. Урожайность зеленой массы сортов клевера учитывали по двум схемам пользования: 1) по двухукошной (принятой) схеме – первый укос в фазу цветения, второй укос с интервалом 60 дней 2) по трехукошной (предлагаемой или интенсивной) схеме - первый укос в фазу начала бутонизации; второй укос с интервалом 40 дней; третий укос определялся исходя из высоты растений к середине сентября.

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия зимы 2022 – 2023 годов сложились благоприятно для успешной перезимовки растений клевера лугового. Зимостойкость сортов составила от 89 до 96 %, при этом отечественные генотипы отличались более высоким процентом перезимовки. В весенний период были выполнены такие агроприемы по уходу за травостоями клевера как ранневесеннее боронование легкими зубowymi боронами и минимальная подкормка аммиачной селитрой в дозе 90 кг га.

Полученные в вегетацию 2023 года данные по урожайности зеленой массы при традиционном режиме скашивания показали не только высокую продуктивность сортимента клевера лугового, но и выявили определенные сортовые вариации (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность зеленой массы при принятой схеме травопользования, за 2023 год

Варианты опыта (сорта клевера лугового)	Урожайность по укосам, т/га		В сумме за два укоса
	первый укос	второй укос	
ВИК-7 (контроль)	27,0	15,9	42,9
Трифон	30,8	18,2	49,0
Шанс	25,4	18,6	44,0
Кретуновский	28,9	20,5	49,5
Дымковский	25,6	13,8	39,5
Крыния	30,9	20,4	51,3
Даяна	30,4	20,5	50,9
Милена	31,5	21,0	52,5
Близард	31,9	21,3	53,2
Среднее по опыту	29,2	18,9	48,1
НСР ₀₅	1,8	1,6	2,5
Точность опыта, %	2,1	2,9	1,7

Оценивая урожайность первого укоса, надо отметить, что большинство сортов (Кретуновский, Даяна, Трифон, Милена и Близард) показали достоверную прибавку урожая зеленой массы к контролю (сорт ВИК-7). Данные по урожайности второго укоса, выявили существенное, порядка на 27-46 % снижение показателя в сравнении с первым укосом. В целом эта тенденция характерна для культуры клевера лугового и полученные нами данные не явились исключением. При этом среднесортная урожайность составила 1,89 кг/м², что соответствует 18,9 т/га зеленой массы. Статистически достоверную прибавку урожайности отавы в сравнении с контролем, обеспечило большинство сортов в опыте. Следует выделить сорта Кретуновский, Крыния, Даяна, Милена и Близард урожайность зеленой массы второго укоса которых была существенно выше среднесортной и составила 20,4 – 21,3 т/га.

Результаты учетов урожайности в сумме за вегетационный период 2023 года позволяют констатировать высокую продуктивность клевера второго года жизни в почвенно-климатических условиях региона при двухукосной схеме использования. Так среднесортная урожайность была 4,81 кг/м², что в пересчете на гектар составит 48,1 тонны зеленой массы. Ряд сортов сформировали суммарную урожайность более 5 кг/м² или более 50 т/га, что является достаточно высоким показателем для культуры клевера лугового. В целом по урожайности кормовой массы при такой схеме использования выделяются сорта Трифон, Кретуновский, Крыния, Даяна, Милена и Близард.

Схема полевого опыта дополнительно предполагала оценку отзывчивости сортов клевера лугового на интенсивную (трехукосную) схему использования. Интенсивная схема укосов предположительно позволит существенно повысить урожайность зеленой массы и кормовую продуктивность травостоев культуры (табл. 2).

Таблица 2 - Урожайность зеленой массы при предлагаемой схеме травопользования, за 2023 год

Варианты опыта (сорта клевера лугового)	Урожайность по укосам, т/га			В сумме за три укоса
	первый укос	второй укос	третий укос	
ВИК-7 (контроль)	19,7	14,2	9,4	43,3
Трифон	24,4	19,3	7,6	51,3
Шанс	21,5	17,2	6,1	44,8
Кретуновский	29,1	21,3	8,6	59
Дымковский	27,8	12,8	5,5	46,1
Крыния	25,4	19,2	8,0	52,6
Даяна	24,4	20,3	9,2	53,9
Милена	27,4	21,4	10,3	59,1
Близард	30,2	20,4	13,9	64,5
Среднее по опыту	25,9	18,5	8,7	53,1
НСР ₀₅	3,3	2,0	0,7	0,8
Точность опыта, %	3,4	3,7	2,9	4,3

Анализируя результаты учетов урожайности зеленой массы надо констатировать достаточно высокий уровень продуктивности травостоев клевера второго года жизни в почвенно-климатических условиях региона. За вегетационный период 2023 года сорта клевера сформировали от 43,3 до 64,5 т/га зеленой массы в сумме за три укоса. При этом средний уровень продуктивности клеверных тра-

востоев составил 52,8 т/га надземной массы, что можно отнести к существенным значениям. Учеты урожайности показали и достаточно весомые различия между сортами по этому показателю.

Сравнительная оценка кормовой продуктивности сортов клевера при различных схемах учета предполагает, прежде всего, анализ урожайности кормовой массы. Результаты такой оценки анализируются в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная оценка сортов клевера лугового второго года жизни по урожайности зелёной массы при различных схемах травопользования, 2023 год

Варианты опыта (сорта клевера лугового)	Урожайность в зависимости от схемы травопользования, т/га		Прибавка к традиционной схеме учета	
	двухукосная (традиционная)	трехукосная (интенсивная)	т/га	%
ВИК-7 (контроль)	42,94	43,33	0,39	0,9
Трифон	49,01	51,23	2,23	4,6
Шанс	43,99	44,87	0,88	2,0
Кретуновский	49,47	58,99	9,52	19,2
Дымковский	39,48	46,18	6,7	17,0
Крыния	51,27	52,59	1,32	2,6
Даяна	50,88	53,94	3,06	6,0
Милена	52,48	59,14	6,66	12,7
Близард	53,20	64,51	11,31	21,3

Сопоставление уровня урожайности при двухукосной и трехукосной схемах использования наглядно показывает преимущество интенсивного режима уборки, все изучаемые сорта клевера лугового обеспечили прибавку к стандартной схеме учета. Однако наиболее значительный прирост урожая зеленой массы от 12,7 до 21,3 %, что соответствует 6,7 – 11,3 т/га, характерен только для сортов Милена, Дымковский, Кретуновский и Близард.

Для кормовых культур немаловажен показатель демонстрирующий выход (сбор) сухого или абсолютно-сухого вещества. Для кормовых растений наибольшую питательную ценность имеет сухое вещество, так как содержащаяся вода практически её не имеет. Поэтому для таких культур, крайне важно оценивать продуктивность травостоев именно по сбору или выходу сухого вещества. Данные представленные в таблице 4, в отличие от результатов оценки урожайности зеленой массы не позволяют сделать однозначного заключения о преимуществе трехукосной схемы использования.

Таблица 4 – Сравнительная оценка сортов клевера лугового второго года жизни по выходу сухого вещества при различных схемах травопользования, 2023 год

Варианты опыта (сорта клевера лугового)	Выход (сбор) сухого вещества в зависимости от схемы использования, т/га		Прибавка +, снижение -, к традиционной схеме учета	
	двухукосная (традиционная)	трехукосная (интенсивная)	т/га	%
ВИК-7 (контроль)	10,70	9,85	-0,85	-7,9
Трифон	11,98	10,24	-1,74	-14,5
Шанс	10,56	9,09	-1,47	-13,9
Кретуновский	11,67	12,18	0,51	4,4
Дымковский	8,88	9,22	0,34	3,8
Крыния	12,83	12,36	-0,47	-3,7
Даяна	12,69	12,33	-0,36	-2,8
Милена	12,53	13,47	0,94	7,5
Близард	12,51	13,85	1,34	10,7

В целом рассматриваемые схемы травопользования дают возможность получить выход сухого вещества по большинству сортов свыше 10 т/га, что является высоким показателем, даже для второго года жизни травостоев клевера лугового. Так сбор сухого вещества при традиционной (двухукосной) схеме учета составила от 8,9 до 12,8 т/га в зависимости от сорта. При этом следует выделить сорта Трифон, Крыния, Даяна, Милена и Близард обеспечившие при двухукосной схеме использования 12,0 – 12,8 т/га сухого вещества. Предлагаемая (трехукосная) схема учета урожая позволяет получить с травостоев сортов клевера от 9,2 до 13,9 т/га сухого вещества. Полученные данные, дают основание

отметить, как наиболее продуктивные при трехукосном использовании, сорта Кретуновский, Крыния, Даяна, Милена и Близард, давшие урожай сухого вещества от 12,2 до 13,9 т с единицы площади.

Сравнение схем травопользования по сбору сухого вещества, показывает, что наиболее высокую прибавку, 0,94 – 1,34 т/га в абсолютных и 7,5 – 10,7 % в относительных величинах, при трехукосной уборке, демонстрируют только сорта Милена и Близард. Сравнительно неплохая отзывчивость на интенсивный режим скашивания характерна для сорта Кретуновский, прибавка к стандартной схеме составила 0,51 т/га сухого вещества или 4,4 %.

Основанием внедрения в производство разрабатываемого агроприема, помимо агрономической целесообразности, всегда должна быть его экономическая эффективность. Рассматривая трехукосный режим травопользования при возделывании клевера лугового, следует учитывать дополнительные расходы, связанные с уборкой и транспортировкой урожая. Расчет показателей экономической оценки предлагаемых технологических решений позволяет проанализировать рентабельность и доходность их применения в производстве. Только экономически эффективные агроприемы найдут широкое применение в агрономической практике.

Расчетные данные приведенные в таблице 5 позволяют сделать заключение о экономической эффективности возделывания клевера для производства кормов при рассматриваемых режимах травопользования.

Таблица 5 – Экономические показатели возделывания клевера лугового при производстве кормов (на примере сорта Кретуновский) при различных режимах травопользования

Экономические показатели	Схемы травопользования	
	двухукосная (традиционный режим)	трехукосная (интенсивный режим)
Урожайность зеленой массы, т/га	49,47	58,99
Валовое производство, тонн кормовых единиц	9,89	11,80
Стоимость валовой продукции, рублей /га	54395,0	64900,0
Производственные затраты, руб. на га	28991,7	38158,6
Себестоимость 1 т продукции, руб.	586,0	646,9
Чистый доход, руб.	25403,3	26741,4
Рентабельность производства кормов, %	87,6	70,1

Анализируемые схемы травопользования обеспечивают экономически рентабельное возделывание клевера при производстве кормов (сено, сенаж и зеленый корм). При этом трехукосный режим использования травостоев позволяет получить с единицы площади не только более высокий уровень урожайности и валового производства кормовых единиц, но и более высокую стоимость (условную) валовой продукции на 19,3 % и чистый (условно) доход на 5,3 %. Интенсивная (трехукосная) схема травопользования приводит к закономерному, почти на 31 %, увеличению производственных затрат. Это повышение связано с уборкой и транспортировкой дополнительного урожая. Так же при трехукосной схеме использования существенно повышается себестоимость единицы продукции.

В целом анализ экономических показателей возделывания клевера лугового сорта Кретуновский на кормовые цели свидетельствует о более высокой эффективности двухукосного режима травопользования, обеспечивающего рентабельность производства 87,6 % при себестоимости единицы продукции 586 рублей за тонну зеленой массы.

Заключение. В почвенно климатических условиях Брянской области современные раннеспелые двухукосные сорта клевера лугового российской и зарубежной селекции Трифон, Кретуновский, Крыния, Даяна, Милена и Близард формируют на травостоях второго года жизни урожайность зеленой массы порядка 50 т/га и обеспечивают сбор сухого вещества около 12 т/га при двухукосной схеме использования. Агроклиматических ресурсов региона вполне хватает для того, чтобы раннеспелые двухукосные сорта сформировали третий пригодный к использованию укос. Раннеспелые сорта клевера лугового ко второй половине сентября формируют в Брянской области пригодный для использования на кормовые цели третий укос, что позволяет расширить применение культуры в сырьевом и зеленом конвейерах. Установлено, что для интенсивного (трехукосного) использования подходят только сорта Кретуновский, Милена и Близард, которые формируют урожайность от 53,0 до 64,0 т/га зеленой массы и 12,2-13,8 т/га сухого вещества. Все изучаемые режимы травопользования обеспечивают рентабельное на уровне 70-87 % возделывание клевера лугового на кормовые цели (сено, сенаж и зеленый корм).

Список источников

1. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечернозёмной зоне РФ / А.А. Кутузова, А.С. Шпаков, В.М. Косолапов и др. // Кормопроизводство. 2021. № 2. С. 3-9.
2. Шпаков А.С., Воловик В.Т. Системы кормопроизводства в специализированных животноводческих хозяйствах // Кормопроизводство. 2020. № 3. С. 15-19.
3. Клевер луговой - важная кормовая культура в западной части Нечерноземной зоны / А.Д. Прудников, А.Г. Прудникова, М.И. Перепичай и др. // Аграрная наука. 2024. № 3. С. 134-140.
4. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Результаты агроэкологического испытания сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья // Вестник Ульяновской ГСХА. 2023. № 1 (61). С. 35-39.
5. Формирование урожая кормовой массы сортов клевера лугового второго года жизни при интенсивной схеме использования / В.В. Дьяченко, М.М. Нечаев, Н.В. Милехина и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2(102). С. 24-30.
6. Дьяченко В.В., Ляшкова Т.В. Влияние борофоски на урожайность сортов клевера лугового в условиях серых лесных почв // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 1 (21). С. 74-80.

Информация об авторах

В.В. Дьяченко – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ uchsovets@bgsha.com.

Н.В. Милехина - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

О.В. Пономарчук - кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors

V.V. D'yachenko – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University uchsovets@bgsha.com

N.V. Milekhina - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University

O.V. Ponomarchuk - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25.09.2024; одобрена после рецензирования 25.11.2024, принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 25.09.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

© Дьяченко В.В., Милехина Н.В., Пономарчук О.В.

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE
ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ
И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
 УДК 636.22/.28.082.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРОВ
В ПЛЕМЕННЫХ ЗАВОДАХ РЕГИОНА

¹Иван Васильевич Малявко, ²Вера Алексеевна Малявко

¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

²Брянский филиал ФГУП ВНИИЗЖ, Брянская область, Брянск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты анализа показателей воспроизводства коров голштинской породы чёрно-пёстрой масти племенных заводов Брянской области за 2019-2023 годы. Авторы отмечают, что племенные заводы различаются как по поголовью крупного рогатого скота, так и по численности коров. За 5-летний период времени поголовье крупного рогатого скота увеличилось в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» Стародубского района на 43,8%, а поголовье коров – на 48,3%. Следует отметить, что за период с 2019 года по 2023 год в племенном заводе ООО «Новый путь» Брянского района поголовье крупного рогатого скота увеличилось всего лишь на 4,23%, а количество коров выросло - на 11,2%. В племенном заводе колхозе «Прогресс» доля коров в структуре стада крупного рогатого скота снизилась за исследуемый период на 0,1% и составляет 35,4%, а племенном заводе СПК «Зимницкий» доля коров увеличилась на 1,26% в 2023 году, по сравнению с 2019 годом и составила 39,82%. Было приобретено и использовано для искусственного осеменения коров и ремонтных тёлочек (воспроизводства стада) племенными заводами: ООО «Красный Октябрь» - 13 тыс. спермодоз, СПК «Зимницкий» - 5364 спермодозы, колхоз «Прогресс» - 4600 спермодоз и ООО «Новый путь» - 4596 спермодоз высококачественного семени лучших быков-производителей, принадлежащих к международно признанным линиям быков-улучшателей молочной продуктивности коров Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлексн Соверинг 198998 и Монтвик Чифтейн 95679. Ремонтные тёлочки племенного завода ООО «Новый путь» по среднесуточному приросту живой массы от рождения до плодотворного осеменения превосходили своих сверстниц из племенных заводов: ООО «Красный Октябрь» - на 161 г, колхоза «Прогресс» - на 139 г и СПК «Зимницкий» - на 41 г. В племенном заводе ООО «Красный Октябрь» первое осеменение ремонтных тёлочек проводили в возрасте 14 месяцев при живой массе 380 кг, а самое позднее осеменение было в племенном заводе колхозе «Прогресс» - 19 месяцев при живой массе 407 кг. По данному показателю все четыре племенные заводы отвечали требованиям, предъявляемым к деятельности племенных заводов. Исследованиями было установлено, что в племенных заводах увеличилось количество коров-первотёлок вводимых в основное стадо коров в ООО «Новый путь» в 2,6 раза, в ООО «Красный Октябрь» - на 72%, в СПК «Зимницкий» - на 25,8%, а в колхозе «Прогресс» остался на прежнем уровне. Самый высокий процент ввода коров-первотёлок в основное стадо отмечается в племенных заводах ООО «Красный Октябрь» и ООО «Новый путь», который составил 44,1% и 41,9% соответственно, а процент ввода коров-первотёлок в основное стадо в племенных заводах СПК «Зимницкий» и колхозе «Прогресс» составляет 30,7% и 31,2% соответственно. По выходу телят на 100 коров три племенных завода: ООО колхоз «Прогресс», СПК «Зимницкий» и ООО «Красный Октябрь» отвечают требованиям, предъявляемым к племенным заводам по этому показателю, то есть получают более 80 телят, а именно 86 голов, 86 голов и 85 голов. Племенной завод ООО «Новый путь» по данному показателю не отвечает предъявляемым требованиям, так как получено менее 80 голов телят, всего лишь 72 головы. Специалистам данного племенного завода необходимо улучшить работу с коровами по воспроизводству. В племенных заводах СПК «Зимницкий» и колхозе «Прогресс» продолжительность производственного использования коров составляет 4,6 и 3,8 отёлов, а в ООО «Красный Октябрь» и ООО «Новый путь» самый короткий период производственного использования коров - 3,1 и 3,6 отёлов, что свидетельствует о жесткой эксплуатации коров и не полностью реализацией генетического их потенциала.

Ключевые слова: голштинская порода, коровы, коровы-первотёлки, тёлочки случного возраста, племенные заводы (ООО, колхоз, СПК), спермодоза, выход телят, средний возраст выбытия коров, производственное использование коров.

Для цитирования: Малявко И.В., Малявко В.А. Характеристика показателей воспроизводства коров в племенных заводах региона // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 39-44.

