

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-rrf.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. Агробиология, 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).

№ 2 (102)
МАРТ-АПРЕЛЬ 2024
СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Силаев А.Л., Белоус Н.М., Смольский Е.В.**
Изменение агрохимических свойств аллювиальной почвы под действием минерального удобрения 3
- Москаленко И.В., Ноздрачева Е.В., Анищенко Л.Н., Поцепай С.Н.**
К вопросу о повышении скорости биохимических процессов у сельскохозяйственных растений при применении кремнийсодержащей нанодобавки 9
- Бельченко С.А., Сычев С.М., Малявко Г.П., Никифоров В.М., Милехина Н.В., Сазонова И.Д., Толченников А.В.**
Обоснование системы защиты ярового рапса в условиях серых лесных почв Брянской области 14
- Наливайко Т.А., Ториков В.Е.**
Эффективность внесения органо-минеральных удобрений на посевах кукурузы 20
- Дьяченко В.В., Нечаев М.М., Милехина Н.В., Пономарчук О.В., Дьяченко В.В.**
Формирование урожая кормовой массы сортов клевера лугового второго года жизни при интенсивной схеме использования 24
- Сычѳва И.В., Сычѳв С.М., Осипов А.А.**
Оценка распространѳнности болезней на гибридах сахарной свеклы 31

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

- Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е., Сидоров И.И., Ярован Н.И.**
Продуктивность молодняка свиней на доращивании при скармливании в составе кормосмеси цеолита и кормового жира 37
- Гуйван В.В.**
Зоотехническая и экономическая эффективность применения кормовых добавок «Мегашанс-І» и «Мегашанс-ІІ» в рационах коров в сухостойный период 41
- Михалева Е.В. Гамко Л.Н., Менякина А.Г.**
Кормовая добавка на основе гуминовых кислот в рационах дойных коров 46
- Яковлева С.Е., Шепелев С.И., Нестерова Ю.С.**
Влияние генеалогической принадлежности на работоспособность лошадей рысистых пород 50

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Козлов С.И., Кузур В.М., Будко С.И., Кузьменко И.В.**
Особенности чтения принципиальных электрических схем систем автоматизации 55
- Ульянова Н.Д., Лямзин А.А., Фесков С.А.**
Трёхмерное моделирование и компьютерный анализ деталей металлорежущих станков 61
- Широбокова О.Е., Никитин А.М.**
О применении диэлектрического датчика давления 68
- Белова Т.И., Агашков Е.М., Камовский С.Н.**
Современные способы дисперсного анализа пыли при производстве комбикормов 72

№ 2 (102)

JANUARY-FEBRUARY 2024

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

- A.L. Silaev, N.M. Belous, E.V. Smolsky**
Change in agrochemical properties of alluvial soil under the action of mineral fertilizer 3
- I.V. Moskalenko, E.V. Nozdracheva, L.N. Anishchenko, S.N. Potsepai**
To the question on increasing the speed of biochemical processes in agricultural plants when using nanoadditives 9
- S.A. Bel'chenko, G.P. Malyavko, S.M. Sychev, V.M. Nikiforov, N.V. Milekhina, I.D. Sazonova, A.V. Tolchennikov**
Justification of the system for protection of spring rape in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region 14
- T.A. Nalivaiko, V.E. Torikov**
The effectiveness of applying organic and mineral fertilizers on corn sowings 20
- V.V. D'yachenko, M.M. Nechaev, N.V. Milekhina, O.V. Ponomarchuk, V.V. D'yachenko**
Formation of the harvest of the fodder mass of meadow clover varieties the second year of life with an intensive use scheme 24
- I.V. Sychyova, S.M. Sychyov, A.A. Osipov**
Evaluation of disease prevalence on sugar beet hybrids 31

ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE

- L.N. Gamko, A.G. Menyakina, V.Y. Podol'nikov, I.I. Sidorov, N.I. Yarovan**
Productivity of young pigs on rearing when feeding with a feed mixture of zeolite and feed fat 37
- V.V. Guivan**
Zootechnical and economic efficiency of applying feed additives "Megashans-I" and "Megashans-II" in cow diets during the dry period 41
- E.V. Mikhalyova, L.N. Gamko, A.G. Menyakina**
Feed additive based on humic acids in the diets of dairy cows 46
- S.E. Yakovleva, S.I. Shepelev, Y.S. Nesterova**
The influence of genealogical assignment on the working capacity of trotting horses 50

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

- S.I. Kozlov, V.M. Kuzur, S.I. Budko, I.V. Kuz'menko**
Features of reading schematic electrical diagrams of automation systems 55
- N.D. Ulyanova, A.A. Lyamzin, S.A. Fes'kov**
Three-dimensional modeling and computer analysis of machine tool parts 61
- O. E. Shirobokova, A.M. Nikitin**
On application of dielectric pressure sensor 68
- T.I. Belova, E.M. Agashkov, S.N. Kamovskiy**
Modern methods of disperse dust analysis in mixed fodder production 72

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, профеммор 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. Лебедко – 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 08.04.2024.

Дата выхода в свет 23.04.2024.

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. Pasyнков – 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 - 08.04.2024.

The release date is 23.04.2024.

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 631.45:631.8

**ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ ПОД
ДЕЙСТВИЕМ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ**

Андрей Леонидович Силаев, Николай Максимович Белоус, Евгений Владимирович Смольский
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В период с 2008 по 2023 год в условиях пойменного луга центральной поймы реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области изучено изменение агрохимических свойств аллювиальной почвы под действием минерального удобрения в динамике и установлена действительно возможная урожайность естественного травостоя. Под действием факторов почвообразования в условиях проведения исследований формируется аллювиальная почва с обменной кислотностью 5,28 ед., содержанием органического вещества 3,39%, подвижного фосфора и калия соответственно 144 и 58 мг/кг. Применение минерального удобрения и химической мелиорации изменяло степень кислотности от слабокислой до близкой к нейтральной, увеличивало содержание подвижного фосфора и калия, соответственно, от повышенного к высокому и от низкого к среднему. Изменчивость агрохимических свойств во времени зависела от конкретного показателя и норм применения минерального удобрения, колебалась от незначительной до значительной величины. Агрохимические свойства по профилю почвы изменялись в зависимости от конкретного показателя и норм применения минерального удобрения, наблюдали равномерное распределение или концентрацию элементов питания, углерода органического и ионов водорода в определенном слое почвы. Лимитирующим фактором повышения урожайности сена естественного травостоя является запас подвижного калия в почве.