Original article

CHARACTERISTICS OF COW REPRODUCTION INDICATORS
IN THE BREEDING PLANTS OF THE REGION¹Ivan Vasil'yevich Malyavko, ²Vera Alekseevna Malyavko¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia²Bryansk branch of FSBI "ARRIIAH", Bryansk region, Bryansk, Russia

Abstract. The article presents the results of the analysis of reproduction indicators of black-and-white Holstein cows of the Bryansk region breeding plants for 2019-2023. The authors note that the breeding plants differ both in the number of the cattle and in the number of the cows. Over a 5-year period, the number of the cattle increased in the breeding plant of «Krasny Oktyabr'» LLC in the Starodub district by 43.8% and the number of the cows by 48.3%. It should be noted that during the period from 2019 to 2023 the number of the cattle increased by only 4.23%, and the number of the cows increased by 11.2% in the breeding plant of «Novy Put'» LLC of the Bryansk district. In the breeding plant of the collective farm «Progress», the share of the cows in the structure of the cattle herd decreased by 0.1% during the research period and amounted to 35.4%, and in the breeding plant of the agricultural production cooperative (APC) «Zimnitsky», the share of the cows increased by 1.26% in 2023, compared with 2019 and amounted to 39.82%. The breeding plant «Krasny Oktyabr'» LLC, bought and used 13 thousand sperm doses, the APC «Zimnitsky» - 5364 sperm doses, the collective farm «Progress» - 4600 sperm doses and the collective farm «Novy Put'» - 4596 sperm doses of high-quality semen from the best stud bulls belonging to internationally recognized lines of bulls-improvers of dairy productivity of cows Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998 and Montwick Chieftain 95679, to inseminate the cows and replacement heifers (herd reproduction) artificially. According to the average daily gain in live weight from birth to fruitful insemination the replacement heifers of the breeding plant of «Novy Put'» LLC surpassed their peers from the breeding plants of «Krasny Oktyabr'» LLC by 161 g, the collective farm «Progress» by 139 g and the APC «Zimnitsky» by 41 g. In the breeding plant of «Krasny Oktyabr'» LLC the first insemination of the replacement heifers was carried out at the age of 14 months with a live weight of 380 kg, and the latest insemination was in the breeding plant of the collective farm «Progress» - at 19 months age with a live weight of 407 kg. All four breeding plants met the requirements for the activities of breeding plants on this indicator. The research proved that the number of first-calf cows being introduced into the main cow herd in breeding plants of «Novy Put'» LLC increased by 2.6 times, of «Krasny Oktyabr'» LLC - by 72%, of the APC «Zimnitsky» - by 25.8%, and in the collective farm «Progress» it remained at the same level. The highest percentage of first-calf cows entering the main herd is noted in the breeding plants of «Krasny Oktyabr'» LLC and «Novy Put'» LLC, which amounted to 44.1% and 41.9%, respectively, and the percentage of first-calf cows entering the main herd in the breeding plants of the APC «Zimnitsky» and the collective farm «Progress» is 30.7% and 31.2%, respectively. According to the output of calves per 100 cows, three breeding plants of the collective farm «Progress», the APC «Zimnitsky» and «Krasny Oktyabr'» LLC meet the requirements for breeding plants for this indicator, that is, they receive more than 80 calves, namely 86 heads, 86 heads and 85 heads respectively. The breeding plant of «Novy Put'» LLC does not meet the requirements on this indicator, since less than 80 heads of calves were received, only 72 heads. Specialists of this breeding plant must improve their work with cows on reproduction. In the breeding plants of the APC «Zimnitsky» and the collective farm «Progress», the duration of production use of the cows is 4.6 and 3.8 calvings, and in the «Krasny Oktyabr'» LLC and the «Novy Put'» LLC the shortest period of production use of cows is 3.1 and 3.6 calving, which indicates harsh exploitation of the cows and not fully realizing their genetic potential.

Key words: Holstein breed, cows, first-calf cows, heifers of breeding age, breeding plants (LLC, collective farm, APC), sperm dose, calf crop, average age of cow retirement, production use of cows.

For citation: Malyavko I.V., Malyavko V.A. Characteristics of cow reproduction indicators in the breeding plants of the region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 39-44.

Введение. Для увеличения производства продукции животноводства и рационального использования разводимых животных необходима правильная организация воспроизводства стада. Для обеспечения технологического ритма воспроизводства стада нужно ежемесячно получать 10-11% отёлов, проводить 14-16% осеменений при 55-60-й оплодотворяемости и 8-9% закладки стельности от поголовья, имеющегося на начало года. Для такого ритма воспроизводства требуется не только полноценное сбалансированное кормление и правильное содержание коров, но применение чёткой научно-обоснованной системы контроля и регуляции воспроизводительной функции [1].

Удовлетворительным показателем для молочного скотоводства считается получение 90-100 телят на 100 коров и нетелей в год, что требует от специалистов племенных хозяйств создания соответствующих условий содержания и кормления животных, проведения чёткой селекционной работы, квалифицированного осеменения, профилактики и лечения заболеваний и др. [2].

В нынешних условиях необходимо сделать всё, чтобы увеличить поголовье коров за счёт целенаправленного выращивания ремонтных тёлочек, не снижать контроль зоотехнических и ветеринарных служб над организацией и проведением искусственного осеменения коров и тёлочек спермой ценных племенных производителей.

Введение в стадо большого числа первотёлок ускоряет его оборот, омолаживает маточное поголовье и даёт возможность повысить продуктивность коров и плодовитость в результате выбраковки яловых и малопродуктивных. Коров с продуктивностью выше средней по стаду оставляют до тех пор, пока эти средние показатели не превысят её продуктивность в результате введения в стадо более ценных первотёлок.

Таким образом, темпы обновления стада зависят от качества выращиваемых племенных ремонтных тёлочек: чем выше их продуктивность, тем больше оснований для увеличения процента браковки. Если же ремонтные тёлочки низкого качества или выращены в плохих условиях, то браковка коров должна быть снижена до 20% и менее.

Преимущество повышенной нормы ремонта стада заключается в возможности вести отбор животных по их собственной продуктивности за первую лактацию, а не по показателям их матерей, позволяющие оценивать тёлочек с точностью не выше 30-35%. Кроме того, повышенный процент ввода в стадо первотёлок позволяет получить ежегодно больше телят и увеличить производство мяса за счёт убоя взрослых коров весом 500 кг и более, а не тёлочек весом 300-350 кг.

Это относится и к племенным хозяйствам, где длительно используют высокопродуктивных животных. Коровы со средними показателями и ниже подлежат по возможности быстрой замене.

Проблема стабильного решения вопросов воспроизводства стада продолжает из года в год оставаться актуальной. Вследствие этого выход телят на 100 коров в условиях хозяйств РФ (в среднем 70-75%) не достигает физиологических возможностей маточного поголовья.

Материал и методика исследований. Работа выполнена на кафедре кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и ГКУ Брянской области «Брянской областной государственной племенной службе» в период с января 2024 года по июнь 2024 года. Исследования по особенностям показателей воспроизводства коров проводили в племенных заводах Брянской области.

Объектом исследований служили карточки четырёх племенных заводов Брянской области по разведению голштинской породы чёрно-пёстрой крупного рогатого скота молочного направления продуктивности ООО «Красный Октябрь» Стародубского района, колхоз «Прогресс» Клинцовского района, ООО «Новый путь» Брянского района и СПК «Зимницкий» Дубровского района [4,5,6,7].

Цель исследований - изучить особенности воспроизводства в племенных заводах Брянской области за период 2019-2023 годы. Для достижения цели, пользуясь расчётно-аналитическими методами исследований, были поставлены следующие задачи:

- провести анализ количественных и качественных показателей воспроизводства и селекционно-племенной работы в племенных заводах, а именно:
 - наличие поголовья крупного рогатого скота, в том числе коров;
 - провести сравнительную оценку племенных хозяйств по вводу первотёлок в основное стадо и выходу телят на 100 коров;
 - дать оценку деятельности племенных заводов по воспроизводительным качествам;
 - провести оценку племенных заводов по использованию основных заводских линий при разведении голштинской породы чёрно-пёстрой масти [8].

Результаты собственных исследований. На основе чистопородного разведения, с учётом применяемых в племенных заводах методов отбора и подбора, генеалогической структуры стада, и применяемых в хозяйствах систем выращивания ремонтных тёлочек, характеристик воспроизводительных качеств коров, используемых спермопродукции бычков-производителей были фактически достигнуты высокие показатели в развитии молочного скотоводства.

Общая фактическая численность крупного рогатого скота голштинской породы чёрно-пёстрой масти в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» увеличилось за последние пять лет на 3298 голов, а поголовье молочных коров выросло с 2375 голов до 3524 голов (табл. 1).

Таблица 1 – Численность крупного рогатого скота в племенных заводах

Показатели	Племенные заводы							
	ООО «Красный Октябрь»		Колхоз «Прогресс»		ООО «Новый путь»		СПК «Зимницкий»	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Наличие крупного рогатого скота - всего на конец года, голов	7527	10825	1915	1921	2242	2337	1893	1833
из них: чистопородных	-	-	-	-	-	-	1893	1833
классов элита-рекорд, элита	-	-	-	-	-	-	-	-
коров	2375	3524	680	680	1205	1340	730	730
из них чистопородных	2375	3524	680	680	1205	1340	730	730
классов элита-рекорд, элита	2375	3524	680	680	1205	1340	730	730

Следует отметить, что за период с 2019 года по 2023 год в племенном заводе ООО «Новый путь» Брянского района поголовье крупного рогатого скота увеличилось на 95 голов, а количество коров выросло на 135 голов. В племенном заводе колхозе «Прогресс» поголовье крупного рогатого скота возросло на 6 голов, а поголовье коров на протяжении пяти исследуемых лет остается на уровне 680 голов. В тоже время поголовье крупного рогатого скота в племенном заводе СПК «Зимницкий» снизилось на 3,17% и составляет 1833 головы, в том числе поголовье коров остается неизменным и составляет 730 чистопородных коров.

Воспроизводство стада крупного рогатого скота в племенных заводах основано на полном использовании искусственного осеменения коров и тёлочек (табл. 2).

Таблица 2 – Искусственно осеменено коров и тёлочек

Показатели	Племенные заводы							
	ООО «Красный Октябрь»		Колхоз «Прогресс»		ООО «Новый путь»		СПК «Зимницкий»	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Приобретено племенного материала (продукции): спермы, доз	10323	13000	4500	4600	5100	4596	6064	5364
Случено и осеменено коров и тёлочек, голов	3035	4098	918	900	1720	1760	897	815
В том числе осеменено искусственно - всего, голов:	3035	4098	918	900	1720	1760	897	815
из них коров	1905	2960	680	680	1174	1248	637	628
тёлочек	1130	1138	238	220	546	512	260	187
В том числе семенем быков-улучшателей:	2143	2341	643	593	1400	1200	465	424
из них коров	1641	1873	496	456	1003	808	383	323
тёлочек	502	468	147	137	397	392	82	101
Среднесуточный прирост живой массы тёлочек от рождения до случного возраста, г	774	790	676	698	726	837	679	796
Возраст тёлочек при первом осеменении, мес.	15	14	20	19	16	15	19	15
Живая масса тёлочек при первом осеменении, кг	377	380	411	407	397	405	399	396

В 2023 году увеличилась закупка племенного материала (спермодоз) для искусственного осеменения коров и тёлочек в племенных заводах ООО «Красный Октябрь» на 25,9% и в колхозе «Прогресс» - на 2,2%, а в племенных заводах ООО «Новый путь» и СПК «Зимницкий», наоборот, произошло снижение - на 9,9% и на 11,5% соответственно, по сравнению с 2019 годом. Из общего поголовья осеменённых коров и тёлочек наибольший процент искусственного осеменения приходится на долю коров в племенном заводе СПК «Зимницкий» - 77,05%, колхозе «Прогресс» - 75,5%, ООО «Красный Октябрь» - 72,2%, ООО «Новый путь» - 70,9%. Семенем быков-улучшателей было искусственно осеменено большего всего коров в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» - 80%, колхозе «Прогресс» - 76,9%, СПК «Зимницкий» - 76,18%, ООО «Новый путь» - 67,3%.

Основным породным признаком развития ремонтного молодняка голштинской породы в племенных заводах является его среднесуточный прирост живой массы, возраст и живая масса при первом осеменении.

Как по среднесуточному приросту живой массы тёлочек от рождения до плодотворного осеменения, так и по возрасту и по живой массе тёлочек при первом осеменении, племенные заводы существенно различались. Так, наибольший среднесуточный прирост живой массы ремонтных тёлочек отмечался в племенном заводе ООО «Новый путь» и составил 837 г, что больше чем в племенных заводах: колхозе «Прогресс» - на 19,91%, ООО «Красный Октябрь» - на 5,95% и СПК «Зимницкий» - на 5,15%.

Самый короткий возраст ремонтных тёлочек при первом осеменении отмечается в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» и составил 14 месяцев, самый поздний срок отмечается в племенном заводе колхозе «Прогресс» - 19 месяцев. Наибольшая живая масса тёлочек при первом осеменении была в племенном заводе колхозе «Прогресс» и составила 407 кг, а наименьшая – в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» - 380 кг. По данному показателю все четыре племенные заводы отвечали требованиям, предъявляемым к деятельности племенных заводов.

Разведение животных осуществляется в племенных заводах по трём основным линиям быков-производителей-улучшателей голштинского скота, так в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» семенем быка-производителя Вис Бэк Айдиал 1013415 было осеменено 1924 голов коров и тёлочек (или 46,95%), Рефлекшн Соверинг 198998 – 1551 голов коров и тёлочек (или 37,85%), Монтвик Чифтейн 95679 – 10 голов коров и тёлочек (или 0,24%) (табл. 3).

Таблица 3 – Генеалогическая структура стада коров племенных заводов, голов

Основные линии голштинского скота	Племенные заводы							
	ООО «Красный Октябрь»		Колхоз «Прогресс»		ООО «Новый путь»		СПК «Зимницкий»	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Вис Бэк Айдиал 1013415	1262	1924	140	327	527	628	390	328
Рефлекшн Соверинг 198998	986	1551	379	253	444	678	242	377
Монтвик Чифтейн 95679	127	10	121	94	44	17	64	25

В племенном заводе колхозе «Прогресс» семенем быка-производителя Вис Бэк Айдиал 1013415 осеменено 327 голов коров (или 48,09%), Рефлекшн Соверинг 198998 – 253 голов коров (или 37,21%), Монтвик Чифтейн 95679 – 94 голов коров (или 13,82%). В племенном заводе ООО «Новый путь» семенем быка-производителя Вис Бэк Айдиал 1013415 осеменено 628 голов коров и тёлочек (или 35,68%), Рефлекшн Соверинг 198998 – 678 голов коров и тёлочек (или 38,52%), Монтвик Чифтейн 95679 – 17 голов коров и тёлочек (или 0,97%). В племенном заводе СПК «Зимницкий» семенем быка-производителя Вис Бэк Айдиал 1013415 осеменено 328 голов коров (или 44,93%), Рефлекшн Соверинг 198998 – 377 голов коров (или 51,64%), Монтвик Чифтейн 95679 – 25 голов коров (или 3,42%).

На высоком зоотехническом уровне в племенных заводах выполняется ремонт основного маточного стада коровами (табл. 4).

Таблица 4 – Характеристика показателей воспроизводства стад племенных заводов

Показатели	Годы							
	ООО «Красный Октябрь»		Колхоз «Прогресс»		ООО «Новый путь»		СПК «Зимницкий»	
	2019	2023	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Растелилось нетелей, голов	828	1424	212	212	216	562	178	224
Введено в стадо первотелок, голов	828	1424	212	212	216	562	178	224
Введено в стадо первотелок, %	40,4	44,1	31,1	31,2	18,8	41,9	25,1	30,7
Получено живых телят - всего, голов	2547	4182	790	798	1136	970	815	852
в том числе от коров	1719	2758	578	586	920	562	637	628
Выход телят на 100 коров, голов	83	85	85	86	80	72	90	86
Продолжительность производственного использования коров (средний возраст выбытия), отёлов	3,0	3,1	4,5	3,8	4,1	3,6	4,3	4,6

Из данных таблицы 4 следует, что в племенных заводах увеличилось количество коров-первотёлочек вводимых в основное стадо коров в ООО «Красный Октябрь» - на 596 голов, в ООО «Новый путь» - на 346 голов, в СПК «Зимницкий» - на 46 голов, а в колхозе «Прогресс» остался на прежнем уровне. В племенном заводе ООО «Новый путь» повысился процент увеличения ввода коров-первотёлочек в основное стадо в 2023 году на 23,1%, по сравнению с 2019 годом, а в племенных заводах: СПК «Зимницкий», ООО «Красный Октябрь» и колхозе «Прогресс» - на 5,6%, 3,7% и 0,1% соответственно.

Самый высокий выход телят на 100 коров отмечается в племенных заводах колхозе «Прогресс» и СПК «Зимницкий», в которых получили по 86 голов телят. Довольно высокими результатами по этому показателю характеризуется и племенная завод ООО «Красный Октябрь», где получили по 85 голов телят. Эти три племенные заводы отвечают требованиям, предъявляемым к племенным заводам по этому показателю, и превышают его на 6,25-7,5%. Племенной завод ООО «Новый путь» по данному показателю уступает на 10% предъявляемым требованиям, что связано с проблемами в области воспроизводства и специалистам данного племенного завода необходимо улучшить эту работу.

В племенных заводах СПК «Зимницкий» и колхозе «Прогресс» продолжительность производственного использования коров составляет 4,6 и 3,8 отёлов, а в ООО «Красный Октябрь» и ООО «Но-

вый путь» самый короткий период производственного использования коров – 3,1 и 3,6 отёлов, что свидетельствует о жесткой эксплуатации коров и не полностью реализацией генетического их потенциала.

Выводы

1. Племенными заводами по голштинской породе чёрно-пёстрой масти в Брянской области являются ООО «Красный Октябрь» Стародубского района, колхоз «Прогресс» Клинцовского района, ООО «Новый путь» Брянского района и СПК «Зимницкий» Дубровского района.

2. Племенной завод «Красный Октябрь» превосходит три других племенных завода как по численности крупного рогатого скота – в 4,6-5,9 раза, так и по количеству коров – в 2,63-5,18 раз.

3. Во всех племенных заводах используется искусственное осеменение коров и ремонтных тёлочек, а племенного материала приобретено племенным заводом ООО «Красный Октябрь» в 2,4-2,88 раза больше, чем тремя другими племенными заводами.

4. Первое осеменение ремонтных тёлочек в возрасте 14-15 месяцев отмечается в трёх племенных заводах ООО «Красный Октябрь» (14 мес.), ООО «Новый путь» и СПК «Зимницкий» (15 мес.), а самый поздний в 19 мес. – в колхозе «Прогресс», при живой массе 70-75% взрослого животного.

5. Процент ввода в стадо первотёлок выше в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» на 1,2-13,4%, чем в трёх других заводах, и составляет 44,1%. По выходу телят на 100 коров племенные заводы колхоз «Прогресс», СПК «Зимницкий» и ООО «Красный Октябрь» превосходят требования, предъявляемые к работе племенных заводов на 6,2-7,5%, а племенной завод ООО «Новый путь» уступает им по этому показателю – на 15,3-16,3% соответственно.

6. Самое продолжительное производственное использование коров отмечается в СПК «Зимницкий» и составляет 4,6 отёлов, в то же время в племенном заводе ООО «Красный Октябрь» отмечается короткий период производственного использования коров 3,1 отёла.

Список источников

1. Рекомендации эффективного ведения воспроизводства крупного рогатого скота / М.А. Ткачев, Л.В. Ткачева, И.В. Малявко и др. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 28 с.

2. Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, И.В. Малявко и др. // Зоотехния. 2016. № 5. С. 6-7.

3. Малявко И.В., Малявко В.А. Воспроизводительные качества коров-первотёлок в зависимости от авансированного кормления нетелей за 21 день до отёла // Ученые записки учреждения образования «Витебская орден «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2016. Т. 52, вып. январь-июль. С. 131-134.

4. Карточка племенного хозяйства ООО «Красный Октябрь» Стародубского района Брянской области. 4 с.

5. Карточка племенного хозяйства ООО «Новый путь» Брянского района Брянской области. 4 с.

6. Карточка племенного хозяйства колхоза «Прогресс» Клинцовского района Брянской области. 4 с.

7. Карточка племенного хозяйства СПК «Зимницкий» Дубровского района Брянской области. 4 с.

8. Современные методы и основы научных исследований в животноводстве: учеб. пособие / И.В. Малявко, Л.Н. Гамко, В.А. Малявко и др. СПб.: Лань, 2022. 189 с.

Информация об авторах:

И.В. Малявко - кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.А. Малявко - кандидат биологических наук, заведующая отделом серологии и лептоспироза, Брянская испытательная лаборатория ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Information about the authors:

I.V. Malyavko - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

V.A. Malyavko - Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Serology and Leptospirosis, Bryansk Testing Laboratory of FSBI "ARRIAP".

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 07.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Малявко И.В., Малявко В.А.

Научная статья

УДК 636.22/28.087.7:612.1

**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ
ДОЙНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СОЕВОЙ ПАТОКИ
И ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «БАЦЕЛ-М»****Алексей Михайлович Щеглов, Леонид Никифорович Гамко, Анна Георгиевна Менякина,
Валерий Егорович Подольников**

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В научной статье приведены результаты исследований по скармливанию дойным коровам в составе кормосмеси соевой патоки в количестве 500 г и 60 г пробиотической добавки «Бацел-М» в сутки на голову. Полученные в научно-хозяйственном опыте результаты свидетельствуют о том, что скармливание кормосмеси, обогащенной соевой патокой и пробиотической добавкой оказали на лактирующих коров положительное действие на увеличение суточного удоя и некоторые качественные показатели молока, а также на оптимизацию рубцового пищеварения. Учет продуктивности показал, что суточный удой коров опытных групп был больше на 1,6 и 3,2% в сравнении с животными контрольной группы, а количество соматических клеток в молоке второй опытной группы было больше на 29,2%, и в третьей, где дойные коровы получали пробиотической добавки «Бацел-М» 60 г на голову в сутки, этот показатель был больше на 31,6% в сравнении с контролем. Исследования рубцового содержимого дойных коров при скармливании кормосмеси с добавлением в состав пробиотической добавки показало, что количество бактерий и инфузорий было достоверно больше. В конце опыта были отобраны образцы крови от трех животных из каждой группы, где было отмечено, что все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы. Однако, заметим, что количество глюкозы в сыворотке крови животных третьей опытной группы было больше на 4,6% в сравнении с контролем, что указывает на обеспечение организма обменной энергией и субстратом для синтеза молочного сахара.

Ключевые слова: дойные коровы, продуктивность, соевая патока, кровь, пробиотическая добавка, рубцовая жидкость.

Для цитирования: Молочная продуктивность, морфо-биохимические показатели крови дойных коров при скармливании соевой патоки и пробиотической добавки «Бацел-М» / А.М. Щеглов, Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 45-48.

Original article**MILK PRODUCTIVITY, MORPHO-BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF DAIRY COWS
WHEN FEEDING SOYA MOLASSES AND PROBIOTIC ADDITIVE "BATSEL-M"****Alexey M. Shcheglov, Leonid N. Gamko, Anna G. Menyakina, Valery E. Podol'nikov**

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The scientific article presents the results of researches on feeding dairy cows with soybean molasses in the amount of 500 g and 60 g of probiotic supplement "Batsel-M" per day per head. The results obtained in the scientific and economic experiment indicate that feeding the feed mixture enriched with soybean molasses and probiotic additive had a positive effect on lactating cows to increase daily milk yield and some qualitative indicators of milk, as well as on the optimization of rumen digestion. Accounting of productivity showed that daily milk yield of cows of experimental groups was more by 1.6 and 3.2% in comparison with animals of the control group, and the number of somatic cells in milk of the second experimental group was more by 29.2%, and in the third, where dairy cows received probiotic supplement "Bacel-M" 60 g per head per day, this indicator was more by 31.6% in comparison with the control. This indicator was 31.6% higher compared to the control. Studies of the scar content of dairy cows when feeding a feed mixture with the addition of a probiotic supplement showed that the number of bacteria and infusoria was significantly higher. At the end of the experiment, blood samples were taken from three animals from each group, where it was noted that all the studied parameters were within the physiological norm. However, it should be noted that the amount of glucose in the blood serum of animals of the third experimental group was 4.6% higher compared to the control, which indicates that the body is provided with metabolic energy and a substrate for the synthesis of milk sugar.

Key words: dairy cows, productivity, soy molasses, blood, probiotic supplement, ruminal fluid.

For citation: Milk productivity, morpho-biochemical blood parameters of dairy cows when feeding soya molasses and probiotic additive "Batsel-M" / A.M. Shcheglov, L.N. Gamko, A.G. Menyakina, V.E. Podol'nikov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 45-48.

Введение. Включение в состав кормосмеси дойных коров соевой патоки и пробиотической добавки широкого спектра действия, повышают использование поступивших питательных веществ и эффективность трансформации их перехода в молоко [1,2,3]. Эти факторы обеспечивают интенсивное использование питательных веществ, извлеченных из состава кормосмеси и поступивших в кровь для синтеза молока и его основных компонентов [4]. При беспривязном содержании дойных коров на крупных механизированных фермах по-прежнему остается проблема обеспечения животных энергией и протеином в соответствии с общепринятыми детализированными нормами потребности. Коррекция микробиоценоза в желудочно-кишечном тракте дойных коров за счет включения пробиотической добавки, которая способствует усилению пищеварительных процессов, приводящих к повышению переваримости питательных веществ и улучшению качественных показателей молока и стала основанием для проведения исследований.

Целью данных исследований – изучение влияния скармливания дойным коровам в составе кормосмеси соевой патоки и пробиотической добавки на молочную продуктивность и некоторые морфо-биохимические показатели крови и её сыворотки.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведен на дойных коровах черно-пестрой породы в хозяйстве ООО «Колхозник» Погарского района Брянской области. Для проведения эксперимента нами было отобрано методом сбалансированных групп и сформировано три группы животных, одна из которых явилась контрольной [5]. Поступление обменной энергии из суточной дачи кормосмеси определяли расчетным путем с помощью уравнений регрессии. Контрольная группа коров получала стандартный для хозяйства рацион, вторая опытная группа получала к основному стандартному – 500 г соевой патоки в сутки на голову, третьей опытной группе скармливали пробиотическую добавку «Бацел-М» в количестве 60 г в сутки на голову. В период эксперимента определяли продуктивность коров при проведении контрольных доек с интервалом 20 дней. Образцы молока отбирали для определения некоторых качественных показателей молока. В заключительном периоде эксперимента от трех животных из каждой группы получали жидкую часть содержимого рубца рото-желудочным зондом через 3-4 часа после кормления и в ней определяли: рН-монитором ЭВ-74 количество бактерий, количество инфузорий и общий азот. Морфо-биохимические показатели крови определяли по методике предложенной [5], где были определены ряд показателей характеризующие морфологию и биохимию образцов крови и ее сыворотки. Эксперимент длился 90 суток. Кормосмесь готовили в кормоцехе на колесах марки ИСРК-12 «Хозяин» в условиях хозяйства.

Результаты исследований и их обсуждение. В сутки лактирующим коровам скармливали кормосмесь, в суточной даче которой содержалось 216 МДж обменной энергии и это количество энергии обеспечивало получение удоя 22,3-23,1 кг. Увеличение удоя в опытных группах обеспечивало скармливание соевой патоки и пробиотической добавки «Бацел-М». Продуктивность коров и некоторые качественные показатели полученного молока приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров при скармливании в составе кормосмеси соевой патоки и пробиотической добавки

Показатель	Группа		
	I-контрольная	II-опытная	III-опытная
Среднесуточный удой молока, кг	22,3±0,34	22,66±0,77	23,0±0,43
% к контролю	100,0	101,6	103,2
Массовая доля жира в молоке, %	3,93±0,03	3,95±0,08	3,98±0,04
Массовая доля белка в молоке, %	3,25±0,013	3,26±0,07	3,24±0,02
СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток), %	8,53±0,08	8,68±0,03	8,70±0,07
Соматические клетки, тыс./см ³	99,0±23,81	127,86±31,71	130,29±17,18
Лактоза, %	4,53±0,04	4,60±0,02	4,62±0,04
Количество молочного жира в молоке, кг	78,88	80,60	82,40
% к контролю	100,0	102,2	104,5
Количество белка в молоке, кг	65,2	66,5	67,1
% к контролю	100,0	102,0	102,9
Удой в пересчете на базисную жирность молока, кг	2315,7	2369,4	2420,4
% к контролю	100,0	102,3	104,5

Скармливание дойным коровам в составе кормосмеси опытных групп соевой патоки в количестве 500 г в сутки на голову и 60 г пробиотической добавки «Бацел-М» способствовало увеличению суточного удоя во второй опытной группе на 1,6% и в третьей опытной группе на 3,2% больше в сравнении с животными контрольной группы, массовая доля жира соответственно была больше на

0,02 и 0,05%, количество соматических клеток во второй опытной группе больше на 29,2 и в третьей на 31,6%, содержание лактозы соответственно на 0,07 и 0,09%. При включении в рацион для дойных коров пробиотической добавки при одинаковой энергетической питательности сухого вещества кормосмеси, ее наличие заметно эффективнее действовало на улучшение отдельных качественных показателей молока.

Использование в кормлении дойных коров в составе кормосмеси соевой патоки и пробиотической добавки могли сказаться на ферментации в рубце и расщеплении сложных кормовых комплексов и лучшему усвоению извлеченных питательных веществ. Изменение некоторых показателей рубцовой жидкости дойных коров в опыте приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследований рубцового содержимого дойных коров при скармливании соевой патоки и пробиотической добавки

Показатель	Группа		
	I-контрольная	II-опытная	III-опытная
pH- содержимого рубца	5,97±0,084	6,05±0,126	6,17±0,029
Количество бактерий, млрд. в 1 мл	42,06±0,418	42,73±0,236	43,33±0,219*
Количество инфузорий, млрд. в 1 мл	134,01±0,383	135,47±0,482	141,62±1,55*
Общий азот, мг%	100,27±0,537	102,51±1,536	101,97±0,802

Примечание:*P<0,05

Как известно - для лучшего развития микрофлоры в рубце дойных коров должно соблюдаться обязательное условие – оптимальное соотношение в рационе протеина и углеводов [7].

Скармливание дойным коровам соевой патоки и пробиотической добавки способствовало нарастанию в рубцовой жидкости полезных бактерий и жизненной активности инфузорий. Так, у коров во второй опытной группе, которой включали 500 г соевой патоки в сутки на голову количество инфузорий выросло на 1,09%, а в третьей группе, где скармливали в составе кормосмеси коровам 60 г пробиотической добавки «Бацел-М», этот показатель вырос на 5,7% больше в сравнении с контролем. Скармливание дойным коровам соевой патоки благоприятно действовало на процессы пищеварения, что сказывалось на увеличении продуктивности. В конце опыта были отобраны образцы крови для изучения морфо-биохимических показателей которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Морфо-биохимические показатели крови дойных коров при скармливании соевой патоки и пробиотической добавки «Бацел-М»

Показатель	Группа		
	I-контрольная	II-опытная	III-опытная
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,5±0,07	6,63±0,06	6,55±0,94
Гемоглобин, г/л	101,0±0,27	101,73±0,62	102,1±0,33
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	10,36±0,53	10,16±0,55	9,9±0,20
Общий белок, г/л	90,0±0,12	89,9±0,11	90,5±0,10
Альбумины, г/л	36,2±2,39	36,7±1,71	36,30±0,67
Глобулины, г/л	53,8±1,66	53,2±1,67	54,2±0,95
Глюкоза, Ммоль/л	2,83±0,09	2,86±0,08	2,96±0,03
Кальций, Ммоль/л	2,40±0,11	2,40±0,18	2,23±0,14
Фосфор, Ммоль/л	1,7±0,15	1,66±0,13	1,7±0,14

Исследования крови лактирующих коров при скармливании соевой патоки и пробиотической добавки показали, что изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы. Вместе с тем, количество глюкозы в крови в третьей опытной группе, где скармливали в составе кормосмеси 60 г пробиотической добавки в сутки на голову, содержалось больше на 4,6% по отношению к контрольной группе, и на 3,5% в сравнении со второй опытной группой. Глюкоза играет ключевую роль в обеспечении организма энергией и субстратом для синтеза молочного сахара. Белковый обмен осуществляется в организме лактирующих коров за счет глобулиновых фракций, и он был более интенсивным в третьей опытной группе.

Заключение. Анализ результатов исследований показал, что скармливание дойным коровам в составе кормосмеси соевой патоки и пробиотической добавки способствовало повышению суточного удоя во второй опытной группе на 1,6 и в третьей на 3,2% в сравнении с контролем. Доказано, что количество соматических клеток в молоке коров опытных групп было больше на 29,2 и 31,6% по сравнению с контрольным значением. Установлено, что количество бактерий и инфузорий в рубцовой жидкости у коров в опытных группах содержалось больше на 3,0 и 5,7% по сравнению с контрольными аналогами.

Список источников

1. Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Молочная продуктивность коров при повышенном уровне потребления питательных веществ и энергии // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 47-52.
2. Головин А.В. Влияние протеин – углеводного отношения в рационе коров на рубцовый метаболизм и продуктивность // Зоотехния. 2020. № 9. С.16 – 19.
3. Влияние соевой патоки и пробиотической добавки на продуктивность дойных коров и использование обменной энергии / Л.Н. Гамко, А.М. Щеглов, В.Е. Подольников, А.Г. Менякина // Вестник аграрной науки. 2024. № 2 (107). С. 66-71.
4. Буряков Н.П., Щукина С.А., Горст К.А. BACILLUS MEGATERIUM: продуцент аминокислот и пробиотик для сельскохозяйственных животных (обзор) // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. № 1. С. 67-75.
5. Эффективность использования комплексной синбиотической кормовой добавки в период раздоя лактирующих коров / В.Г. Косолапова, Н.П. Буряков, Д.Е. Алешин, О.Г. Мокрушина // АгроЗооТехника. 2024. Т. 7. № 1.
6. Малякко И.В., Гамко Л.Н., Малякко В.А. Современные методы и основы научных исследований в животноводстве: учеб. пособие для вузов. СПб., 2022. 180 с.
7. Буряков Н., Хардик И. О сбалансированности рационов для молочного скота // Комбикорма. 2021. № 3. С. 42-46.

Информация об авторах:

А.М. Щеглов – аспирант кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Л.Н. Гамко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

А.Г. Менякина - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.Е. Подольников - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

A.M. Shcheglov – postgraduate student of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

L.N. Gamko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

A.G. Menyakina - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Feeding, Private Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

V.E. Podol'nikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 20.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Щеглов А.М., Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е.

Научная статья
УДК 636.52/.58.087.7

ПОВЫШАЕМ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЛЕМЕННОЙ НЕСУШКИ ПРИМЕНЯЯ КОРМОВУЮ ДОБАВКУ «БУТОФАН® OR»

Анна Георгиевна Менякина, Евгения Александровна Смоляк
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В настоящее время селекция в птицеводстве ведётся на продление срока использования несушек, а также получения от них 500 и более яиц хорошего качества. Всё это требует от специалистов по кормлению разработки и обеспечения птицы комбикормами, сбалансированными по комплексу питательных, минеральных и биологически активных добавок. В статье приведены данные полученных результатов применения методом выпойки курам родительского стада кросса Кобб -500 кормовой добавки «БУТОФАН® OR» в дозировке 3 мл/1 литр воды. Установлено, что показатель продуктивности племенной несушки - выход яйца за учетный период на 1 среднюю несушку в опытной группе был достоверно больше - на 2,1% ($P < 0,001$). Аналогичный показатель в опытной группе несушек за период опыта (в период выпойки кормовой добавки) был больше контроля на - 2,7% ($P < 0,001$). Выход инкубационных яиц на 1 среднюю несушку в опытной группе был достоверно больше ($P < 0,001$) контрольных показателей как за период опыта - на 1,71%, так и в целом за учетный период - на 1,21% ($P < 0,001$). Отход несушек опытной группы, получавших кормовую добавку, за неделю был меньше на 0,29% в сравнении с контрольной группой, что положительно сказалось на сохранности поголовья стада. На основании полученных результатов научно-хозяйственного опыта, авторы рекомендуют с целью лучшей сохранности поголовья племенной несушки Кобб - 500, повышения уровня ее яйценоскости, увеличения количества получаемых инкубационных яиц - применять кормовую добавку Бутофан OR в дозировке 3 мг/1 литр воды ежедневно в период с 291- 297 дневного ее возраста.

Ключевые слова: кормовая добавка, продуктивность племенной несушки, куры родительского стада, Бутофан.

Для цитирования: Менякина А.Г., Смоляк Е.А. Повышаем продуктивность племенной несушки применяя кормовую добавку «БУТОФАН® OR» // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 49-53.

Original article

INCREASING THE PRODUCTIVITY OF BREEDING LAYING HENS BY USING THE FEED ADDITIVE "BUTOFAN® OR"

Anna G. Menyakina, Evgeniya A. Smolyak
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. At present, breeding in poultry farming is carried out to extend the period of use of laying hens, as well as obtaining from them 500 and more eggs of good quality. All this requires feed specialists to develop and provide poultry with compound feeds balanced by a complex of nutrients, minerals and biologically active additives. The article presents the data of the obtained results of the application of the BUTOFAN® OR feed additive in a dosage of 3 ml/1 liter of water to the hens of the parent flock of the Cobb - 500 cross. It was established that the productivity indicator of the breeding laying hen - the egg yield during the accounting period per 1 average laying hen in the experimental group was significantly higher - by 2.1% ($P < 0.001$). The similar indicator in the experimental group of laying hens during the experimental period (during the period of feeding the feed additive) was higher than the control by - 2.7% ($P < 0.001$). The yield of incubation eggs per 1 average laying hen in the experimental group was significantly higher ($P < 0.001$) than the control indicators both for the period of the experiment - by 1.71%, and in general for the accounting period - by 1.21% ($P < 0.001$). The waste of laying hens of the experimental group receiving the feed additive was 0.29% less per week compared to the control group, which had a positive effect on the safety of the herd. Based on the results of scientific and economic experience, the authors recommend using the feed additive Butofan OR in a dosage of 3 mg/1 liter of water daily from 291 to 297 days of age in order to better preserve the population of the Cobb - 500 breeding laying hen, increase its egg production, and increase the number of incubation eggs obtained.

Key words: feed additive, productivity of breeding laying hens, hens of the parent flock, Butofan® OR.

For citation: Menyakina A.G., Smolyak E.A. Increasing the productivity of breeding laying hens by using the feed additive "Butofan® OR" // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 49-53.