Ключевые слова: аллювиальная почва, минеральное удобрение, углерод органический, элементы питания, кислотность, урожайность.

Для цитирования: Силаев А.Л., Белоус Н.М., Смольский Е.В. Изменение агрохимических свойств аллювиальной почвы под действием минерального удобрения // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 3-8.

Original article

**CHANGE IN AGROCHEMICAL PROPERTIES OF ALLUVIAL SOIL UNDER THE ACTION
OF MINERAL FERTILIZER**

Andrey L. Silaev, Nikolay M. Belous, Evgeny V. Smolsky
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. In the period from 2008 to 2023, in the conditions of the floodplain meadow of the central floodplain of the Iput river of the Novozybkov district of the Bryansk region, a change in the agrochemical properties of alluvial soil under the influence of mineral fertilizer in dynamics was studied and the possible yields of natural herbage was established. Under the influence of soil formation factors under the conditions of researches, alluvial soil is formed with an exchange acidity of 5.28 units, an organic substance content of 3.39%, mobile phosphorus and potassium of 144 and 58 mg/kg respectively. The use of mineral fertilizer in a floodplain meadow alters the agrochemical properties of alluvial soil. The use of mineral fertilizer and chemical reclamation changed the degree of acidity from slightly acidic to close to neutral, increased the content of mobile phosphorus and potassium, respectively, from increased to high and from low to medium. The variability of agrochemical properties over time depended on a specific indicator and norms of applying mineral fertilizer, ranged from insignificant to significant magnitude. It was revealed that the agrochemical properties according to the soil profile changed depending on the specific indicator and norms of applying mineral fertilizer, a uniform distribution or concentration of nutrients, organic carbon and hydrogen ions in a certain soil layer was observed. It was found that the limiting factor in increasing the yields of hay of natural herbage is the supply of available potassium in the soil.

Key words: alluvial soil, mineral fertilizer, organic carbon, nutrients, acidity, potential yields.

For citation: Silaev A.L., Belous N.M., Smol'sky E.V. Change in agrochemical properties of alluvial soil under the action of mineral fertilizer // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 3-8.

Введение. Лугопастбищное хозяйство неразрывно связано с использованием естественных кормовых угодий и их постоянным улучшением посредством применения минерального удобрения и извести. Внесение макроэлементов в почву связано с пополнением выбывших из неё элементов с урожаем, однако продолжительное применение минерального удобрения может изменять кислотность почвы, содержание органического углерода, а также подвижность основных элементов питания [1, 2].

В почвенном покрове Брянской области аллювиальные дерновые оглеенные почвы занимают 133,1 тыс. га или 55,1% всех пойменных земель, на этих почвах расположены почти 20% естественных кормовых угодий области [3].

Производство кормов на естественных кормовых угодьях связано с интенсивным расходом плодородия почвы, с постоянным выносом элементов питания, поэтому необходим возврат утраченных количеств элементов [4, 5]. На кормопроизводство также повлияла авария на ЧАЭС, когда существование целого региона подвержено глубоким изменениям, связанным с нарушением нормального биогеохимического фона, когда производство кормов с нормативным содержанием цезия-137, основного дозообразующего радионуклида, без применения защитных мероприятий невозможно [6-8].

В данных условиях особую актуальность приобретает осуществление мониторинга за изменением агрохимических и физико-химических свойств аллювиальных почв, под влиянием защитных мероприятий, для качественной характеристики земельного фонда района, осуществления мероприятий по рациональному использованию земель и повышению их производительной способности, а также для обоснования схем комплексного использования, охраны земельных и водных ресурсов.

Цель исследований – определение агрохимических свойств аллювиальных почв для рационального их использования в кормопроизводстве.

Материалы и методы исследования. Климат места исследования умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно-холодной зимой, достаточно влажный. Изменения температуры воздуха имеют четко выраженный сезонный характер. Переход среднесуточной температуры через 10 °С происходит в мае, затем идет более медленное повышение [9].

Агроклиматические условия, по данным метеорологического поста Новозыбковской СХОС, по годам исследования отличались, количество выпавших осадков по месяцам значительно изменялось, а температура воздуха по месяцам изменялась незначительно или средне. Сумма осадков за вегетацию в период исследований 2008-2023 годов в сравнении с климатической нормой была меньше на 18,7 мм. Температура воздуха в изучаемые годы исследования была выше на 1,8 °С (табл. 1).

Таблица 1 – Агроклиматические условия периода вегетации

Годы исследования	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее
Температура, °С					
2008-2023	16,4	20,8	21,6	20,9	19,9
V, %	11,8	8,6	9,3	8,5	5,3
Климатическая норма	14,9	18,6	20,0	18,8	18,1
Осадки, мм					Сумма
2008-2023	53,2	60,8	85,7	56,6	256,2
V, %	60,9	37,2	43,9	61,7	24,9
Климатическая норма	54,6	70,3	80,9	69,1	274,9

Водный режим – промывной, на который накладывался пойменный процесс. Длительность затопления опытного участка во время весеннего паводка в зависимости от года колебалась от 10 до 22 дней, необходимо отметить, что наблюдали года без поёмного процесса.