Введение. Как отмечают ученые: «..в настоящее время селекция в яичном птицеводстве ведётся на продление срока использования несушек до 100-недельного возраста, а также получения от них 500 и более яиц хорошего качества. Всё это требует от специалистов по кормлению разработки и обеспечения птицы комбикормами, сбалансированными по комплексу питательных, минеральных и биологически активных добавок» [1,2,3]. По мнению профессора Околеловой Т.М.: «..кормлению племенной птицы уделяют больше внимания, чем промышленной несушке, но и здесь бывают погрешности, которые негативно сказываются на иммунной и репродуктивной системах организма» [4]. В этой связи появились комплексные профилактические препараты, регулирующие обмен веществ. Ученые отмечают, что «кормовая добавка Бутофан® OR нормализует метаболические и регенеративные процессы, оказывает стимулирующее действие на белковый, углеводный и жировой обмен веществ, повышает резистентность организма к неблагоприятным факторам внешней среды, способствует росту и развитию молодняка. Входящий в состав кормовой добавки бутафосфан способствует улучшению функции печени, стимулирует метаболические процессы, повышает двигательную активность гладкой мускулатуры, стимулирует образование костной ткани. Витамин В₁₂ активизирует процессы кроветворения, синтез нуклеиновых кислот, восстанавливает до нормы уровень лимфоцитов-супрессоров, участвует в синтезе метионина, способствует образованию гликогена, мобилизует запасы энергии, необходимые для образования дезоксирибозы и синтеза ДНК» [5,6,7].

Целью наших исследований стало – изучение влияния применения кормовой добавки на следующие показатели у племенной несушки: отход за день кур, % - сохранность поголовья, выход яйца, шт., выход яйца на 1 среднюю несушку, %, выход яйца на 1 среднюю несушку за неделю, %.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведен в 2023 году. Объектом исследований стали племенные несушки родительского стада кросса Кобб -500. Для научно-хозяйственного опыта были определены два цеха родительского поголовья –1 цех – контрольная группа и 2 цех – опытная группа. Материалом исследований явилась кормовая добавка – Бутофан OR (Butofan OR) - владелец регистрационного удостоверения: НИТА-ФАРМ, ООО (Россия) Представительство: НИТА (Россия). Метод ввода - через систему поения методом выпойки. Выпойка препарата производилась в возрасте 41-42 недели (выпойка кормовой добавки начиная с возраста птицы 291 дней).

Схема выпойки кормовой добавки приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема выпойки кормовой добавки Бутофан OR

Группа	Учетный период, возраст, недель	Поголовье, гол	Схема кормления племенной несушки
I- контрольная	41- 44	6028	Полнораационный комбикорм с учетом возрастного периода
II –опытная	41 -44	6255	Полнораационный комбикорм с учетом возрастного периода + 3 мл/1 литр воды ежедневно Бутофан OR

Кормление племенной несушки обеих групп осуществляли полнораационными комбикормами (ПК) согласно существующим нормам с учетом возрастного периода. Тип корма: СТ = старт, РС = рост, ПК = предкладка, К1 = кладка 1, К2 = кладка 2. В учетный период птица потребляла К2 = кладка 2, произведен комбикорм на дочернем предприятии в Смоленской области.

Результаты исследований. Отдельные качественные показатели, характеризующие питательность комбикорма провели в Испытательной лаборатории Брянского ГАУ. Скармливаемый комбикорм имел следующие показатели: зольность – 11,5 %, влажность 9,03%, содержание азота – 2,87%, фосфора – 0,84% (при норме – 0,42), калия – 0,53% (при норме – 0,60). Результаты исследований по содержанию нормируемых аминокислот в составе комбикорма были следующими (таблица 2).

Таблица 2 – Аминокислотная питательность комбикорма в период опыта

Содержание в 1 кг,%	Аминокислота					
	Лизин	Метионин	Треонин	Аргинин	Валин	Лейцин+ изолейцин
в норме	0,60	0,31	0,45	0,69	0,45	1,32
фактически	0,70	0,33	0,63	1,50	0,66	1,62

Рецептуры применяемого комбикорма оказывала положительное влияние на однородность стада племенной несушки, ее обмускуленность, оперение и показатели продуктивности. Наблюдение за стадом во время кормления проводили еженедельно при выключенном освещении в течении 3 минут по фронту кормления, контролируя также ежедневное потребление воды.

В период выпойки кормовой добавки несушки потребляли в среднем 158 г /гол в день с содержа-

нием 440 ккал, в том числе 23 г протеина и 940 мг усвояемого лизина. Пиковая норма корма достигается к 75-80 % суточной продуктивности стада. Максимальное количество корма зависит от физической структуры корма и его энергетической ценности, обычно от 435 до 470 ккал (от 1,81 до 1,96 МДж/кг).

Сравнение еженедельных данных отхода курочек показывает, что после световой стимуляции более высокий еженедельный отход появляется при агрессивных программах кормления, которых следует избегать. Нами был проведен ежедневный учет отход кур обеих групп и рассчитан средний процент отхода кур за неделю, который показан в таблице 3.

Таблица 3 – Средние показатели по отходу птицы в опыте

Показатель	Группа	
	I- контрольная	II –опытная
Поголовье на начало учетного периода, гол.	6028	6255
Поголовье в конце учетного периода, гол.	5986	6223
Пало, гол.		
кур	12	18
петухов	5	8
Убой, гол.		
кур	30	13
петухов	12	4
Отход кур, %	0,70	0,44

Полученные данные среднего показателя отхода кур в день за весь учетный период свидетельствуют о достоверном повышении сохранности поголовья несушек под влиянием кормовой добавки Бутофан ОР. Данные продуктивности племенной несушки в обеих группах представлены в таблице 4 и 5.

Таблица 4– Показатели продуктивности кур родительского стада в контрольной группе

Возраст, дней	Поголовье кур, гол.	Показатели продуктивности			
		выход яйца, шт.	выход яйца на 1 среднюю несушку, %	выход яйца на 1 среднюю несушку за неделю, %	норма выхода яйца на 1 среднюю несушку, %
287	6028	3829	63,5	64,8	75,6
288	6027	3725	61,8		
289	6026	3795	63,0		
290	6025	3789	62,9		
291	6023	3873	64,3		
292	6023	3717	61,7		
293	6023	3850	63,9		
294	6021	3827	63,6	63,0	74,5
295	6021	3710	61,6		
296	5990	3731	62,3		
297	5988	3691	61,6		
298	5988	3717	62,1		
299	5988	3762	62,8		
300	5988	3899	63,4		
301	5988	3714	62,0	62,3	73,3
302	5988	3629	60,6		
303	5988	3657	61,1		
304	5988	3771	63,0		
305	5988	3760	62,8		
306	5986	3614	60,4		
307	5986	3702	61,8		
308	5986	3529	59,0	61,2	72,1
Средний показатель за период		3740,5 ± 18,9	62,2 ± 0,27		
Средний показатель за опыт		3771,3 ± 28,6	62,7 ± 0,32		

Данные продуктивности племенной несушки контрольной группы были следующими: выход яйца за период колебался в пределах 3629 -3899 шт./ день. В среднем за учетный период - 3740,5 ±

18,9 шт./ день. Коэффициент изменчивости – 2,36 % . Выход яйца за период на 1 среднюю несушку колебался в пределах 59,0 -64,3% при коэффициенте изменчивости – 2,03% .

Выход яйца за опыт (7 дней: 291 день -297 дней) колебался в пределах 3691 - 3873 шт./ день В среднем - 3771,3 ±28,6 шт./ день. Коэффициент изменчивости - 2,01% . Выход яйца за опыт (7 дней 291 день -297 дней) на 1 среднюю несушку колебался в пределах 61,6 – 64,3 % при коэффициенте изменчивости 1,89%. Всего получено яиц за опыт - 26399 шт. Всего получено яиц за учетный период – 82281 шт.

Таблица 5– Показатели продуктивности кур родительского стада в опытной группе

Возраст, дней	Поголовье кур, гол.	Показатели продуктивности			
		выход яйца, шт.	выход яйца на 1 среднюю несушку, %	выход яйца на 1 среднюю несушку за неделю, %	норма выхода яйца на 1 среднюю несушку, %
287	6255	4167	66,6	67,7	75,6
288	6255	4088	65,4		
289	6255	4129	66,0		
290	6254	4066	65,0		
291	6254	4269	68,3		
292	6252	4027	64,4		
293	6252	4128	66,0		
294	6251	4117	65,9	65,8	74,5
295	6249	4061	65,0		
296	6240	3986	63,9		
297	6238	4002	64,2		
298	6238	3955	63,4		
299	6237	3981	63,8		
300	6236	4003	64,2	64,1	73,3
301	6236	4021	64,5		
302	6235	4044	64,9		
303	6230	3692	59,3		
304	6229	3917	62,9		
305	6228	3994	64,1		
306	6226	3913	62,8		
307	6226	3931	63,1		
308	6226	3826	61,5	62,7	72,1
Средний показатель за период		4014,4 ± 25,8	64,3 ± 0,4***		
Средний показатель за опыт		4084 ± 40,0	65,4 ± 0,6 ***		

Примечание:*P<0,05

Анализ полученных результатов учета продуктивности племенной несушки опытной группы показал, что выход яйца за период колебался в пределах 3632 – 4269 шт. В среднем в период опыта - 4084 ± 40,0 шт., а за учетный период этот показатель составил 4014,4 ± 25,8 штук. Коэффициент изменчивости - 3,02% .

Выход яйца за период на 1 среднюю несушку колебался в пределах 59,3 -68,3% при коэффициенте изменчивости – 2,88%.

Выход яйца за опыт (7 дней 291 день -297 дней) колебался в пределах 3686 – 4269 шт. В среднем - 4084 ±40,0 шт. Коэффициент изменчивости - 2,39% - за период.

Выход яйца за опыт (7 дней 291 день -297 дней) на 1 среднюю несушку колебался в пределах 63,9 - 68,3 % при коэффициенте изменчивости 2,33%.

Всего получено яиц за период опыта 28590 шт. Всего получено яиц за учетный период - 88317 шт.

Таким образом, установлено, что показатель - выход яйца за учетный период на 1 среднюю несушку в опытной группе составил - 64,3 ±0,4% против контрольного значения - 62,2 ± 0,27, что достоверно больше на 2,1% (P < 0,001). Аналогичный показатель в опытной группе несушек за период опыта (в период выпойки кормовой добавки) был больше контроля на – 2,7% (P < 0,001).

Заключение. На основании полученных результатов научно-хозяйственного опыта по применению кормовой добавки Бутофан ОР племенной несушки Кобб 500 методом выпойки в дозировке 3 мл/ 1 литр воды в сутки, выпоенной в период с 291 по 297 дня включительно, доказано его положительное действие на повышение продуктивных показателей кур родительского стада.

Список источников

1. Фисинин В.И. Уровень динамики развития мясного и яичного птицеводства России. Результаты работы отрасли в 2022 году // Птицеводство. 2023. № 4. С. 4-8.
2. Фисинин В.И., Сайфульмулюков Э.Р., Мифтахутдинов А.В. Специализированные фармакологические препараты и кормовые добавки, применяемые в птицеводстве для профилактики технологических стрессов: тепловой стресс (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 4. С. 31-47.
3. Применение препаратов, повышающих продуктивность птицы, при производстве экологически безопасной продукции / С.В. Енгашев, Т.М. Околелова, С.М. Салгереев, И.Ю. Лесниченко // Ветеринария. 2019. № 9. С. 46-50.
4. Эффективность препарата ФИТОДОК® Карнитин при выпойке птице родительского стада кросса Хайсекс коричневый / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, Е.С. Енгашева и др. // Ветеринария. 2024. № 8. С. 14-19.
5. Риски, связанные с качеством премиксов, и их профилактика / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, И.Ю. Лесниченко и др. // Птицеводство. 2021. № 2. С. 27-32.
6. Околелова Т.М., Зубарев В.Н. Бутофан ОР способствует улучшению качества скорлупы // Птицеводство. 2016. № 5. С. 5-7.
7. Влияние препарата БиоР на некоторые биохимические показатели печеночной ткани у взрослых перепелов на откорме / В.И. Макарь, Н.И. Павличенко, А.В. Ротару и др. // Животноводство и ветеринарная медицина. 2018. № 4.

Информация об авторах:

А.Г. Менякина - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.А. Смоляк – аспирант кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

A.G. Menyakina - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Feeding, Private Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

E.A. Smolyak – postgraduate student of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 18.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Менякина А.Г., Смоляк Е.А.

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

**Научная статья
УДК 631.3:338.46**

**ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ АПК**

**Владимир Анатольевич Погонышев, Дина Алексеевна Погонышева,
Наталья Дмитриевна Ульянова
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия**

Аннотация. Рациональная эксплуатация сельскохозяйственной техники обуславливает повышение продуктивности отраслей АПК, решение проблемы продовольственной безопасности страны, наращивание экспортных позиций. Концентрация тракторов, комбайнов, сельхозмашин по территории страны не однородна, но характерно сокращение сельхозтехники независимо от субъекта РФ. Уровень технической обеспеченности аграрных предприятий остается низким, часто срок эксплуатации сельхозмашин более 10 лет, износ машинно-тракторного парка около 50%. Дальнейшее наращивание конкурентных возможностей аграрного бизнеса вызывает необходимость достоверного учета наличия и степени износа машин и оборудования, государственной поддержки для их обновления. Общемировая практика свидетельствует о росте производительности отраслей в АПК в процессе внедрения высокотехнологичных решений, в том числе на основе применения искусственного интеллекта (ИИ). Для роста показателей качества и эффективности агротехнологий, осуществления технического перевооружения в сельском хозяйстве эксплуатируются электронные системы, позволяющие осуществлять автовождение, картирование урожайности, мониторинг сельхозмашин и др. ИИ-решения анализируют текущую обстановку, могут использовать опыт работы техники, на основе анализа данных и опыта прогнозируют ситуацию и выбирают или подсказывают механизатору оптимальные параметры для наиболее эффективного выполнения операций. В АПК используются агроботы различных типов. Высокий уровень цен на сельхозтехнику, недостаточность государственных и региональных субсидий, отсутствие тиражируемых ИИ-решений, непредсказуемость продовольственного рынка, дефицит высококвалифицированных кадров препятствуют переходу аграрной индустрии на более высокий уровень. Установлено, что применение инновационных решений в хозяйствующих субъектах потребует длительного времени в связи с проблемами в финансово-экономической, технологической, кадровой готовности организаций.

Ключевые слова. АПК, сельскохозяйственная техника, искусственный интеллект, агроботы, риски.

Для цитирования: Погонышев В.А., Погонышева Д.А., Ульянова Н.Д. Вопросы эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях интеллектуализации АПК // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 54-59.

Original article

**OPERATING ISSUES OF AGRICULTURAL MACHINERY IN THE CONDITIONS
OF INTELLECTUALIZATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

**Vladimir A. Pogonyshv, Dina A. Pogonysheva, Natalia D. Ul'yanova
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia**

Abstract. The rational use of agricultural machinery is responsible for increasing the productivity of agro-industrial complex, solving the problem of food security of the country, and increasing export positions. The concentration of tractors, combines, agricultural machines throughout the country is not uniform, but the reduction of agricultural machinery is characteristic regardless of the subject of the Russian Federation. The level of technical availability of agricultural enterprises remains low, often the service life of agricultural machinery is more than 10 years, the wear of the machine and tractor fleet is about 50%. Further increase of competitive opportunities of agrarian business causes the need for reliable accounting of availability and degree of wear and tear of machinery and equipment, state support for their renewal. Global practice indicates an increase in the productivity of industries in the agro-industrial complex in the process of implementing high-tech solutions, including those based on the use of artificial intelligence (AI). To increase the indicators of quality and efficiency of agricultural technologies, the implementation of technical re-equipment in agriculture, electronic systems are used that allow for car driving, yield mapping, monitoring of agricultural tires, etc. AI solutions analyze the current situation, can use the

experience of the equipment, based on the analysis of data and experience, predicts the situation and selects or tells the operator the optimal parameters for the most efficient execution of operations. Agro-robots of various types are used in the agro-industrial complex. The high level of prices for agricultural machinery, the insufficiency of state and regional subsidies, the lack of replicated AI solutions, the unpredictability of the food market, and the shortage of highly qualified personnel hinder the transition of the agricultural industry to a higher level. It is established that the application of innovative solutions in business entities will take a long time due to problems in financial, economic, technological, and personnel readiness of organizations.

Key words. Agro-industrial complex, agricultural machinery, artificial intelligence, agro-robots, risks.

For citation: Pogonyshev V.A., Pogonysheva D.A., Ulyanova N.D. Operating issues of agricultural machinery in the conditions of intellectualization of the agro-industrial complex // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 54-59.

Введение. Повышение эффективности и конкурентоспособности продукции рыночных субъектов АПК возможно только лишь за счёт технико-технологической модернизации производства и ресурсосбережения, создания благоприятной экономической среды, способствующей инновационному развитию и выходу агробизнеса на лидирующие позиции. Россия обладает высоким сельскохозяйственным потенциалом, неуклонно наращивает экспорт и укрепляет свои позиции на внешних рынках. Эксперты отмечают, что темп ежегодного развития рынка агротехнологий составляет более 15%. Взаимовыгодное сотрудничество экономических субъектов осуществляется с партнерами в Африке, Азии, на Ближнем Востоке, в Латинской Америке. Ключевая роль отводится техническому потенциалу как основе современного регенеративного аграрного производства и прежде всего состоянию технической базы, работоспособности и своевременности обновления ее элементов. По данным Росстата, коэффициент обновления тракторов в РФ составляет 4,0, а в Брянской области лишь 2,4. В динамике существенно растет нагрузка пашни при выполнении сельхозработ на единицу техники. В 2024 году в связи с неблагоприятными погодными условиями погибла часть урожая, снизились доходы аграриев, уменьшилась доступность заемных средств, упали объемы продаж сельхозтехники. Однако при этом объем выпуска сельхозмашин в 1 квартале 2024 г. в денежном выражении, по данным Минпромторга, увеличился почти на 10,0% по сравнению с 2023 г. и составил около 95,0 млрд руб. По мнению экспертов, рынок формируют преимущественно крупные агрохолдинги, имеющие большой парк сельхозмашин. [1-3] Отмечается рост продаж полноприводных тракторов почти на 23%, зерноуборочных комбайнов на 4% и др. Задача по увеличению доли российской техники предусмотрена утвержденной в сентябре 2023 г. сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности России до 2035 г. Согласно стратегии, в 2035 г. доля отечественной сельхозтехники на рынке должна увеличиться до 80%. Выпуск зерноуборочных комбайнов в 2024 г. должен возрасти с 4743 в 2022 г. до 6000 штук, в 2035 г. - до 10 000. Производство тракторов должно увеличиться с 6195 штук в 2022 г. до 6400 в 2024 г. и 15 000 в 2035 г. Всего в 2024 г. предусмотрен выпуск более 57 700 единиц приоритетной сельхозтехники, в 2035 г. - 86 200. С учетом внешних вызовов рынок сельхозтехники трансформируется, расширяется модельный ряд, появляются новые партнеры, корректируются логистические цепочки. По прогнозам Минсельхоза России, рынок цифровых технологий в АПК к 2026 году вырастет в пять раз [4-7].

Результаты и их обсуждение. Агробизнес в стране достиг довольно высокой зрелости. Цифровизация и интеллектуализация эксплуатации сельхозтехники выступают драйвером роста продуктивности АПК. Решение проблемы продовольственной безопасности, достижение конкурентоспособности на глобальных рынках опирается на внедрение цифровых двойников, интернета вещей, ИИ (машинное обучение, компьютерное зрение и др.), БПЛА, больших данных, спутниковых систем связи и позиционирования и др. Формируется спрос на промышленные аналитические системы, включая углубленную аналитику, интеллектуальный анализ больших данных [8-12]

Одним из путей роста эффективности использования сельхозтехники является бесконтактное определение параметров ее технического состояния через модернизацию технологии контроля как состояния машин, так и мониторинга качества выполнения работ на основе внедрения интеллектуальных и телеметрических систем. По мнению экспертов, внедрение ИИ может обеспечить прирост валовой добавленной стоимости к 2025 году до 25% в растениеводстве и на 13% в животноводстве [13-17].

Согласно Индекса готовности отраслей экономики РФ к внедрению ИИ, для аграрной сферы, как начинающей отрасли, значение индекса находится на уровне 3,16 балла; 20,5% экономических субъектов используют ИИ-решения, еще около 23,1% организаций намерены внедрить ИИ-продукты в течение ближайшего времени. В среднем в организациях, внедряющих ИИ-решения, работают около одиннадцати ИИ-специалистов.[18] С целью стимулирования организаций АПК правительство обязывает их внедрять ИИ-решения для получения финансовой поддержки.

Агрохолдинги используют ИИ-инструменты для управления посевами и уборкой урожая, спутникового мониторинга сельхозугодий, сельхозтехники и др. Наиболее востребованы системы интеллектуальной поддержки принятия решений и компьютерного зрения. Крупнейшими инвесторами выступают «Мираторг», «Магнит», «Щелково Агрохим», «Руссагро», и «Русская аграрная группа». По прогнозам НИУ ВШЭ, спрос АПК на ИИ-решения к 2030 году может достичь уровня 86 млрд руб.

Отечественная компания Cognitive Pilot разработала систему автономного управления комбайнами, тракторами, опрыскивателями на основе ИИ. Система Cognitive Agro Pilot на основе анализа поступающих с видеокamеры изображений при помощи нейросети глубокого обучения определяет типы и положения объектов по ходу движения, строит оптимальные траектории движения самоходной техники. Компания разработала технологию R2D (Robot to Driver - взаимодействие робота с водителем) для агроботов, не имеющую аналогов в мире. Технология Cognitive Feedback позволяет на протяжении всей работы автопилота определять уровень надежности работы ИИ и взаимодействовать с механизатором, информируя его о наличии или отсутствии нештатных ситуаций, вероятных случаях ненадежной работы ИИ, причиной которых могут быть погодные условия, состояние поля, загрязнение датчика камеры и т.д. В этом случае сотрудник должен перейти на ручной режим управления. Встроенная в агропилот подсистема мониторинга позволяет в режиме реального времени создавать отчеты о движении комбайна, его скорости и геолокации, передавая данные по встроенному GSM-модему. анализирует текущую обстановку, может использовать опыт работы, предшествующей текущему моменту, на основе анализа и опыта прогнозирует ситуацию и выбирает или подсказывает механизатору оптимальные параметры для наиболее эффективной работы. В незнакомой ситуации, не предусмотренной заранее разработчиками, в системе управления вырабатываются новые алгоритмы поведения, позволяющие разрешать возникающие проблемы.

По мнению экспертов, использование Cognitive Feedback позволит повысить эффективность уборки до 25%, в том числе за счет минимизации человеческого фактора. Механизатор может переключать режимы управления комбайна по компьютерному зрению и спутниковой навигации. Сотрудник не в состоянии вырабатывать оптимальные управляющие команды из-за различной урожайности культур, случайных влияний, меняющегося агрофона и других многочисленных параметров. В то же время, интеллектуальный комбайн нового поколения сможет помочь комбайнеру, освободив его от множества регулируемых параметров. В перспективе от модели «один механизатор - одна умная машина» осуществится переход к модели «один механизатор - несколько умных машин». Система Cognitive Agro Pilot включена в реестр российской радиоэлектронной продукции. Компания стала первым сертифицированным поставщиком автопилотов на основе ИИ на рынке умной сельхозтехники. К началу 2022 года данная ИИ-система была установлена в более чем 500 хозяйствах страны. В РФ уже работают более 1000 «умных» комбайнов. В 2024 году компания планирует реализовать автономную работу умных тракторов с «лидером», который задает параметры движения остальных машин, следующих за ним. В 2025 году ожидается создание полностью автономных тракторов.

Аппаратно-программный комплекс РСМ Агротроник от компании Ростсельмаш позволяет получить удаленный контроль над технологическими процессами, оптимизировать режимы эксплуатации техники, а также планировать и эффективно управлять парком техники в режиме реального времени. Доступны функции определения и контроля местонахождения техники с течением времени, отслеживание траектории движения, активность техники (простой, рабочий режим, скорость и др.), параметров технологического процесса, характеристик работы узлов и агрегатов, предупредительных и аварийных сообщений ИИ-системы, рабочего времени персонала, факты заправки и др. К платформе РСМ Агротроник подключены около 17 тыс. сельхозмашин. В России функционируют около 100 заводов, выпускающих более 50 видов техники, имеющей высокий уровень интеллектуализации и производительности. Использование ИИ-инструментов диагностирования в онлайн-режиме на основе анализа полученных данных поддерживает работоспособное состояние сельхозтехники. Применение этой системы позволяет не только определить причину возможных отказов по контролируемым параметрам, но и оценить эффективность работы машины в целом. Автоматически формируются отчеты владельцам сельхозмашин об их техническом состоянии. Способность ИИ самостоятельно получать знания в процессе обработки данных обеспечивается реализацией машинного обучения. С помощью алгоритмов обрабатываются большие данные, генерируемые сельхозмашинами в процессе их эксплуатации, происходит управление запасами ресурсов (ГСМ, запчастей и др.), планами технического обслуживания и др.

В мировом сельском хозяйстве широко используются агроботы. По данным Консалтинговой компании Exactitude размер рынка сельскохозяйственных роботов к 2030 году составит около \$62,0 млрд., его ежегодный прирост более 30 %. Expert Market Research прогнозирует среднегодовой прирост рынка агроботов на 16,0 %, а к 2032 году объем рынка вырастет до \$28,96 млрд. [15]

Агророботы способны оптимизировать производственные процессы в аграрной индустрии и принимать рациональные решения на основе интеллектуального анализа больших данных. Использование агроботов сокращает до 40% потери топлива трудозатрат, времени, до 25% повышается выработка механизатора. Использование автономных тракторов и дронов, роботов-манипуляторов способствует решению проблемы дефицита рабочей силы, обеспечить глобальный спрос на продовольствие и реализацию устойчивых методов ведения агробизнеса. По типу агроботов выделяют тракторы без водителя, БПЛА, доильные роботы и др. В данном сегменте доминируют беспилотные тракторы, используемые для автономной работы в полевых условиях. Благодаря способности непрерывно работать и перемещаться по полю эти машины демонстрируют высокую производительность труда. Разработка роботов, способных беспрепятственно перемещаться по местности, выполнять сложные задачи и адаптироваться к условиям окружающей среды, представляет собой важную инженерную задачу.

По оценкам Deloitte, в 2023 г. общемировые поставки сельскохозяйственных дронов составили около 8 млн. штук. По данным Report Linker, мировой рынок автономного сельскохозяйственного оборудования в 2022 г. был на уровне \$80 млрд., к 2030 г. может возрасти до \$232 млрд. Адаптация агроботов к динамичным и непредсказуемым сценариям в режиме реального времени актуализирует разработку передовых алгоритмов и устройств. По мнению экспертов, к тенденциям рынка агроботов относятся использование автономных беспилотных сельхозмашин, распространение дронов, внедрение роевой робототехники и др. Отсутствие стандартов взаимодействия агроботов препятствует их широкому внедрению. К лидирующим компаниям, занимающихся производством агроботов, относятся CNH Industrial NV, AGCO Corporation, Deere & Company, DJI, DeLaval, Trimble, Lely и др.

Использование цифровых технологий агропредприятиями

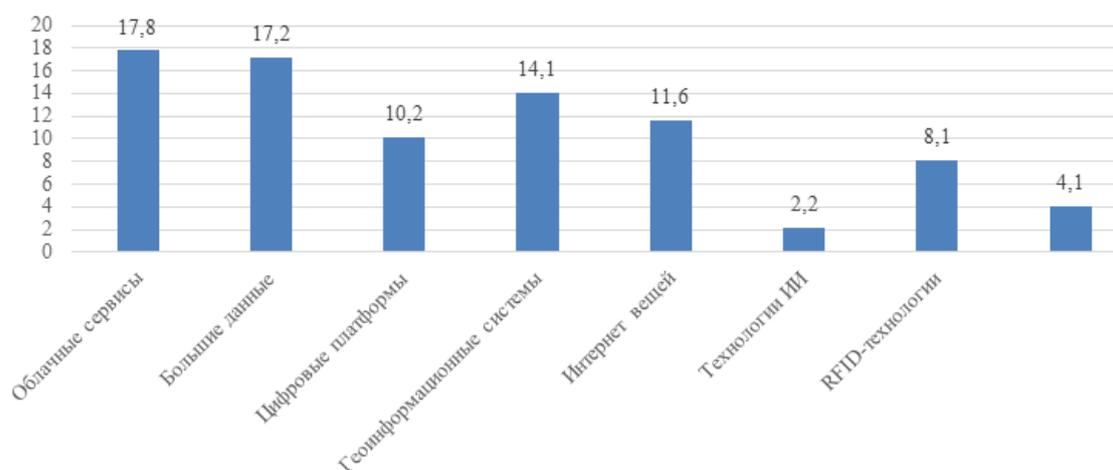


Рисунок 1- Использование цифровых технологий рыночными субъектами АПК, % [16]

Эксперты отмечают, что в настоящее время менее 5% предприятий АПК страны используют роботов и автоматизированные линии (рис.1) [16]. Благодаря высокому потенциалу ИИ спрос организаций на ИИ-решения к 2030 году может возрасти почти в 4 раза и составить около 90 млрд руб.

Высокотехнологичным инструментом выступает генеративный ИИ (GenAI), эффект влияния которого на мировую экономику оценивается экспертами в триллионы долларов. Экономические субъекты стремятся получить конкурентное преимущество, снизить затраты на оплату труда сотрудников, модернизировать ИТ-инфраструктуру, принимать решения на основе интеллектуального анализа больших данных и др. Использование GenAI-инструментов позволяет оптимизировать процессы эксплуатации машинно-тракторного парка.

Исследователи помимо выгод отмечают также высокие риски применения ИИ в процессе эксплуатации сельхозтехники, включая генерацию ошибочных данных, «объяснимость» решений, принимаемых ИИ, кибербезопасность и др. (рис. 2).



Рисунок 2 – Риски применения ИИ при эксплуатации сельхозмашин (составлено авторами)

С целью подготовки квалифицированных кадров для АПК считаем необходимым в вузах ускорить интеллектуализацию образовательного процесса, реализовать идеи опережающей профессиональной подготовки студентов, владеющих новыми знаниями и способных внедрять в аграрной индустрии наукоемкие технологии. Целесообразно внедрять сквозные проекты для трансфера ИИ-технологий из образовательной среды в АПК.

Выводы. АПК страны демонстрирует уверенный рост ключевых показателей. Однако обновлению парка сельхозтехники препятствуют ценовые политики производителей, недостаточность финансовой поддержки, неопределенность и риски продовольственного рынка, дефицит квалифицированных кадров и др.

Считаем, что использование ИИ-инструментов выступает одним из перспективных решений проблемы роста уровня инженерно-технологической обеспеченности организаций, повышения надежности сельхозтехники.

Список источников

1. Дело техники. Как обстоят дела с обновлением парка сельхозмашин у российских аграриев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/35567-delo-tekhniki-kak-obstoyat-dela-s-obnovleniem-parka-selkhoz mashin-u-rossiyskikh-agrariyev/>
2. Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 20.08.2022 г.).
3. Терновых К.С., Четверова К.С. Состояние и тенденции развития технической базы сельскохозяйственных предприятий // International agricultural journal. 2022. № 6. С. 1051-1067.
4. Сельхозтехника в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сельхозтехника_в_России.
5. Экономическая оценка материально-технической базы сельского хозяйства Брянской области / Е.П. Чирков, О.В. Дьяченко, М.А. Бабыяк, О.М. Хохрина // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 4 (48). С. 109-117.
6. Водяников В.Т., Субаева А.К. Техническое перевооружение сельского хозяйства в условиях цифровизации // Агроинженерия. 2021. № 1 (101). С. 58-62.
7. Погоньшев В.А., Ториков В.Е., Погоньшева Д.А. Вопросы совершенствования инженерно-технологической обеспеченности АПК в условиях цифровизации // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 51-59.
8. Умная сельскохозяйственная техника на полях России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://поле.рф/journal/publication/1991>.
9. Концептуальное решение по роботизации процесса раздачи кормосмесей на молочной ферме КРС / С.М. Михайличенко, А.И. Купреенко, Д.Ю. Павкин и др. // Техника и оборудование для села. 2024. № 4 (322). С. 14-18.
10. Цифровые двойники полей, виртуальные метеостанции и «послушные» комбайны. Как IT-технологии помогают агрономам «Русагро», Fonaг.TV [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

[https:// fonar.tv/article/2019/08/14/cifrovye-dvoyniki-poley-virtualnyemetestancii-i-poslushnye-kombayny-kak-it-tehnologii-pomogayutagronomam-rusagro](https://fonar.tv/article/2019/08/14/cifrovye-dvoyniki-poley-virtualnyemetestancii-i-poslushnye-kombayny-kak-it-tehnologii-pomogayutagronomam-rusagro).

11. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 45-50.

12. Cognitive Pilot представил новую технологию для агроботов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cognitivepilot.com/cognitive-news/news/cognitive-pilot-predstavil-novuyu-tehnologiyu-ii-dlya-agrorobotov/>

13. СБЕР. Приоритетные решения с использованием искусственного интеллекта в ключевых отраслях экономики. 2023. 36 с.

14. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта, НЦРИИ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2024_indeks_gotovnosti_prioritetnyh_otrasley_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_k_vnedreniyu_iskusstvennogo_intellekta_ncrii/

15. Рынок сельскохозяйственных роботов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://exactitudeconsultancy.com/ru/отчеты/40784/рынок-сельскохозяйственных-роботов/#request-a-sample>.

16. Роботы в аграрной отрасли. Уровень использования новых технологий на российских сельхозпредприятиях остается невысоким [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/39143-roboty-v-agrarnoy-otrasli-uroven-ispolzovaniya-novykh-tekhnologiy-na-rossiyskikh-selkhozpredpriyatiya/>

17. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 9. С. 52-58.

18. Наквасин С.Ю. Трансформация контрольно-надзорной деятельности в сфере АПК с применением ИИ. М., 2023. 5 с.

Информация об авторах:

В.А. Погоньшев – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.А. Погоньшева – доктор педагогических наук, доцент кафедры информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Н.Д. Ульянова – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors

V.A. Pogonyshev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University.

D.A. Pogonysheva – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, Information Systems and Technologies, Bryansk State Agrarian University.

N.D. Ul'yanova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Informatics, in-formation systems and technologies, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.09.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 09.09.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А., Ульянова Н.Д.

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
УДК 631.31:631.4

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРОВ КЛАССА 5
 ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ**

**Сергей Васильевич Щитов, Зоя Федоровна Кривуца, Иван Васильевич Бумбар,
 Елена Сергеевна Поликутина, Роман Олегович Сурин**
 ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, Амурская область, Благовещенск, Россия

Аннотация. Рассмотрен вопрос повышения эффективности использования машинно-тракторного агрегата при подготовке почвы под посев. Проведенными исследованиями установлено, что на почвах с подстилающим слоем в виде мёрзлого тяжёлого суглинка наблюдается повышенная влажность нижних слоев почвы во время выполнения весенних полевых работ. Это объясняется тем, что не происходит проникновение избыточной влаги по глубине и для решения данной проблемы используется такой агроприём, как щелевание почвы, которое проводят специальными агрегатами. С целью решения данной проблемы, было разработано специальное устройство (прокальватель-щелерез), которое позволяет проводить данную операцию не отдельно, а одновременно с использованием бороны БДМ-6х4п. Преимущество данного устройства заключается в том, что прокальвая подстилающий слой, одновременно уплотняются его стенки и отводится излишняя влага в нижние горизонты почвы. Результаты экспериментальных исследований показали, что использование прокальвателя-щелереза в составе машинно-тракторного агрегата (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п) позволяет за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и рабочими органами устройства снизить негативное влияние на почву. Установлено, что с увеличением длины выхода штока гидроцилиндра с 0,55 м до 0,64 м, глубина прокальвания почвы возросла с 0,33 м до 0,42 м, а с увеличением угла наклона рамы с 5,45 градусов до 12,05 градусов, произошло возрастание глубины прокальвания на 28,1 %. При максимальном выходе штока гидроцилиндра (0,64 м) фиксируется перераспределение нагрузки между рабочим органом и мостами трактора. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 67,3 кН до 60,5 кН, а на задний мост трактора, фиксируется повышение нагрузки с 33,1 кН до 38,6 кН. При изменении угла наклона рамы устройства снижение нагрузки составило с 66,1 кН до 61,3 кН на передний мост трактора, а на задний мост трактора, наблюдается повышение нагрузки с 34,5 кН до 38,1 кН.

Ключевые слова: трактор, щелевание, прокальватель-щелерез, устройство, подготовка почвы.

Для цитирования: Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, И.В. Бумбари др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 60-63.

Original article

**INCREASING EFFICIENCY OF USING CLASS 5 TRACTORS WHEN PREPARING
 SOIL FOR SOWING**

Sergey V. Shchitov, Zoya F. Krivutsa, Ivan V. Bumbar, Elena S. Polikutina, Roman O. Surin
 Far Eastern State Agricultural University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. The issue of increasing the efficiency of using a machine-tractor unit when preparing soil for sowing was considered. The researches have established that on soils with an underlying layer in the form of frozen heavy loam, increased moisture of the lower soil layers is observed during spring field work. This is explained by the fact that there is no penetration of excess moisture in depth and to solve this problem, such an agricultural technique as soil slitting is used, which is carried out by special units. In order to solve this problem, a special device (slit piercer) has been developed that allows this operation to be carried out not separately, but simultaneously using the PM6x4p harrow. The advantage of this device is that by piercing the underlying layer, its walls are simultaneously compacted and excessive moisture is discharged into the lower horizons of the soil. The results of experimental studies have shown that the use of a slit piercer cutter as part of a machine-tractor unit (K-700A + device + BDM-6x4p) allows, by redistributing the load between the tractor axles and the working bodies of the device, to reduce the negative impact on the soil. It was found that with an increase in the length of the hydraulic cylinder rod outlet from 0,55 m to 0,64 m, the soil piercing depth increased from 0,33 m to 0,42 m, and with an increase in the frame tilt angle from 5,45 degrees to 12,05 degrees, the piercing depth increased by 28,1 %. At the maximum output of the hydraulic cylinder rod (0,64 m), the redistribution of the load between the working body and the tractor axles is recorded. On the front axle of the tractor, the load reduction was from 67,3 kN to 60,5 kN, and on the rear axle of the tractor, an increase in load from 33,1 kN to 38,6 kN was recorded. When changing the angle of inclination of the

device frame, the load decreased from 66,1 kN to 61,3 kN on the front axle of the tractor, and on the rear axle of the tractor, there is an increase in load from 34,5 kN to 38,1 kN.