Почва опытного участка – аллювиальная дерновая оглеенная, маломощная, среднегумусная, песчаная на супесчаном аллювии и имеет следующие строение профиля: A_d(0-8), A₁(8-28); B_g(28-46); C_g(46-...). Агрохимические свойства были следующие: рН_{KCl} – 4,8, содержание органического углерода – 3,2%, подвижного фосфора – 140 мг/кг, подвижного калия – 60 мг/кг (по Кирсанову), плотность загрязнения ¹³⁷Cs – 559-867 кБк/м².

Видовой состав растительности центральной поймы заливного луга представлен хозяйственно ценными растениями: овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), двукосточник тростниковидный (*Diglyphis arundinacea*), манник водный (*Glyceria aquatica*) лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) кострец безостый (*Bromopsis inermis*). Разнотравье: осока лисья (*Carex vulpina*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*) и таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), не превышало 15% общего состава растительного сообщества.

Минеральное удобрение вносили в форме аммиачной селитры, простого гранулированного суперфосфата и хлористого калия в следующих нормах: Контроль, $N_{90}P_{60}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{150}$, $N_{120}P_{60}K_{120}$, $N_{120}P_{60}K_{180}$.

Почвенно-агрохимическое обследование пойменного луга было проведено на выделенном участке в 2008, 2015 и 2023 годах.

В пробах почв определяли обменную кислотность, органический углерод, подвижные формы фосфора и калия.

Расчет действительно возможной урожайности естественного сенокоса в условиях центральной поймы реки Ипуть в юго-западной части Брянской области проводили по содержанию доступных элементов питания (Лебедева Т.Б. Система удобрения в севообороте: методические указания. Пенза: ПГСХА, 2003. 78 с.)

Полученные результаты обрабатывали статистическими методами (дисперсионный анализ, определение изменчивости показателя) (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).

Результаты и их обсуждение. Исследования проводили на центральной пойме реки Ипуть в юго-западной части Брянской области. Агрохимические свойства аллювиальной почвы обусловлены действием многих факторов и являются результатом сложных и многообразных биогеохимических процессов поступления, накопления, перемещения элементов.

Под действием различных факторов почвообразования, куда мы относим и антропогенный фактор, в условиях проведения исследований формируется аллювиальная дерновая оглеенная, мало-мощная, среднегумусная, песчаная на супесчаном аллювии почва с обменной кислотностью 5,28 ед., содержанием углерода органического 3,39%, подвижного фосфора и калия соответственно 144 и 58 мг/кг. Применение минерального удобрения на пойменном лугу изменяет агрохимические свойства аллювиальной почвы (табл. 2, 3).

В период исследований 2008-2023 годы обменная кислотность под действием минерального удобрения находилась в пределах 5,35–5,66 ед. Ежегодное применение минерального удобрения в норме $N_{90}P_{60}K_{90}$ достоверно снижает кислотность в сравнении с контролем, применение норм $N_{90}P_{60}K_{150}$, $N_{120}P_{60}K_{120}$ и $N_{120}P_{60}K_{180}$ достоверно снижает кислотность в сравнении с контролем и вариантом применения $N_{90}P_{60}K_{90}$. Изменчивость показателя обменной кислотности в динамике незначительна, коэффициент вариации – 0,9-1,9 (меньше 10%).

Таблица 2 – Динамика некоторых агрохимических свойств аллювиальной почвы

Показатель, год	Обменная кислотность, ед.					Углерод органический, %				
	2008	2015	2023	среднее	V, %	2008	2015	2023	среднее	V, %
Контроль	5,24	5,22	5,38	5,28	1,7	3,19	3,27	3,70	3,39	8,1
$N_{90}P_{60}K_{90}$	5,38	5,35	5,54	5,42	1,9	3,22	3,34	3,86	3,47	9,8
$N_{90}P_{60}K_{150}$	5,43	5,57	5,62	5,54	1,8	3,21	3,22	3,73	3,39	8,8
$N_{120}P_{60}K_{120}$	5,52	5,60	5,61	5,58	0,9	3,23	3,25	3,97	3,48	12,1
$N_{120}P_{60}K_{180}$	5,56	5,66	5,63	5,62	0,9	3,23	3,27	4,03	3,51	12,8
НСР ₀₅				0,10					0,15	

Агрохимические приемы улучшения пойменного луга в условиях исследования снижали кислотность, что связано, прежде всего, с применением минеральных удобрений, а также проведением известкования в 2008 и 2016 годах.

Содержание углерода органического под действием минерального удобрения находилось в пределах 3,22–4,03%, ежегодное применение минерального удобрения в нормах предусмотренных схемой опыта существенно не влияет на изменения показателя. Изменчивость в динамике показателя содержания углерода органического незначительна на вариантах контроль, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{150}$, коэффициент вариации – 8,1-9,8 (меньше 10%) и средняя на вариантах $N_{120}P_{60}K_{120}$ и $N_{120}P_{60}K_{180}$, коэффициент вариации – 12,1-12,8 (меньше 10%, но меньше 20%).

Содержание подвижного фосфора под действием минерального удобрения находилось в пределах 142–228 мг/кг, ежегодное применение минерального удобрения в норме $N_{90}P_{60}K_{90}$ существенно не изменяет показатель в сравнении с контролем, применение норм $N_{90}P_{60}K_{150}$, $N_{120}P_{60}K_{120}$ и $N_{120}P_{60}K_{180}$ достоверно повышает содержание подвижного фосфора в сравнении с контролем. Изменчивость показателя содержания подвижного фосфора в динамике незначительна на контрольном ва-

рианте, коэффициент вариации – 5,7 (меньше 10%) и средняя при применении минерального удобрения 13,3-18,4 (меньше 10%, но меньше 20%) (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика содержания некоторых элементов питания в аллювиальной почве

Показатель, год	Подвижный фосфор, мг/кг					Подвижный калий, мг/кг				
	2008	2015	2023	среднее	V, %	2008	2015	2023	среднее	V, %
Контроль	135	146	151	144	5,7	58	62	54	58	6,9
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	142	172	185	166	13,3	62	65	86	71	18,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	141	178	193	171	15,7	68	68	90	75	16,9
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	160	184	226	190	17,6	65	76	87	76	14,5
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	158	188	228	191	18,4	66	79	109	85	26,0
НСР ₀₅				22,3					17,6	