Key words: tractor, slitting, slit piercer, device, soil preparation

For citation: Increasing efficiency of using class 5 tractors when preparing soil for sowing / S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, I.V. Bumbar, etc.// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 60-63.

Введение. Постановка задачи. Одним из способов повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов является совмещение одновременно выполняемых работ. Это позволяет сократить число проходов по полю, что позволяет уменьшить отрицательное воздействие на физико-механические свойства почвы, снизить энергозатраты и выдержать агротехнологические сроки выполнения работ особенно в зонах относящихся к «рискованному земледелию». В Амурской области уборку фирменной культуры сои, занимающей более 80% посевной площади, заканчивают как правило с наступлением первых заморозков. Это накладывает определённый отпечаток на проведение весенних посевных работ, так как их необходимо проводить одновременно с подготовкой почвы. Вместе с тем региональные особенности добавляют определённые трудности вызванные промерзанием почвы на глубину до трёх метров, наличием снежного покрова, выпадением осадков, быстрым наступлением положительных температур, таянием мерзлотного основание и наличием подстилающего слоя в виде тяжёлого суглинка, не позволяющего проникновению влаги в нижние почвенные горизонты. Выше перечисленные особенности ставят перед аграриями задачу подготовки почвы под посевные работы с одновременным отводом избыточной влаги. Имеющие для отвода почвы щелеватели, не предназначены для работы с другими почвообрабатывающими машинами и эту операцию проводят отдельно, что увеличивает энергозатраты и сроки подготовки почвы к посевным работам. Исходя из выше сказанного возникает необходимость изыскать техническую возможность проведения одновременно щелевание и подготовку почвы, что позволит выдержать отведённые сроки выполнения посевных работ и даёт гарантию хорошего урожая.

Результаты эксперимента. Анализ эксперимента. В связи свыше обозначенной проблемой было разработано устройство (прокальватель-щелерез) на которое получен патент РФ [1] позволяющее использовать его с агрегатами выполняющих подготовку почвы (рис. 1,2). Это достигается тем, что устройство устанавливается перед трактором и своими рабочими органами прокальвает почвенный горизонт, уплотняя при этом стенки, что позволяет проникновению избыточной влаги в нижние слои почвенного горизонта и увеличивает сроки затягивания каналов.



Рисунок 1 - Общий вид фронтального прокальвателя-щелереза в сборе



Рисунок 2 - Общий вид комбинированного машинно-тракторного агрегата

Принцип работы предлагаемого устройства заключается в том, что нагрузка на рабочие лучеобразные органы создаётся за счёт установленного дополнительного гидроцилиндра, который перераспределяет частично сцепной вес между мостами трактора и рабочими органами устройства. Это позволяет снизить нормальное давление переднего моста трактора на почву и тем самым уменьшить глубину, твердость и плотность почвы по следу трактора. Для определения нагрузки на рабочие органы устройства, переднюю и заднюю оси трактора использовались весы платформенные электронные марки МВСК(В). Топливо-энергетическая оценка была сделана на основе проведенных сравнительных хозяйственных испытаний, позволивших определить производительность и расход топлива по методике, предложенной ВИМ. Параметры лучеобразных рабочих органов определялись по методике многофакторного эксперимента.

Для подтверждения эффективности использования предлагаемого устройства в составе боронувального агрегата были проведены исследования с учётом требований ГОСТа [2,3], которые включали в себя следующие задачи:

- определить изменение физико-механических характеристик почвы по следу движителя;
- выявить зависимость глубины прокалывания почвенного горизонта рабочими органами устройства от конструктивно-технологических параметров;
- выявить влияние устройства (прокалывателя-щелереза) на распределение нагрузки между движителями трактора и рабочим органом;
- дать топливо-энергетическую оценку работы комбинированного машинно-тракторного агрегата (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п).

В ходе проведенных исследований выявлено распределение влажности почвы по глубине почвенного горизонта. Результаты проведенных исследований показали, что влажность почвы по глубине возрастает с 15,2 % до 44,1 % при изменении глубины с 0,15 м до 0,45 м, что требует проведение операции по отведению влаги в более нижние слои почвы.

Использование машинно-тракторного агрегата (МТА) (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п) за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и рабочими органами устройства снизило негативное влияние на почву: плотность почвы в пахотном горизонте 0,15 м ниже на 7 %, твердость на 6,07 % , глубина колеи на 10,3% по сравнению с серийным МТА (К-700А+ БДМ-6х4п).

Глубина прокалывания почвенного горизонта, распределение нагрузки между движителями трактора и рабочим органом зависят от таких конструктивно-технологических параметров как выход рабочего штока гидроцилиндра и угол наклона рамы. Как показали проведенные исследования с увеличением длины выхода штока гидроцилиндра с 0,55 м до 0,64 м, глубина прокалывания почвы возросла с 0,33 м до 0,42 м, а с увеличением угла наклона рамы с 5,45 градусов до 12,05 градусов, произошло возрастание глубины прокалывания на 28,1 %.

Исследованиями установлено, что при максимальном выходе штока гидроцилиндра (0,64 м) произошло перераспределение нагрузки между рабочим органом и мостами трактора. Нагрузка на рабочий орган составила 12,9 кН. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 67,3 кН до 60,5 кН, а на задний мост трактора, фиксируется повышение нагрузки с 33,1 кН до 38,6 кН.

Аналогичные данные получены и при изменении угла наклона рамы устройства. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 66,1 кН до 61,3 кН, а на задний мост трактора, повышение нагрузки с 34,5 кН до 38,1 кН. Полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями по данной тематике [4,5,6,7,8,9].

Топливо-энергетическая оценка проведенных производственных испытаний, позволили определить экономию прямых энергозатрат, которые составили 1701,92 МДЖ/га, затрат живого труда соответственно 0,48 МДЖ/га и удельных энергозатрат -139,13 МДЖ/га. В результате экономия полных энергозатрат составила 1841,53 МДЖ/га.

Выводы. Проведённые исследования показали, что использование МТА (К-700А + БДМ-6х4п+устройство) позволяет уменьшить техногенное воздействие на почву за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и выдержать агротехнологические сроки проведения весенних работ, за счёт совмещения двух операций щелевание и безотвальная обработка почвы. Полученные экспериментальные и теоретические значения (ранее опубликованные) находятся в пределах доверительного интервала, что говорит о достоверности проведенных исследований.

Список источников

1. Пунктирный прокалыватель-щелерез: пат. 2754595 Рос. Федерация, МКИ В 60 В 11/02 / Сурин Р.О. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. № 2020132907; заявл. 06.10.2020; опубл. 03.09.2021, Бюл. № 25.

2. ГОСТ 33687-215. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартиформ, 2020. 24 с.
3. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. М.: Изд-во стандартов, 1986. 18 с.
4. Raising the efficiency of using tillage machines based on a semi-frame tractor / R.O. Surin et al. // Aip conference proceedings. proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: advanced technologies in material science, mechanical and automation engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville, 2024. С. 030002.
5. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния устройства для перераспределения сцепного веса на тяговые свойства и ходовую систему колесного трактора / Е.С. Поликутина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 10. С. 95-98.
6. Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus / S. Us, A. Burmaga et al. // E3S Web of Conferences: international scientific siberian Transport Forum – TransSiberia, 2023. С. 03002.
7. Expanding the technological capabilities of energy facilities in the zones of “risk farming” / A.S. Vtornikov, S. Markov et al. // Interagromash 2022: XV international scientific conference. Springer, 2023. С. 99-105.
8. Improving the efficiency of wheel-wheeling machine-tractor units in areas with special natural and climatic conditions / A. Slepnev, E. Kuznetsov, S. Shchitov et al. // Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East // Agricultural Innovation Systems. 2022. Vol. 1. С. 36-43.
9. Повышение тягового усилия, развиваемого колёсным энергетическим средством, на почвах с высокой степенью липкости / Е.В. Маршанин и др. // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 64. С. 48-52.

Информация об авторах:

С.В. Щитов – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, shitov.sv1955@mail.ru.

З.Ф. Кривуца - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики, математики и информатики, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, zfk20091@mail.ru.

И.В. Бумбар - доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, bymbar@mail.ru

Е.С. Поликутина – кандидат технических наук, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, e-mail: e.polikytina@mail.ru

Р.О. Сурин - аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, roman_surin81.81@mail.ru

Information about the authors:

S.V. Shchitov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of Agriculture, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru.

Z.F. Krivutsa - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physics, Mathematics and Computer Science, Far Eastern State University, zfk20091@mail.ru.

I.V. Bumbar - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of Agriculture, Far Eastern State Agrarian University, bymbar@mail.ru.

E.S. Polikytina - Candidate of Technical Sciences, Far Eastern State University, e.polikytina@mail.ru.

R.O. Surin - postgraduate student, Far Eastern State University, roman_surin81.81@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.10.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 07.10.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Бумбар И.В., Поликутина Е.С., Сурин Р.О.

Научная статья
УДК 536.65:635.21:631.573

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЛАГООБМЕНА В СЛОЕ СОЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

¹Анатолий Михайлович Моисеенко, ²Юрий Алексеевич Кузнецов, ³Игорь Николаевич Кравченко,
²Светлана Юрьевна Гришина, ²Владимир Владимирович Гончаренко,
⁴Алексей Иванович Купреенко

¹АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», Филиал в г. Орел, Россия

²ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, Орел, Россия

³ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

⁴ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Работа посвящена исследованию теплообмена в картофелехранилищах с системой активного вентилирования при навалной загрузке сочного растительного сырья. Целью данной работы является разработка методов теплотехнического расчета хранилищ путем решения сопряженных задач нестационарного тепло- и массообмена, выяснение возможностей активного воздействия на тепловлажностные процессы в насыпи хранимой продукции. Проведены теоретические и экспериментальные исследования в зданиях по хранению сочной сельскохозяйственной продукции с целью уменьшения потерь хранимого сырья. Предложена математическая модель исследования нестационарного процесса теплообмена в биологической продукции, находящейся в хранилище. Реализация математической модели осуществлялась аналитическим и численным методами. Установлено, что снижение степени черноты поверхностей покрытия позволяет сократить максимальные конвективные потоки тепла, поступающие в воздух верхней зоны хранилища на 40%. Снижение максимальной температуры на поверхности продукции позволит оптимизировать энергетические расходы на охлаждение слоя за счет сокращения продолжительности работы систем охлаждения и вентиляции, что приведет к уменьшению потерь сырья за период хранения.

Ключевые слова: математическая модель, картофелехранилище, температура, процессы теплообмена, численное решение, поверхность покрытия, конвективные потоки тепла, насыпь, сочная продукция

Для цитирования: Расчет теплообмена в слое сочной сельскохозяйственной продукции А.М. Моисеенко, Ю.А. Кузнецов, И.Н. Кравченко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 64-70.

Original article

CALCULATION OF HEAT AND MOISTURE EXCHANGE IN THE LAYER OF JUICY AGRICULTURAL PRODUCTS

¹Anatoly M. Moiseenko, ²Yury A. Kuznetsov, ³Igor' N. Kravchenko, ²Svetlana Yu. Grishina,
²Vladimir V. Goncharenko, ⁴Alexei I. Kupreenko

¹Voronezh Economic and Legal Institute, Branch in Oryol, Russia

^{2,5}Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Oryol, Russia

³Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

⁴Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The work is devoted to research of heat and moisture exchange in potato storage with an active ventilation system during bulk loading of succulent plant raw materials. The purpose of this work is to develop methods for thermotechnical calculation of storage facilities by solving related problems of non-stationary heat and mass transfer, to clarify the possibilities of actively influencing heat and moisture processes in the embankment of stored products. Theoretical and experimental researches were carried out in buildings for the storage of succulent agricultural products in order to reduce losses of stored raw materials. A mathematical model for research the non-stationary process of heat and moisture exchange in biological products located in storage is proposed. The implementation of the mathematical model was carried out using analytical and numerical methods. It has been established that reducing the degree of blackness of the coating surfaces makes it possible to reduce the maximum convective heat fluxes entering the air in the upper zone of the storage facility by 40%. Reducing the maximum temperature on the surface of the product will optimize the energy costs for cooling the layer by reducing the operating time of the cooling and ventilation systems, which will lead to a reduction in losses of raw materials during the storage period.

Key words: mathematical model, potato storage, temperature, heat and moisture exchange processes, numerical solution, coating surface, convective heat flows, embankment, succulent products.

For citation: Calculation of heat and moisture exchange in the layer of juicy agricultural products / A.M. Moiseenko, Yu.A. Kuznetsov, I.N. Kravchenko, etc. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 64-70.

Введение. Одной из причин высоких потерь сочного растительного сырья (овощей, фруктов, картофеля) при хранении является недостаточная изученность процессов тепло- и влагообмена в хранилищах и насыпи сырья, неумение правильно воздействовать на них [1-11]. В зданиях по хранению сочной продукции необходимо обеспечивать требуемые температурно-влажностные режимы, как в насыпи сырья, так и в самих помещениях. Вентиляция - очень важное условие для нормального хранения картофеля. Для предотвращения отпотевания верхнего слоя насыпи необходимо выровнять температуру в хранилище и в насыпи путем обогрева электрокалориферами ее верхней зоны. При этом в верхнем слое температура воздуха над насыпью должна быть выше на 1–2°C, чем в насыпи [4]. При недостатке кислорода мякоть клубней чернеет. Вентиляцией регулируют все факторы, влияющие на хранение - температуру, влажность и воздухообмен [12].

В клубнях и другом сочном сырье содержится от 60 до 95 % воды [13-15]. Высокая влажность внутреннего воздуха и малые скорости потока снижают потери влаги. Поэтому, например, в картофелехранилищах необходимо поддерживать влажность около 95-98%. Высокая скорость вентилирующего воздуха, особенно когда он имеет низкую относительную влажность, ускоряет сушку.

Для хранения фруктов, овощей и картофеля достаточно часто применяют наземные и заглубленные (полузаглубленные) хранилища. Наземные хранилища отличают большие энергозатраты на обогрев и вентилирование в зимний период хранения продукции. В заглубленных (полузаглубленных) хранилищах эти затраты, как правило, в 1,5-2 раза ниже [1, 3, 4].

Бункерные хранилища начала строить в 60-х годах прошлого века фирма «Ябельман» (Германия). Также они были построены в Польше, Чехии [16]. В России подобные хранилища полузаглубленного типа, вместимостью около 10 тыс. т. впервые появились в Орле и Брянске [17].

В России применяется как контейнерное хранение картофеля [18], так и навалное. Однако существенные недостатки контейнерного хранения заставили отказаться от этого способа [6].

Во Франции ограждения картофелехранилища имеют толщину 290 мм и содержат термоизоляционный и водоотталкивающий слой. Максимальная высота насыпи, как правило, составляет 3-3,5 м [6, 16].

В Чехии при навальном способе хранения (рис.1) применяют вентиляцию под давлением. Для продовольственного картофеля в основной период хранения поддерживают температуру около 2,5-4 °С и относительную влажность 87-90 %. Этот период продолжается 140-230 дней [6, 16]. Общая тенденция в строительстве хранилищ в европейских странах [6] заключается в укрупнении помещений для хранения сочного сырья: от 1 до 25 тыс. т.

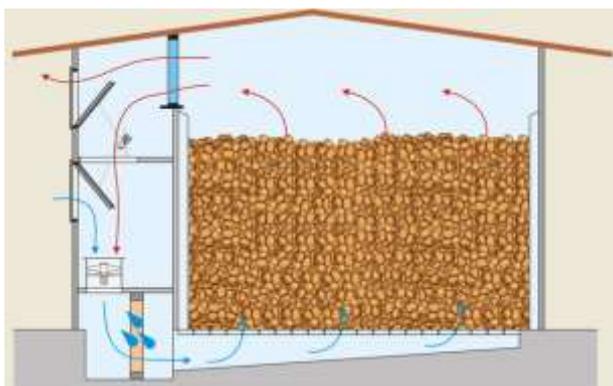


Рисунок 1 - Схема хранилища с навальным способом хранения картофеля

Необходимость создания рациональных конструкций выдвигает задачу совершенствования теплотехнического расчета хранилищ.

Вопросы теплоустойчивости ограждения и помещения для картофелехранилища представлены в работе [19]. Рассмотрена система двух уравнений теплопроводности для ограждения и насыпи картофеля с начальными условиями и граничными условиями 1-го рода. Данную математическую модель необходимо уточнить с учетом влияния на теплоустойчивость картофелехранилищ различных факторов.

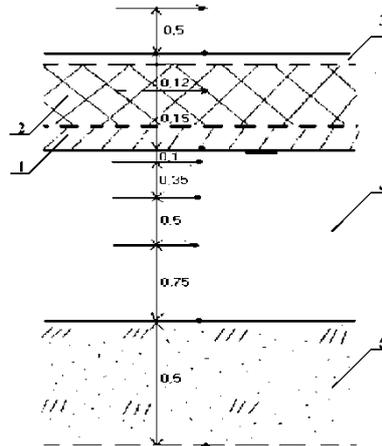
В процессе вентиляции градиенты температуры по высоте насыпи картофеля достигают 1,5-1,7 °С/м, которые интенсифицируют потерю им влаги [20]. Требуемая влажность подаваемого воздуха обеспечивается конденсационными теплообменниками, которые утилизируют влагу из отработанного вентиляционного воздуха и возвращают ее в вентиляционные установки [1, 5].

Разработку мероприятий, направленных на совершенствование технологий хранения продукции можно существенно упростить, уточнить и улучшить с помощью методов математического моделирования [21, 22].

Целью исследований явилось построение более совершенной математической модели процессов теплообмена в насыпи хранимой сочной продукции и в хранилище.

Материалы и методы. Натурные исследования были проведены в картофелехранилище, расположенном в совхозе «Куликовский» Орловской области Российской Федерации. Измерения производились круглосуточно, через каждые три часа.

Натурные исследования проводились в зимний период (февраль). Схема расположения термопар показана на рисунке 2.



1 – термопара — датчик теплового потока ИТП-МГ4.03/Х(Ш) «Поток»

Рисунок 2 - Схема установки термопар в опытном хранилище:

1 – железобетонная плита, 2 – утеплитель (минераловатные плиты), 3 – кровельный слой (рубероид), 4 – верхняя воздушная зона между насыпью и покрытием, 5 – насыпь хранимой продукции

Температура в хранилище измерялась между насыпью картофеля и покрытием в верхней зоне. Измерения осуществлялись с помощью термодатчиков, установленных по высоте (рис. 2).

Для измерения теплотерь через наружные ограждения использовался измеритель плотности тепловых потоков ИТП-МГ4.03/Х(Ш) «Поток» (Россия).

Математическая модель исследуемого явления [22] состоит из уравнений теплопроводности для трехслойной ограждающей конструкции (покрытия или стены) (1), слоя сельскохозяйственной продукции (2), уравнения энергии для воздуха (3), подаваемого в насыпь, дифференциального уравнение массопереноса в воздухе внутри насыпи (4) а также начальных (5) и граничных (6) – (10) условий:

$$\frac{\partial t_j}{\partial \tau} = a_j \frac{\partial^2 t_j}{\partial x^2}, \quad j = 1, 2, 3 \quad (1)$$

$$\frac{\partial t_4}{\partial \tau} = \frac{a_4}{1-m} \frac{\partial^2 t_4}{\partial x^2} + \frac{q}{c} - \beta_2(t_4 - t) - \frac{q_n \beta_m S \varepsilon_u E}{\rho_n c_4} [f(t_4) - d] \quad (2)$$

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + v \frac{\partial t}{\partial x} = \beta_1(t_4 - t) \quad (3)$$

$$\frac{\partial d}{\partial \tau} + v \frac{\partial d}{\partial x} = \frac{D}{m} \frac{\partial^2 d}{\partial x^2} + \frac{\beta_m S \varepsilon_u E}{\rho_s m} [f(t_4) - d] \quad (4)$$

$$\tau = 0; \quad t_1 = t_{10}, \quad t_2 = t_{20}, \quad t_3 = t_{30}, \quad t_4 = t_{40}, \quad t = t_0, \quad d = d_0 \quad (5)$$

$$x = 0; \quad \lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} = \alpha_n (t_1 - t_{cp}) \quad (6)$$

$$x = \delta_j; \quad \lambda_j \frac{\partial t_j}{\partial x} = \lambda_{j+1} \frac{\partial t_{j+1}}{\partial x}, \quad t_j = t_{j+1}, \quad j = 1, 2 \quad (7)$$

$$x = \delta_3; \quad -\lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} = \alpha_n (t_3 - \eta(\tau)) + \alpha_{k_1} (t_3 - t_g) \quad (8)$$

$$x = \delta_4; -\lambda_4 \frac{\partial t_4}{\partial x} = \alpha_n (\xi(\tau) - t_4) - \alpha_{k_2} (t_4 - t_e), \frac{\partial d}{\partial x} = 0 \quad (9)$$

$$x = L; t_4 = t = t_0, d = d_1, \quad (10)$$

где $t_1(x, \tau)$ – температура, °С; x – координата, м; τ – время, с; a_i – коэффициент теплопроводности внешнего слоя покрытия (стены), м²/с; S – удельная поверхность насыпи, м²/м³; ρ_B и ρ_H – плотность воздуха и продукции, кг/м³; c_B и c_H – удельная теплоемкость воздуха и продукции, Дж/(кг·°С); m – пористость насыпи, доли единиц; α – коэффициент теплообмена между продукцией и воздухом внутри насыпи, который определяется формой, размером включений, физическими свойствами, скоростью воздуха, принимаемый в виде: $\alpha = 0,8 + 15\sqrt{V}$, Вт/(м²·°С); $t_4(x, \tau)$ – температура продукции, °С; a_4 – коэффициент теплопроводности продукции, м²/с; $\frac{q}{c}$ – постоянно действующий источник тепла, общее количество которого, исходя из уравнения Гора: $\frac{dq}{d\theta} = bq$, $q = q_0 \exp b\theta$, где q_0 – количество тепла, выделяемого при 0°С, Вт/кг; b – температурный коэффициент, характеризующий скорость распада веществ в сырье, 1/°С; θ – температура сырья, °С; c – удельная теплоемкость сырья, Дж/кг·°С; $f(t_4)$ – функция равновесного влагосодержания воздуха от температуры на интервале возможного изменения t_4 температуры продукции; q_n удельная теплота парообразования, кДж/кг; β_m коэффициент массообмена, кг/(м²·Па·с); S , ε_u коэффициент испарительной способности продукции, доли единиц, $E = 161332$ – переводной коэффициент, Па; ρ_n, ρ_e, c_4 удельная теплоемкость продукции, кДж/(м³·°С); d – влагосодержание воздуха кг/кг; D – коэффициент диффузии влаги в воздухе, м²/с; $t_{10}, t_{20}, t_{30}, t_{40}, t_0$ – постоянные значения температур, °С; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – коэффициенты теплопроводности соответственно кровельного слоя покрытия, утеплителя, слоя несущей конструкции, насыпи продукции, Вт/(м·°С); граница $x = 0$ наружная поверхность ограждения, граница $x = \delta_1$ – между кровельным слоем и утеплителем, $x = \delta_2$ – между утеплителем и несущей конструкцией, $x = \delta_j$ – внутренняя поверхность ограждения, $x = \delta_4$ – верхняя поверхность насыпи, соприкасающаяся с внутренним воздухом, $x = L$ – нижняя поверхность насыпи; α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), t_{cp}, t_e – температуры соответственно наружного и внутреннего воздуха хранилища, °С, α_{k_1} и α_{k_2} – конвективные коэффициенты теплообмена соответственно внутренней поверхности ограждения и поверхности насыпи продукции, Вт/(м²·°С), α_n – коэффициент лучистого теплообмена между внутренней поверхностью ограждения и поверхностью насыпи, Вт/(м²·°С), t_0 – на границе $x = L$ постоянное значение температуры насыпи продукции и вентилирующего воздуха, °С, d_1 – на границе $x = L$ постоянное значение влагосодержания d , кг/кг.

Аналитически краевая задача (1) – (10) решается методом интегрального преобразования Лапласа.

Для численного решения этой краевой задачи применяется метод сеток [31], т.е. всю исследуемую область, кроме воздушной зоны между покрытием и поверхностью продукции, разбиваем на конечное число точек x_i ($i = 0, 1, \dots, N$), называемых узлами сетки, с шагом $\Delta x = x_{i+1} - x_i$. Далее систему дифференциальных уравнений вместе с начальными и граничными условиями представляем в конечноразностном виде, используя неявную двухслойную схему, т.е., например для температур, функции непрерывных аргументов $t_1(x, \tau), t_2(x, \tau), t_3(x, \tau), t_4(x, \tau), t(x, \tau)$ заменяем сеточными функциями дискретных аргументов $T1_i^j, T2_i^j, T3_i^j, T4_i^j, T_i^j$, где $\tau_j = j\Delta\tau$ – временной слой ($j = 0, 1, 2, \dots$), $\Delta\tau$ – шаг по времени, (с).

Каждое разностное уравнение с соответствующими к ним граничными условиями решается методом прогонки [24].

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты вычислений, проведенных на ПЭВМ, для температур $t_{3|x=\delta_3}$ и $t_{4|x=\delta_4}$ в различные моменты времени сведены в таблицу 1, из которой

видно, что отличие между аналитическим и численным решением составляет $\approx 3\%$, что говорит о достоверности полученных результатов.

Таблица 1 - Расчетные значения температур на внутренней поверхности покрытия $t_{3|x=\delta_3}$ и на поверхности слоя продукции $t_{4|x=\delta_4}$ в различные моменты времени τ

t, °C τ , ч	$t_{3 x=\delta_3}$		$t_{4 x=\delta_4}$	
	аналитические	численные	аналитические	численные
1	2,18	2,12	2,22	2,14
12	2,96	3,07	2,58	2,74
24	5,72	5,97	4,20	4,32
36	5,58	5,74	4,39	4,51

Конкретные расчеты проведены для наземного картофелехранилища с температурой внутреннего воздуха $t_g = 2^\circ\text{C}$.

Максимальные конвективные потоки тепла q_{\max} , поступающие в воздух верхней зоны хранилища (табл. 2), зависят от значений амплитуды суточных колебаний температуры $t_3|x=\delta_3$ и $t_4|x=\delta_4$.

Таблица 2 - Зависимость максимального конвективного потока и максимальной суточной температуры поверхности слоя продукции от степени черноты поверхностей покрытия

Степень черноты внешней поверхности покрытия, ε_1	0,9	0,9	0,5
Степень черноты внутренней поверхности покрытия, ε_2	0,9	0,3	0,3
Максимальный конвективный поток (q_{\max}), Вт/м ²	19,42	17,72	12,56
Максимальная суточная температура поверхности слоя продукции ($t_{4\max}$), °C	5,08	4,86	4,25
Термическое сопротивление покрытия (R), м ² °C /Вт	3,02		

Результаты измерений температур в зимний период хранения продукции приведены в виде графиков зависимости температуры от времени (рис. 3). Температура откладывалась вдоль оси y в °C, а время, измеренное в течение 3-х суток – вдоль оси x в ч.

Слой картофеля на глубине 0,5 м имел температуру t_4 от 2 до 3°С.

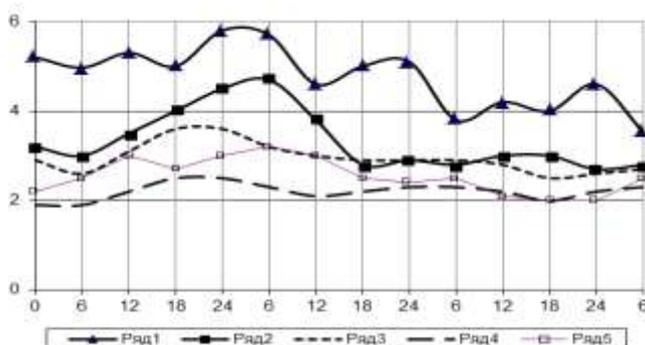


Рисунок 3 - Графики изменения температуры воздуха в верхней зоне хранилища $t_{возд}^e$ (ряд 1), на поверхности насыпи картофеля $t_{4|x=\delta_4}$ (ряд 2), массы картофеля на глубине 0,5 м от поверхности насыпи (ряд 5), - экспериментальная кривая (ряд 4); ----- - расчетная кривая (ряд 3)

Рисунок 3 показывает, что теория удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными, что свидетельствует о применимости модели при проектировании хранилищ в различных климатических зонах строительства и их эксплуатации.

Заключение. Получена математическая модель процесса теплообмена в системе «наружный воздух-ограждение-внутренний воздух хранилища-экзотермический слой сырья».

Используя преобразования Лапласа по временной координате получено аналитическое решение задачи теплоустойчивости трехслойного ограждения с учетом сложного теплообмена.

На основе конечно-разностного метода предложено численное решение нестационарной задачи теплообмена хранилищ корнеклубнеплодов. Получено поле температур на внутренней поверхно-

сти покрытия и поверхности насыпи продукции в зависимости от времени хранения при различной толщине утеплителя.

Установлено, что фазы колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения и температуры на поверхности насыпи практически совпадают; а сдвиг по фазе по сравнению с колебаниями наружного воздуха увеличивается с ростом толщины утеплителя.

Снижение степени черноты поверхностей покрытия позволяет сократить максимальный конвективный поток теплоты на 40 %. Снижение температуры на поверхности продукции уменьшит энергетические расходы на охлаждение хранимого слоя продукции за счет сокращения продолжительности работы системы вентиляции хранилища.

Список источников

1. Инновационные технологии и оборудование для сортировки и хранения картофеля: аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 84 с.
2. Мальцев С.В., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Влияние химических и физических методов воздействия на клубни картофеля различного назначения при хранении // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. Обнинск, 2018. С. 285-289.
3. Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля / О.А. Старовойтова, С.В. Жевора, В.И. Старовойтов и др. М., 2018. 236 с.
4. Современные технологии хранения картофеля / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, В.Н. Зейрук и др.; под общ. ред. Б.В. Анисимова. Чебоксары: Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха, 2017. 25 с.
5. Колошеин Д.В. Разработка устройства и обоснование параметров усовершенствованного воздухопровода картофелехранилища // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 3 (35). С. 123-127.
6. Анализ технологий хранения картофеля в странах Евросоюза и США / Д.В. Колошеин, Н.Ю. Харламова, Р.И. Сизов и др. // Молодой ученый. 2017. № 2. С. 113–115.
7. Жихарев А.А. Уменьшение потерь картофеля при хранении // Главный агроном. 2017. № 2. С. 67-72.
8. Балужева Н.П., Немирова Н.А. Сортовые особенности лежкости клубней картофеля в центральной зоне Курганской области // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Курган, 2020. С. 21-24.
9. Жолобова М.С., Карамеева К.А. Современные технологии хранения овощей // Молодежь и наука. 2019. № 10-11. С. 14.
10. Гришина С.Ю., Гришин А.В. Исследования микроклимата при стимуляции семян инфракрасным излучением // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности: сб. материалов Всерос. очно-заочной науч.-практ. конф. с междунар. участием. Орел, 2017. С. 106-110.
11. Stimulation of tomato seeds by infrared radiation / S.Yu. Grishina, Yu.A. Kuznetsov, L.I. Goltsova et al. // Agricultural and Mechanical Engineering. 2017. S. 49-54.
12. Колчин Н.Н., Фомин С.Л. Хранение картофеля: состояние и перспективы развития // Картофель и овощи. 2006. № 1. С. 28–31.
13. Драная Е.В., Мушинский А.А. Сравнительная оценка сортов и гибридов картофеля для почвенно-климатических условий Оренбургской области // Аграрный научный журнал. 2024. № 3. С. 17–22.
14. Васильев А.А., Дергилева Т.Т., Дергилев В.П. Оценка адаптивного потенциала белорусских сортов картофеля в условиях Челябинской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 4 (207). С. 17–23.
15. Балужева Н.П., Немирова Н.А. Сортовые особенности лежкости клубней картофеля в центральной зоне Курганской области // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Курган, 2020. С. 21-24.
16. Литун Б.П., Замотаев А.И., Андришина Н.А. Картофелеводство зарубежных стран. М.: Агропромиздат, 1988. 167 с.
17. Екимов С.П. Надежное хранилище // Сельское хозяйство. 1987. № 2. С. 25-28.
18. Васильева И.Г. Повышение эффективности хранения сельскохозяйственных продуктов на объектах общественного питания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 8. С. 19-21.
19. Гиндоян А.Г., Файнштейн В.А., Иванова Н.Н. Влияние временного отключения энергоснабжения систем обеспечения микроклимата на тепловой режим в картофелехранилищах // Холодильная техника. 1986. № 9. С. 20–24.
20. Екимов С.П., Кондрашов В.И., Моисеенко А.М. Охлаждение очагов самосогревания клубней картофеля при навальном хранении // Холодильная техника. 1986. № 11. С. 15-19.

21. Математическая модель процесса комбинированной сушки товарного зерна в установках конвейерного типа / Е.А. Четвериков, К.М. Усанов, А.В. Волгин и др. // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 171–176.

22. Кондрашов В.И., Моисеенко А.М. Математическое моделирование теплового состояния овощекртофелехранилищ с многослойным внешним ограждением при отключении систем энергоснабжения // Доклады РАСХН. 2003. № 3. С. 50–52.

23. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Изд. Бином, 2015. 636 с.

24. Тынкевич М.А., Пимонов А.Г. Введение в численный анализ: учеб. пособие. Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2017. 176 с.

25. Технология Restrain: оптимизация атмосферы для качественного хранения картофеля и лука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://arknews.su/article/213/1347/> (дата обращения: 17.05.2024).

26. Вентиляционное оборудование для овощехранилищ (МикроКлимат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ckbagro.ru/razdely-ckb-agro/oborudovanie-dlya-ovoshchekhranilishcha/production/> (дата обращения: 08.05.2024).

Информация об авторах:

А.М. Моисеенко – доктор технических наук, профессор кафедры экономической информатики, АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», Филиал в г. Орел, puare54@yandex.ru.

Ю.А. Кузнецов - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры надежности и ремонта машин, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, kentury@yandex.ru.

И.Н. Кравченко - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, kravchenko-in71@yandex.ru.

С.Ю. Гришина - кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры цифровой экономики и информационных технологий, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, Svetlana.Grischina@rambler.ru.

В.В. Гончаренко - кандидат технических наук, доцент, заместитель декана факультета агротехники и энергообеспечения, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, vovaniiii@bk.ru.

А.И. Купреенко – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, kupreenkoai@mail.ru.

Information about the authors:

A.M. Moiseenko - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Economic Informatics, Voronezh Economics and Law Institute, Branch in Orel, puare54@yandex.ru.

Yu.A. Kuznetsov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Reliability and Machine Repair, Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, kentury@yandex.ru.

I.N. Kravchenko - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, kravchenko-in71@yandex.ru.

S.Yu. Grishina - candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, associate professor of the department of digital economics and information technologies, Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, Svetlana.Grischina@rambler.ru.

V.V. Goncharenko - candidate of technical sciences, associate professor, deputy dean of the faculty of agricultural technology and energy supply, Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, vovaniiii@bk.ru.

A.I. Kupreenko - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of technological equipment of animal husbandry and processing industries, Bryansk State Agrarian University, kupreenkoai@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.10.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 11.10.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Моисеенко А.М., Кузнецов Ю.А., Кравченко И.Н., Гришина С.Ю., Гончаренко В.В., Купреенко А.И.

Научная статья
УДК 620.9:635.64:58

НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОКУЛЬТУРЫ

¹Александр Николаевич Васькин, ²Елена Николаевна Ракутько

¹ ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

² Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В ходе исследования изучалась рассада томата сорта Фламинго F1, которая была выращена при фотонной интенсивности, равной $140 \text{ мкмоль м}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Разработанная модель растения, учитывающая динамику изменения площади каждого листа и его массы, может быть использована для анализа энерготехнологических процессов с учетом прикладной теории энергосбережения. Исследования показали, что наибольшая продуктивность фотосинтеза весом и по субстанции наблюдается при применении натриевых ламп. В то же время, использование светодиодов приводит к наименьшей производительности. Тесная отрицательная связь между содержанием хлорофилла в листьях и энергоэффективностью фотосинтеза обнаружена при использовании светодиодов и люминесцентных ламп. Это свидетельствует о возможном отрицательном влиянии увеличения содержания хлорофилла на энергоэффективность фотосинтеза. Следовательно, результативность процесса фотосинтеза подвержена существенным изменениям в зависимости от содержания хлорофилла в листьях при использовании различных типов источников света. Эти результаты могут быть важными при выборе оптимального источника света для обеспечения оптимальных условий для фотосинтеза растений. Поэтому, необходимо учитывать не только интенсивность света, но и содержание хлорофилла в листьях при проектировании систем освещения для растений.

Ключевые слова: прикладная теория энергосбережения; рассада; томат; площадь листа; продуктивность; энергоёмкость; фотосинтез; спектр.

Для цитирования: Васькин А.Н., Ракутько Е.Н. Новый подход к определению энергоэффективности светокультуры // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 71-77.

Original article

NEW APPROACH TO DEFINITION THE ENERGY EFFICIENCY OF LIGHT CULTURE

¹ Aleksandr N. Vas'kin, ² Elena N. Rakut'ko

¹ Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

² Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production (IAEP) - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of VIM, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. During the researches, seedlings of Flamingo F1 tomato were studied, which were grown at a photon intensity equal to $140 \text{ micromoles.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The developed plant model, which takes into account the dynamics of changes in the area of each leaf and its mass, can be used to analyze energy technological processes taking into account the applied theory of energy saving. Researches have shown that the highest productivity of photosynthesis by weight and substance is observed when using sodium lamps. At the same time, the use of LEDs results in the lowest productivity. A close negative relationship between chlorophyll content in leaves and the energy efficiency of photosynthesis was found when using LEDs and fluorescent lamps. This indicates a possible negative effect of increasing chlorophyll content on the energy efficiency of photosynthesis. Consequently, the efficiency of the photosynthesis process is subject to significant changes depending on the chlorophyll content in the leaves when using different types of light sources. These results may be important when choosing the optimal light source to ensure optimal conditions for plant photosynthesis. Therefore, it is necessary to take into account not only the light intensity, but also the chlorophyll content of the leaves when designing lighting systems for plants.

Key words: applied theory of energy saving; seedlings; tomato; leaf area; productivity; energy capacity; photosynthesis; spectrum.

For citation: Vaskin A.N., Rakutko E.N. New approach to definition the energy efficiency of light culture // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 71-77.