Содержание подвижного калия под действием минерального удобрения находилось в пределах 62–109 мг/кг, ежегодное применение минерального удобрения в нормах N₉₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₁₅₀ существенно не изменяет показатель в сравнении с контролем, применение норм N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ и N₁₂₀P₆₀K₁₈₀ достоверно повышает содержание подвижного калия в сравнении с контролем. Изменчивость показателя содержания подвижного калия в динамике незначительна на контрольном варианте, коэффициент вариации – 5,7 (меньше 10%), средняя при применении норм N₉₀P₆₀K₉₀, N₉₀P₆₀K₁₅₀ и N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, коэффициент вариации – 14,5-18,4 (меньше 10%, но меньше 20%) и сильная при норме применения N₁₂₀P₆₀K₁₈₀, коэффициент вариации – 26,0 (больше 20%).

Определили, что применение минерального удобрения увеличивало содержание элементов питания в почве, при этом наблюдали тренд повышения содержания подвижного фосфора и калия с увеличением уровня химизации. Сохранение плодородия во времени на одном уровне, даже при использовании пойменного луга в качестве сенокоса без агрохимических приемов улучшения, показатели агрохимических свойств аллювиальной почвы изменялись незначительно.

Минеральное удобрение вносили ежегодно, поверхностно, различия были только в количестве и соотношении в нём элементов питания, поэтому дополнительно решили исследовать, как изменяются агрохимические свойства по слоям аллювиальной почвы (табл. 4).

Таблица 4 – Распределение агрохимических свойств по слоям аллювиальной почвы, 2023 г.

Вариант	Слой почвы	Обменная кислотность	Углерод органический	Подвижный фосфор	Подвижный калий
	см	ед.	%	мг/кг	
Контроль	0–5	5,39	5,10	128	62
	5–10	5,35	3,60	118	58
	10–20	5,40	2,40	208	41
	V, %	0,49	36,56	32,60	20,78
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0–5	5,74	5,60	160	104
	5–10	5,60	3,50	175	79
	10–20	5,28	2,48	220	76
	V, %	4,26	41,21	16,88	17,94
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	0–5	5,82	5,00	123	159
	5–10	5,53	4,05	153	67
	10–20	5,51	2,15	303	43
	V, %	3,09	38,87	49,97	67,95
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0–5	5,93	5,10	176	148
	5–10	5,50	4,30	184	78
	10–20	5,39	2,50	318	34
	V, %	5,09	33,57	35,30	66,23
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	0–5	5,70	5,20	162	188
	5–10	5,63	4,20	196	90
	10–20	5,57	2,70	326	49
	V, %	1,15	31,20	37,96	65,42

Установили, что изменчивость показателя обменной кислотности вне зависимости от применения минерального удобрения была незначительной, коэффициент вариации – 0,49-5,09 (меньше 10%), то есть распределение ионов H^+ было равномерным.

Изменчивость показателя содержания углерода органического в корнеобитаемом слое (0-20 см) была значительной на всех вариантах опыта, коэффициент вариации – 31,20-41,21 (больше 20%), то есть распределение органического углерода было неравномерным, с концентрацией в слое 0-5 см, где его находилось 5,00-5,60% в зависимости от применения минерального удобрения.

Изменчивость показателя содержания подвижного фосфора была значительной на всех вариантах опыта, коэффициент вариации – 32,60-49,97 (больше 20%), за исключением варианта применения минерального удобрения в норме $N_{90}P_{60}K_{90}$, когда наблюдали среднюю изменчивость, то есть распределение фосфора было неравномерным, с концентрацией в слое 10-20 см, где находилось его наибольшее количество от 208 до 326 мг/кг.

Показатель содержания подвижного калия изменялся значительно на всех вариантах опыта, коэффициент вариации – 20,78-67,95 (больше 20%), за исключением варианта применения минерального удобрения в норме $N_{90}P_{60}K_{90}$, когда наблюдали среднюю изменчивость, то есть распределение калия было неравномерным, с концентрацией в слое 0-5 см, где находилось его наибольшее количество от 62 до 188 мг/кг, в зависимости от применения минерального удобрения.

В условиях проведения исследований аллювиальная почва формирует запасы подвижного фосфора и калия соответственно 354-396 и 141-162 мг/кг. Применение минерального удобрения повышает запасы элементов питания в почве и тем самым увеличивает действительно возможную урожайность сена естественного травостоя на пойменном лугу (табл. 5).

Таблица 5 – Запасы некоторых доступных элементов питания в аллювиальной почве и действительно возможная урожайность сена естественного травостоя

Показатель, год Вариант	Подвижный фосфор, мг/кг				ДВУ ₂₀₂₃ , т/га	Подвижный калий, мг/кг				ДВУ ₂₀₂₃ , т/га
	2008	2015	2023	Разница 08/23		2008	2015	2023	Разница 08/23	
Контроль	354,4	383,3	396,4	42,0	15,25	152,3	162,8	141,8	-10,50	1,14
$N_{90}P_{60}K_{90}$	372,8	451,5	485,6	112,9	18,68	162,8	170,6	225,8	63,00	1,81
$N_{90}P_{60}K_{150}$	370,1	467,3	506,6	136,5	19,49	178,5	178,5	236,3	57,75	1,90
$N_{120}P_{60}K_{120}$	420,0	483,0	593,3	173,3	22,82	170,6	199,5	228,4	57,75	1,83
$N_{120}P_{60}K_{180}$	414,8	493,5	598,5	183,8	23,02	173,3	207,4	286,1	112,88	2,30

Установили, что увеличение уровня химизации повышало запасы элементов питания в динамике, при этом обнаружили повышение запасов доступного фосфора во времени, запас доступного калия также возрастал во времени, за исключением контрольного варианта.