Введение. При искусственном облучении энергетический процесс выращивания растений характеризуется высокой интенсивностью. Сначала значительное количество энергии используется для создания оптимальных условий, необходимых для проведения фотосинтеза. Этот процесс включает

сложные химические реакции по поглощению, преобразованию и использованию световой энергии [1]. Хлорофилл, который является основным фотосинтетическим пигментом, играет важную роль в образовании органических веществ из углекислого газа и воды.

В ходе процесса фотосинтеза лист, основной орган, ответственный за ассимиляцию, испытывает воздействие оптического излучения (ОИ), что способствует образованию органических веществ, необходимых для жизнедеятельности растения [2]. Проведение анализа накопления органической массы на поверхности листа за определенный временной период позволяет оценить эффективность фотосинтеза и общую продуктивность данного процесса.

Метод исследования. В работах А. А. Ничипоровича подробно рассмотрены вопросы фотосинтетической деятельности растений в посевах, связанные с формированием хозяйственного урожая и его долей в общей массе всех органов растения. Основное поглощение солнечной радиации происходит в листьях верхних ярусов ценоза, где содержится максимальное количество хлорофилла. Этот показатель отражает количество углекислого газа, который ассимилируется весовой единицей хлорофилла за определенное время [3].

Одним из критериев эффективности светокультурного процесса является энергоемкость, позволяющая оценить энергетическую эффективность использования света растениями. Исследования в этой области позволяют оптимизировать процессы фотосинтеза и повысить общую продуктивность [4].

Иерархическая структура сельскохозяйственных биоэнергетических систем в исследовании проектируемых технологических, экономических и экологических параметров предполагает применение теоретической модели энергетического объекта или процесса. Это относится к области прикладной теории энергосбережения в энерготехнологических процессах (ПТЭЭТП) и изображена на рисунке 1, а. [5].

В ходе исследования проводится энергетический анализ светокультуры, где объектом анализа является биологический объект (БО) - растение. Основным параметром исследуемого объекта является энергоемкость, которая определяется как отношение поступающей энергии Q к продукции P , получаемой на выходе. Потери энергии ΔQ также учитываются в процессе анализа [6]. При этом процесс развивается под влиянием определенных факторов X . Энергоемкость определяется согласно определенной математической формуле

$$\varepsilon_x = \frac{Q}{P} \tag{1}$$

Соответственно единицам измерения входных и выходных параметров, размерность энергоемкости может быть различной. В терминологии физики энергии, существует определенная связь между входными и выходными величинами, которая определяет размерность энергоемкости [7]. Понимание этой связи позволяет более точно оценивать и анализировать энергетические процессы в различных системах (рис. 1,б). Исследования в области энергетики и физики часто требуют анализа размерности энергоемкости, что приобретает важное значение.

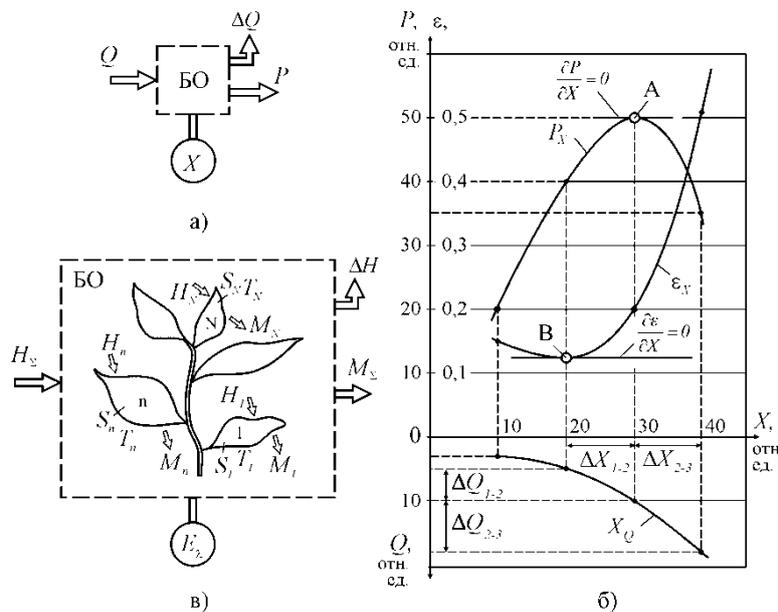


Рисунок 1 - К анализу продуктивности и энергоэффективности фотосинтеза

При увеличении интенсивности энергетического воздействия Q на биологический объект происходит нелинейное изменение формируемого фактора $X_Q = f(Q)$. Для достижения сходного приращения фактора ΔX необходимо увеличивать интенсивность воздействия ΔQ (т.е. при $\Delta X_{2-3} = \Delta X_{1-2}$, $\Delta Q_{2-3} > \Delta Q_{1-2}$) что определяет кривизну данной функции $d^2X/dQ^2 < 0$. Таким образом, наблюдается взаимосвязь между величиной формируемого фактора и интенсивностью энергетического воздействия $P_X = f(X)$. Увеличение приращений интенсивности наблюдается в процессах, где возникает увеличение потерь энергии при увеличении интенсивности воздействия. Данное явление определяет кривизну функции $d^2P/dX^2 < 0$, описывающей данный процесс.

Кривую $\varepsilon_X = f(X)$ получают вычислением значения энергоёмкости по формуле (1), используя значения Q и P при различных значениях X .

Совокупность функций P_X , X_Q и ε_X является вариантами модели $Q \rightarrow X \rightarrow P$.

Отметим, что оптимум продуктивности БО соответствует точке «А» (максимум на кривой P_X). В этой точке соблюдается равенство

$$\frac{\partial P}{\partial X} = 0 \quad (2)$$

Однако с точки зрения энергозатрат оптимальным является режим, соответствующий точке «В» (минимум энергоёмкости процесса на кривой ε_X). Для этой точки справедливо

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial X} = 0 \quad (3)$$

Как правило, при этом $P_B < P_A$, т.е. энергосберегающий режим проведения процесса может не являться оптимальным по продуктивности.

В пределах плана эксперимента исследуется модель листа растения, изображенного на рисунке 1, в. Основной функцией листа является процесс синтеза органических соединений из неорганических веществ под воздействием фотосинтеза. Растение обладает плоской формой, что способствует эффективному захвату света для процесса фотосинтеза. Вода достигает листьев через ветвистую систему сосудов, в то время как углекислый газ поступает через устьица. Размер и время активности ассимилирующей поверхности, а также параметры излучения, включая его спектр, оказывают прямое воздействие на рост и развитие растения.

Значение фотонной облученности, моль·м⁻²·с⁻¹, определяется по формуле

$$E_\Sigma = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\lambda E_\lambda}{hcN_A} \quad (4)$$

где E_λ – облученность на длине волны λ , Вт·м⁻²;

h – постоянная Планка, $h = 6,624 \cdot 10^{-34}$ Дж·с;

c – скорость света, $c = 3 \cdot 10^8$ м·с⁻¹;

N_A – число Авогадро, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

λ_1 , λ_2 – диапазон ФАР (400–780 нм).

Универсальный метод моделирования ТПО основан на модели растения (Р), которая учитывает массу сырого (или сухого) вещества M_Σ , площадь n-го листа S_n и его массу M_n в момент времени T_n . Данный подход применяется для всех видов растений, что делает модель реализации ТПО универсальным инструментом. Таким образом, данная модель учитывает особенности различных видов растений, позволяя проводить более точное и обширное моделирование фотосинтеза и других процессов, связанных с ростом и развитием растений.

Исследование включает в себя регистрацию количества листьев на растениях, выращенных под различными типами излучения в определенные временные интервалы. Затем полученные данные аппроксимируются с помощью соответствующих математических уравнений

$$n = \alpha \ln(T) - \beta \quad (5)$$

где α , β – постоянные для данного типа ИИ коэффициенты.

Из уравнений (5) находят время появления n -го листа, сут.

$$T_n = \exp\left(\frac{n + \beta}{\alpha}\right) \quad (6)$$

«Возраст» n -го листа на день окончания эксперимента T^k

$$T_n^B = T^k - T_n \quad (7)$$

Величину ПФС n -го листа, $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$, определяют по формуле

$$\text{ПФС}_n = \frac{M_n}{S_n T_n^B} \quad (8)$$

где M_n – сырая масса или масса сухого вещества для n -го листа, г;

S_n – площадь n -го листа, м^2 ;

Величину ЭФС n -го листа определяют по формуле

$$\text{ЭФС}_n = \frac{H_n}{M_n} \quad (9)$$

где H_n – доза облучения, которая при известной функциональной зависимости изменения площади листа от времени $S_n(T)$, описывается формулой

$$H_n = E_\Sigma \int_0^{T_n^o} S_n(T) dT \quad (10)$$

где E_Σ – фотонная облученность растений.

T_n^o – время действия облучения на n -й лист, с, определяют по формуле

$$T_n^o = 3600 \cdot \Phi\Pi \cdot T_n^B \quad (11)$$

где $\Phi\Pi$ – фотопериод, ч.

Выражение для расчета дозы, учитывающее изменение площади листа с течением времени после его появления на стебле принимает вид:

$$H_n = \frac{1}{2} E_\Sigma S_n T_n^o \quad (12)$$

С учетом приведенных выше выражений, для n -го листа величины ПФС, $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$, и ЭФС, $\text{моль}\cdot\text{г}^{-1}$, связаны выражением

$$\text{ЭФС}_n = \frac{k^\Phi}{\text{ПФС}_n} \quad (13)$$

где k^Φ – постоянный коэффициент, $k^\Phi = \frac{1}{2} E_\Sigma \cdot 3600 \cdot \Phi\Pi$, $\text{моль}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$.

Для всего растения, среднее значение ЭФС

$$\overline{\text{ЭФС}} = \frac{H_\Sigma}{M_\Sigma} = \frac{\sum_{n=1}^N H_n}{\sum_{n=1}^N M_n} \quad (14)$$

Тогда среднее значение ПФС

$$\overline{\text{ПФС}} = \frac{k^\Phi}{\overline{\text{ЭФС}}} \quad (15)$$

Результаты и обсуждение. Для подтверждения изложенных теоретических положений были использованы экспериментальные данные полученные ранее в лаборатории энергоэкологии светокультуры ИАЭП – ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Для апробации разработанного метода использовались различные типы световых источников, включая светодиодные (СД), люминесцентные (ЛЛ) и натриевые (НА) лампы. Рассада выращивалась в специально оборудованной световой комнате, чтобы определить эффективность каждого типа освещения для данного сорта помидоров. С учетом потребностей томатов были

CCI (Chlorophyll Content Index). С целью повышения точности и достоверности результатов исследования был произведен несколько этапов измерений листьев. Вначале каждый лист был измерен пять раз для последующего расчета среднего значения коэффициента цветового индекса (CCI). После этого проводилось определение массы листьев с использованием весов модели ВЛ-500. Для определения содержания сухого вещества листья были выдержаны при температуре 105 градусов Цельсия в сушильном шкафу.

В таблице 2 приведены ключевые параметры, характеризующие процесс фотосинтеза у различных видов растений, выращиваемых с использованием различных типов искусственного интеллекта.

Таблица 2 - Интегральные параметры продуктивности и энергоэффективности фотосинтеза

Показатель	ИИ		
	СД	ЛЛ	НА
Суммарная площадь поверхности листьев S_{Σ} , см ²	669,9±33,5	1187,3±59,4	1111,7±55,6
Общая масса, г			
листьев $M_{сыр}$	14,11±0,71	25,27±1,26	27,07±1,33
сухого вещества $M_{сух}$	1,37±0,06	1,62±0,07	3,15±0,14
Доза облучения H_{Σ} , моль	4,62±0,23	7,68±0,37	7,22±0,28
Среднее значение CCI, отн.ед.	11,2±0,4	16,9±0,6	14,6±0,7
Средняя ЭФС, моль г ⁻¹			
по сырой массе $\overline{ЭФС}_{сыр}$	0,33±0,02	0,30±0,02	0,27±0,01
по сухому веществу $\overline{ЭФС}_{сух}$	3,37±0,17	4,73±0,24	2,29±0,09
Средняя ПФС, г м ⁻² сут ⁻¹			
по сырой массе $\overline{ПФС}_{сыр}$	10,77±0,43	11,61±0,58	13,23±0,65
по сухому веществу $\overline{ПФС}_{сух}$	1,05±0,04	0,75±0,03	1,54±0,07

Исследование показало, что растения выращенные под различными источниками света имели различный уровень площади листовой поверхности и дозы потока излучения. Например, наибольшая суммарная площадь листьев и доза потока излучения были зафиксированы у растений под ЛЛ лампами, в то время как наименьшие значения были у растений выращенных под СД. Количество хлорофилла в листьях также соответствовало этой же закономерности.

Кроме того, растения под НА лампами имели наибольшую общую массу листьев и количество сухого вещества, в то время как растения под СД показали наименьшие значения массы.

Для определения взаимосвязи между показателями содержания хлорофилла в листьях растений и параметрами ПФС и ЭФС был проведен корреляционный анализ. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты корреляционного анализа

Коэффициент корреляции	ИИ		
	СД	ЛЛ	НА
между CCI и ПФС			
по сырой массе $R_{сыр}$	-0,124	-0,699	0,192
по сухому веществу $R_{сух}$	-0,120	-0,694	0,125
между CCI и ЭФС			
по сырой массе $R_{сыр}$	-0,305	0,639	-0,398
по сухому веществу $R_{сух}$	-0,754	0,017	-0,600

Заключение. Наиболее тесная отрицательная корреляция выявлена между содержанием хлорофилла в листьях и энергоэффективностью процесса фотосинтеза сухого вещества при использовании СД.

Модель растения, разработанная с использованием принципов ПТЭЭТП, учитывает динамику изменения площади каждого листа и его массы в процессе выращивания. Это обеспечило возможность провести анализ энергетической эффективности фотосинтеза.

В рамках нового подхода к изучению энергетической эффективности процесса фотосинтеза основным показателем является энергетическая емкость. Для определения данного параметра применяется соотношение между количеством энергии, поступающей на листья, и массой продукции фотосинтеза. Полученные результаты свидетельствуют о том, что эффективность фотосинтеза обратно пропорциональна его энергоемкости.

Влияние спектрального состава потока излучения на энергетическую эффективность фотосинтеза и использование углеродного и светового питания при выращивании рассады томата было исследовано с использованием предложенной методики обработки экспериментальных данных. Результаты исследования подтверждают значимость данного фактора для процессов фотосинтеза.

Список источников

1. Ракутько Е.Н., Медведев Г.В., Ракутько С.А. Применение отражательных свойств листа растения в агроэкомониторинге // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (72). С. 99-107.
2. Мишанов А.П., Ракутько Е.Н., Ракутько С.А. Цифровой светодиодный светильник с регулируемым спектром // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (66). С. 125-134.
3. Ракутько С.А., Васькин А.Н., Ракутько Е.Н. Применение морфо-цветометрического анализа в биоиндикации экосистем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 445-458.
4. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н., Мишанов А.П. Влияние параметров световой среды на содержание хлорофилла в листьях рассады томата и их оптические свойства // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 60. С. 64.
5. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Оценка равномерности поверхностного распределения потока излучения как фактора энергоэффективности светокультуры инженерные технологии и системы // Инженерные технологии и системы. 2021. Т. 31, № 3. С. 470-486.
6. Васькин А.Н., Ракутько Е.Н. Оценка сравнительных показателей спектрального состава светодиодных и люминесцентных источников оптического излучения // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3 (103). С. 73-79.
7. Васькин А.Н., Ракутько С.А. Расчет параметров радиационной среды от светодиодного фито-облучателя // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 5 (99). С. 67-74.

Информация об авторах:

А.Н. Васькин – старший преподаватель кафедры автоматизи, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vaskin32@mail.ru.

Е.Н. Ракутько – научный сотрудник Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Information about the authors:

A.N. Vas'kin - Senior lecturer of the Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University, vaskin32@mail.ru.

E.N. Rakut'ko - research associate at the Institute of Agricultural Engineering and Environmental Problems of Agricultural Production (IEEP) – branch of FSBSI FSAC VIM.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 29.10.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 29.10.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Васькин А.Н., Ракутько Е.Н.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА» публикует результаты завершенных оригинальных, теоретических и методических исследований, обзорные статьи, представляющие интерес для специалистов в различных областях сельскохозяйственной науки и практики.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

Тексты статей представляются только в программе Microsoft Word. Формат страницы А4, поля по 2 см, шрифт Times New Roman 12, межстрочный интервал 1,0. Выравнивание по ширине с установкой переносов, отступ в начале абзаца 1,25. Объем статьи не менее 4 и не более 10 страниц, включая аннотацию, литературу, таблицы, графики, рисунки и подписи под рисунками. Размер каждого рисунка и таблицы не должен превышать одной страницы формата А4. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

СТРУКТУРА СТАТЬИ

1) УДК (в верхнем левом углу); 2) название статьи (на русском языке заглавными буквами); Ф.И.О. полностью, 3) полное название учреждения и почтовый адрес (строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; 4) аннотация и ключевые слова на русском языке, 5) название статьи (на английском языке заглавными буквами); Ф.И.О. полностью, 6) полное название учреждения и почтовый адрес (на английском языке строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; 7) аннотация и ключевые слова на английском языке; 8) статья; 9) список источников, информация об авторах (на русском и английском языках, с указанием инициалов и фамилии авторов, ученой степени, звания, места работы, e-mail).

Экспериментальная статья должна включать следующие разделы: введение, материалы и методы, результаты и их обсуждение, выводы, список источников.

Требования к составлению аннотации. Оформляется согласно ГОСТ 7.0.7-2021. Рекомендуемый объем 1000-2000 знаков (200-250 слов). В аннотации не повторяется название статьи. Аннотация не разбивается на абзацы. Структура аннотации кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит фактографию, обоснованные выводы, рекомендации и т.п. Допускается введение сокращений в пределах аннотации (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, в 1-й раз дается полностью, сокращение - в скобках, далее используется только сокращение). Избегайте использования вводных слов и оборотов. Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов. Перевод аннотации на английский язык. Недопустимо использование машинного перевода. Вместо десятичной запятой используется точка. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в англ. яз. (допускается: ВТО-WTO, ФАО-FAO и т.п.).

Библиографический список нумеруется в порядке упоминания ссылок в тексте. Ссылки помещают квадратные скобки. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 для затекстовых ссылок. В библиографический список рекомендуется включать наиболее современные источники, которые не старше 5 лет от момента проведения исследования. Допускается доля самоцитирования не более 20% и цитирования работ сотрудников учреждения, где выполнена работа не более 30%.

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование (экспертную оценку) и проверку информационной системой на наличие неправомерных заимствований.

Статьи (1 экземпляр в печатном виде и на электронном носителе) следует направлять по адресу 243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, ул. Советская, 2а, Брянский ГАУ, главному редактору Торикову В.Е. или E-mail: osirovaa@bgsha.com с указанием темы «статья в журнале Вестник Брянской ГСХА». Также направляется сопроводительное письмо, оформленное на бланке соответствующего учреждения с рекомендацией к публикации, если предоставляемые материалы являются результатом работы, выполненной в этой организации. При отправке по E-mail представлять печатный экземпляр необязательно. Так же можно отправить по E-mail отсканированный вариант рецензии. С аспирантов плата за публикацию рукописей не взимается.