Выявили, что запасы элементов питания обеспечивают возможную урожайность от 15,25 до 23,02 и от 1,14 до 2,30 т/га сена соответственно по фосфору и калию. Ограничивающим фактором в повышении урожайности в условиях опыта служило содержание подвижного калия, особенно актуально дополнительное применение калийного удобрения не только с целью повышения продуктивности сенокосов, но и на радиоактивно загрязненных пойменных лугах с целью получения продукции кормопроизводства с допустимым содержанием ^{137}Cs .

Заключение. В результате исследований установили, что под действием применения минерального удобрения и химической мелиорации изменялась степень кислотности от слабокислой до близкой к нейтральной, увеличивалось содержание подвижного фосфора и калия соответственно от повышенного к высокому и от низкого к среднему. Изменчивость агрохимических свойств во времени зависела от конкретного показателя и норм применения минерального удобрения, колебалась от незначительной до значительной величины.

Выявили, что агрохимические свойства по профилю почвы изменялись в зависимости от конкретного показателя и норм применения минерального удобрения, наблюдали равномерное распределение или концентрацию элементов питания, углерода органического и ионов водорода в определенном слое почвы.

Обнаружили, что лимитирующим фактором повышения урожайности сена естественного травостоя является запас подвижного калия в почве.

Список источников

1. Косолапов В.М., Чернявских В.И., Костенко С.И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. 2022. № 10. С. 3-8.
2. Лытов М.Н. Принципы регулирования потоков и баланса биогенных элементов на мелиорированных землях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3. С. 141-152. с.
3. Воробьев Г.Т. Почвы Брянской области: генезис, свойства, распространение. Брянск: Грани, 1993. 158 с.
4. Просянкин Е.В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // Агрохимический вестник. 2019. № 5. С. 13-17.
5. Урожайность культур, вынос и баланс элементов питания в зернотравяном севообороте / П.А. Постников, В.В. Попова, Е.Ф. Данько, О.В. Васина // Плодородие. 2022. № 3. С. 16-19.
6. Динамика содержания ¹³⁷Cs в кормах сельскохозяйственных животных в районах Брянской области, пострадавших после аварии на ЧАЭС / С.В. Фесенко, П.В. Прудников, Н.Н. Исамов и др. // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 1. С. 104-119.
7. Авария на Чернобыльской АЭС: защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве / С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова, Н.Н. Исамов, О.А. Шубина // Радиационная биология. Радиоэкология. 2021. Т. 61, № 3. С. 261-276.
8. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) / В.Г. Сычев, В.И. Лунёв, П.М. Орлов, Н.М. Белоус. М.: ВНИИА, 2016. 184 с.
9. Просянкин Е.В., Малякко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрохимический вестник. 2021. № 6. С. 45-49.

Информация об авторах

А.Л. Силаев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Н.М. Белоус – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

Information about the authors

A.L. Silaev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

N.M. Belous – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

E.V. Smolsky – 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 04.03.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 28.03.2024..

The article was submitted 04.03.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Силаев А.Л., Белоус Н.М., Смольский Е.В.

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

Научная статья
УДК 635.112/631.81

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СКОРОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ НАНОДОБАВКИ**

¹Игорь Владимирович Москаленко, ¹Елена Владимировна Ноздрачева,
¹Лидия Николаевна Анищенко, ²Светлана Николаевна Поцепай
¹ФГГБОУ ВО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского»,
Брянская область, Брянск, Россия
²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Использование кремнийсодержащей нанодобавки «Ковелос Фиторост» показало стимулирование ростовых и биохимических процессов у культурных растений. По сравнению с контролем наиболее значительно возрастает площадь поверхности листьев выращиваемых растений у злаков – *Triticum aestivum*, *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, особенно значительный эффект наблюдается при концентрации препарата 100 кг/га. В связи с нестабильностью климатических условий вегетационного периода в Нечерноземье РФ, в том числе и частыми засухами, представляется необходимым использование препарата «Ковелос Фиторост» для формирования устойчивого фотосинтетического аппарата культурных растений и ускорение адаптаций к неблагоприятным условиям посредством листовой поверхности. Показано положительное влияние кремнийсодержащего препарата на процессы формирования фотосинтетического аппарата – площади всех листьев, индекса листовой поверхности на ранних и средних стадиях онтогенеза. Наиболее отзывчивыми на обработку препаратом «Ковелос Фиторост» по показателям формирования листовой поверхности оказались семена тыквенных, бобовых культур, злаковых. Отмечена видовая специфичность реакции растений на различные концентрации при предпосевной обработке семян препаратом «Ковелос Фиторост». Биохимические показатели растений – концентрация хлорофиллов как основы интенсивности фотосинтетических процессов – также стимулировались кремнийсодержащим препаратом.

Ключевые слова: морфометрические показатели, содержание хлорофиллов, кремнийсодержащие препараты, сельскохозяйственные культуры, Нечерноземье РФ.

Для цитирования: К вопросу о повышении скорости биохимических процессов у сельскохозяйственных растений при применении кремнийсодержащей нанодобавки / И.В. Москаленко, Е.В. Ноздрачева, Л.Н. Анищенко, С.Н. Поцепай // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 9-13.

Original article

**TO THE QUESTION ON INCREASING THE SPEED OF BIOCHEMICAL PROCESSES
IN AGRICULTURAL PLANTS WHEN USING NANOADDITIVES**

¹Igor' V. Moskalenko, ¹Elena V. Nozdracheva, ¹Lydiya N. Anishchenko, ²Svetlana N. Potsepai
¹Bryansk State University named after acad. I.G. Petrovski, Bryansk, Russia
²Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The use of the silicon-containing nanoadditive Kovelos Phytorst has shown a stimulation of growth and biochemical processes in cultivated plants. Compared to the control, the surface area of the leaves of cultivated plants increases most significantly in cereals - *Triticum aestivum*, *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, a particularly significant effect is observed at a concentration of the preparation of 100 kg/ha. Due to the instability of climatic conditions during the growing season in the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation, including frequent droughts, it seems necessary to use the preparation Kovelos Phytorst to form a stable photosynthetic apparatus of cultivated plants and accelerate adaptation to unfavorable conditions through the leaf surface. The positive effect of a silicon-containing preparation on the processes of forming the photosynthetic apparatus: the area of all leaves, the leaf surface index in the early and middle stages of ontogenesis has been shown. The most responsive to treatment with Kovelos Phytorst in terms of leaf surface formation were the seeds of pumpkin, legumes, and cereals. The variety specificity of plant response to different concentrations during pre-sowing treatment of seeds with Kovelos Phytorst was noted. The biochemical parameters of plants - the concentration of chlorophylls as the basis for the intensity of photosynthetic processes - were also stimulated by a silicon-containing preparation.

Key words: morphometric indicators, chlorophyll content, silicon-containing preparations, crops, Non-Black Soil Zone of the Russian Federation.

For citation: On the question of increasing the speed of biochemical processes in agricultural plants when using nanopreparations / I.V. Moskalenko, E.V. Nozdracheva, L.N. Anishchenko, S.N. Potsepai // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 9-13.

Введение. Использование синтетических нанопрепаратов воздействует на биохимические показатели сельскохозяйственных культур, определяет скорость фотосинтеза и создает основу для увеличения продуктивности [1-5, 7]. Косвенно минеральные добавки, вносимые при агротехнологических мероприятиях, повышают устойчивость растений к стрессу. Для условий Нечерноземья в Среднем Подесеньи (Брянской области) использовался синтетический аморфный диоксид кремния «Ковелос Фиторост».

Изучение влияния кремнийсодержащих удобрений на продукционные процессы овощных, бобовых и зеленных культур позволит сократить затраты на выращивание рассады, повысить качество готовой продукции, развить устойчивое сельскохозяйственное производство. Интерес к использованию кремнийсодержащих удобрений связан также и с экологической безопасностью препаратов.

Цель исследований – выявить особенности накопления хлорофилла, динамику морфометрических показателей сельскохозяйственных культур при использовании кремнийсодержащих препаратов для целей оптимизации растениеводства.

Материалы и методы исследования. Семена культурных растений проращивали в рулонах (ГОСТ 12038-84). Определяли метрические признаки проростков однолетних растений: вычисляли площадь листьев растений (S), см², рассчитывали индекс площади листьев (ИПЛ), м²/м². Все эксперименты проводили в пятикратной повторности в числе семян 100 штук, использовали чашки Петри. Особенности прорастания изучали через 72 и 96 часов, 144 и 216 часов. Определение суммы хлорофиллов (хлорофилла а и b) по общепринятой методике спектрофотометрическим методом (ГОСТ Р 51485-99 Семена рапса. Определение содержания хлорофилла спектрометрическим методом. М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. 8 с.). Препарат «Ковелос Фиторост» подготавливали для опытов в разных концентрациях. В мерные колбы объемом 1л помещали аморфный диоксид кремния в дозах 0, 0,03, 0,05, 0,1, 0,7 и 1 г на сосуд, что соответствовало 0, 30, 50, 100, 500, 700 и 1000 кг/га (в почве). В почву опытных делянок вносили аналогичные концентрации препарата «Ковелос Фиторост». Статистическую обработку данных проводили в пакете Microsoft Office Excel 2010, использовали общепринятые статистические параметры (Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований влияния аморфного диоксида кремния (в препарате «Ковелос Фиторост») на морфометрические (табл. 1, 2) и биохимические показатели культурных растений (табл. 3, 4).

Таблица 1 – Показатели площади листьев, см² и индекса площади листьев, м²/м² у некоторых молодых вегетирующих растений при обработке кремнийсодержащим удобрением

Показатель \ Культура	Triticum aestivum	Secale cereale	Avena sativa	Hordeum vulgare	Zea mays	Pisum sativum
Концентрация аморфного диоксида кремния 0 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	10,1±0,6/ 1,18±0,2	10,5±0,4/ 1,24±0,2	10,7±0,4/ 1,43±0,2	10,9±0,4/ 1,26±0,2	12,8±0,5/ 1,87±0,3	8,3±0,5/ 1,36±0,2
Концентрация аморфного диоксида кремния 30 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	12,4±0,5/ 1,21±0,3	12,1±0,5/ 1,74±0,2	11,9±0,5/ 1,52±0,3	11,6±0,5/ 1,74±0,2	12,8±0,7/ 2,26±0,3	8,9±0,5/ 1,5±0,2
Концентрация аморфного диоксида кремния 100 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	14,8±0,6/ 2,57±0,3	15,8±0,7/ 2,71±0,4	15,4±0,7/ 2,74±0,3	15,4±0,7/ 2,71±0,3	14,9±0,7/ 2,88±0,3	9,5±0,5/ 1,9±0,3
Концентрация аморфного диоксида кремния 700 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	15,9±0,9/ 2,99±0,4	16,6±0,9/ 3,21±0,4	15,9±0,8/ 3,11±0,3	16,1±0,7/ 3,10±0,3	15,9±0,9/ 3,54±0,3	10,4±0,6/ 2,11±0,3
Концентрация аморфного диоксида кремния 1000 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	16,4±0,9/ 3,10±0,4	16,9±0,9/ 3,43±0,5	16,6±0,8/ 3,19±0,4	16,8±0,9/ 3,28±0,3	17,5±0,9/ 3,99±0,3	11,9±0,6/ 2,76±0,3

Синтетический препарат «Ковелос Фиторост» влияет на формирование фотосинтетического аппарата растений, которые можно высчитать мерным способом, в частности, определив площадь

поверхности листьев и индекс листовой поверхности для каждого вида. Выявлена общая тенденция роста площади поверхности листьев овощных, злаковых, зеленных, бобовых и тыквенных культур: она прослеживается при внесении изучаемых доз синтетического диоксида кремния в почвогрунт.

Таблица 2 – Показатели площади листьев, см² и индекса площади листьев, м²/м² у некоторых молодых вегетирующих растений при обработке кремнийсодержащим удобрением

Показатель \ Культура	Phaseolus vulgaris	Cucumis sativus	Lycopersicum esculentum	Raphanus sativus	Cucurbito pepo*	Cucurbito pepo**
Концентрация аморфного диоксида кремния 0 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	9,2±0,6/ 2,11±0,3	15,7±0,8/ 2,67±0,3	13,1±0,5/ 1,94±0,2	12,1±0,9/ 2,33 ±0,3	18,8±0,9/ 3,24 ±0,4	17,3±0,8/ 2,96 ±0,3
Концентрация аморфного диоксида кремния 30 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	10,4±0,6/ 2,58±0,3	16,5±0,8/ 2,99±0,3	13,9±0,7/ 2,42±0,3	12,9±0,8/ 2,97 ±0,3	19,6±1,0/ 3,87 ±0,4	18,1±0,9/ 3,16 ±0,4
Концентрация аморфного диоксида кремния 100 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	10,9±0,6/ 2,93±0,3	17,4±0,9/ 3,62±0,3	16,8±0,9/ 3,97±0,4	13,7±0,7/ 3,35 ±0,3	22,1±1,7/ 4,73 ±0,4	21,8±1,2/ 3,99 ±0,4
Концентрация аморфного диоксида кремния 700 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	11,5±0,7/ 3,23±0,3	18,1±1,0/ 3,99±0,4	17,5±0,9/ 4,11±0,4	14,3±0,9/ 3,67 ±0,3	23,5±1,6/ 5,95 ±0,5	22,5±1,3/ 4,15 ±0,5
Концентрация аморфного диоксида кремния 1000 кг/га						
S / ИПЛ, М±m	12,3±0,7/ 3,54±0,3	18,9±1,1/ 4,12±0,4	18,9±0,9/ 4,92±0,4	15,1±0,9/ 3,67 ±0,3	26,9±1,9/ 6,91 ±0,5	24,7±1,8/ 4,98 ±0,6

Примечание: *Cucurbito pepo (тыква посевная), **Cucurbito pepo (кабачок посевной).

Установлено, что по сравнению с контролем наиболее значительно возрастает площадь поверхности листьев выращиваемых растений у злаков: *Triticum aestivum*, *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, особенно значительный эффект наблюдается при концентрации препарата 100 кг/га (табл. 1), также этот эффект выявлен для представителей семейства тыквенные – *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo* (тыква посевная), *Cucurbita pepo* (кабачок посевной) (табл. 2).

При любых концентрациях «Ковелос Фиторост» также зарегистрировано увеличение индекса листовой поверхности: наиболее значительно он изменился при концентрации препарата 100 кг/га для злаков и овощных культур семейства тыквенные. При концентрациях синтетического аморфного диоксида кремния в 1000 кг/га для овощных культур – *Cucurbita pepo* (тыква посевная), *Cucurbita pepo* (кабачок посевной) – рассчитаны наибольшие показатели ИПЛ, т.е. их увеличение (табл. 2).

Таким образом, «Ковелос Фиторост» стимулирует рост надземной биомассы побега – листьев, которым принадлежит наибольшая роль в формировании биологического урожая и опосредованно, развитие растений, обеспечивающих впоследствии цветение, плодоношение и развитие подземной биомассы. Установлено, что аморфный диоксид кремния избирательно, в зависимости от видовой принадлежности растений, оказывает влияние на увеличение площади листьев и ИПЛ. В связи с нестабильностью климатических условий вегетационного периода в Нечерноземье РФ, в том числе и частыми засухами, представляется необходимым использование препарата «Ковелос Фиторост» для формирования устойчивого фотосинтетического аппарата культурных растений и ускорение адаптаций к неблагоприятным условиям посредством листовой поверхности.

Продуктивность растений также напрямую определяется содержанием в листьях хлорофиллов, фотосинтетических пигментов, которые являются важным субстратом фотосинтеза. Накопление и формирование пигментов зависит от ряда климатических и почвенно-грунтовых условий, которые в зоне рискованного земледелия – Нечерноземье РФ ограничивают продуктивность растений в целом. В целом же соотношение пигментов хлорофилльной группы определяет фотосинтетическую теорию продуктивности растений. Содержание пигментов – хлорофилла а и хлорофилла b (мг/г) отражено в таблице 3, 4.

Установлено, что использование кремнийсодержащего препарата в предпосевной обработке семян при возрастающей концентрации биодобавок закономерно увеличивает концентрацию фотосинтетических пигментов в побегах культурных растений: наибольшие концентрации хлорофиллов диагностировалось при концентрации диоксида кремния в 700 кг/га, так же как и витамина С. В биомассе побегов всех изученных культурных растений в наибольшей степени повышается концентрация хлорофилла, а по сравнению с концентрацией хлорофилла b.

Таблица 3 – Значения концентрации фотосинтетических пигментов хлорофилла *a* и хлорофилла *b* (мг/г) проростков некоторых культурных растений при обработке кремнийсодержащим удобрением (экспозиция 96 часов)

Показатель \ Культура	Triticum aestivum	Secale cereale	Avena sativa	Hordeum vulgare	Zea mays	Pisum sativum
Концентрация аморфного диоксида кремния 0 кг/га						
CX _a / CX _b	11,8±0,6/ 4,5±0,4	10,4±0,6/ 4,1±0,4	10,9±0,6/ 4,7 ±0,4	11,3±0,5/ 4,8±0,4	12,3±0,6/ 5,1±0,4	12,5±0,6/ 5,9±0,4
Концентрация аморфного диоксида кремния 30 кг/га						
CX _a / CX _b	12,6±0,6/ 4,8±0,4	12,0±0,6/ 4,6±0,4	12,2±0,6/ 4,9 ±0,4	12,6±0,6/ 5,2±0,4	12,9±0,7/ 5,6±0,5	13,9±0,7/ 6,2±0,5
Концентрация аморфного диоксида кремния 100 кг/га						
CX _a / CX _b	13,9±0,7/ 4,9±0,5	14,2±0,6/ 4,9±0,5	14,3±0,6/ 5,2 ±0,5	13,8±0,8/ 5,4±0,5	14,5±0,7/ 5,5±0,5	14,6±0,7/ 6,4±0,6
Концентрация аморфного диоксида кремния 700 кг/га						
CX _a / CX _b	15,4±0,9/ 5,3±0,5	15,7±0,8/ 5,0±0,6	15,9±0,7/ 5,4 ±0,5	15,3±0,8/ 5,8±0,6	15,9±0,8/ 5,7±0,5	15,7±0,8/ 6,8±0,6
Концентрация аморфного диоксида кремния 1000 кг/га						
CX _a / CX _b	15,5±0,9/ 5,5±0,5	15,8±0,8/ 5,1±0,6	15,8±0,7/ 5,7 ±0,5	15,5±0,9/ 5,9±0,6	16,2±0,9/ 5,9±0,6	15,9±0,8/ 6,9±0,6

Примечание: CX_a, мг/г – концентрация хлорофилла *a*, CX_b, мг/г – концентрация хлорофилла *b* в побегах экспонируемых растений (колеоптилях злаковых).

Воздействие аморфного диоксида кремния на биологические процессы у культурных растений можно объяснить хорошей поглощаемостью элементов препарата: он состоит из смеси различных полигидросилоксанов и растворяется в воде очень хорошо, превращаясь в доступные для растений формы, быстро встраиваясь в состав почвенного поглощающего комплекса [1,5].

Таблица 4 – Значения концентрации фотосинтетических пигментов хлорофилла *a* и хлорофилла *b* (мг/г) проростков некоторых культурных растений при обработке кремнийсодержащим удобрением (экспозиция 96 часов)

Показатель \ Культура	Phaseolus vulgaris	Cucumis sativus	Lycopersicum esculentum	Raphanus sativus	Cucurbito pepo*	Cucurbito pepo**
Концентрация аморфного диоксида кремния 0 кг/га						
CX _a / CX _b	12,8±0,7/ 5,3±0,4	14,6±0,7/ 6,2±0,5	15,7±0,7/ 4,9±0,4	13,1±0,5/ 3,8±0,3	14,9±0,7/ 6,1±0,5	14,7±0,7/ 6,4±0,4
Концентрация аморфного диоксида кремния 30 кг/га						
CX _a / CX _b	13,4±0,7/ 6,5±0,7	16,2±0,7/ 6,5±0,5	16,5±0,7/ 5,2±0,5	13,9±0,5/ 3,8±0,4	16,9±0,7/ 6,6±0,6	16,7±0,7/ 6,8±0,6
Концентрация аморфного диоксида кремния 100 кг/га						
CX _a / CX _b	15,3±0,7/ 6,8±0,7	18,7±0,9/ 7,1±0,7	17,8±0,9/ 5,7±0,5	14,2±0,8/ 3,9±0,5	19,3±0,7/ 6,9±0,6	19,6±0,9/ 7,2±0,6
Концентрация аморфного диоксида кремния 700 кг/га						
CX _a / CX _b	15,9±0,8/ 6,9±0,7	20,2±1,4/ 7,8±0,7	18,9±1,3/ 5,9±0,5	14,8±0,9/ 4,3±0,5	20,9±1,4/ 7,2±0,6	20,5±1,4/ 7,2±0,6
Концентрация аморфного диоксида кремния 1000 кг/га						
CX _a / CX _b	15,8±0,8/ 7,1±0,7	20,4±1,4/ 7,8±0,7	18,7±1,3/ 6,4±0,6	14,9±0,9/ 4,7±0,6	20,8±1,4/ 7,6±0,6	20,7±1,3/ 7,5±0,7

Примечание: *Cucurbita pepo (тыква посевная), **Cucurbita pepo (кабачок посевной). CX_a.

При внесении «Ковелос Фиторост» в концентрации 700 кг/га выявлено наибольшее содержание концентрации основных фотосинтетических пигментов, особенно хлорофилла для всех выращиваемых культур. При дальнейшем увеличении концентрации аморфного диоксида кремния для всех культур содержание хлорофиллов не изменялось. Содержание пигментов – видовой признак растений, наиболее отзывчивы на внесение «Ковелос Фиторост» злаковые культуры, томаты, овощные культуры семейства тыквенные, бобовые. Наиболее значимое возрастание содержания хлорофилла, а определено для тыквенных культур и злаков: Triticum aestivum, Secale cereale, Avena sativa, Hordeum vulgare, Cucumis sativus, Cucurbita pepo, Cucurbita pepo.

Заключение. Использование кремнийсодержащей нанодобавки «Ковелос Фиторост» выявило стимулирование ростовых и биохимических процессов у культурных растений, наиболее существенно возрастает площадь поверхности листьев у злаковых культур – Triticum aestivum, Secale cereale, Avena sativa, Hordeum vulgare, особенно значительный эффект установили при концентрации 100 кг/га.

Наиболее отзывчивыми на обработку препаратом «Ковелос Фиторост» по показателям формирования листовой поверхности оказались семена тыквенных, бобовых, злаковых культур. Отмечена видовая специфичность реакции растений на различные концентрации при предпосевной обработке семян препаратом «Ковелос Фиторост».

Список источников

1. Медведева Ю.Д., Медведев В.О. Кремнийбиоорганические соединения и области их применения // Современные научные исследования и разработки. 2017. № 7 (15). С. 233-238.
2. Куликова А.Х., Козлова А.В., Смывалов В.С. Влияние кремнийсодержащих материалов на свойства почвы, состояние посевов и урожайность зерновых культур в условиях Среднего Поволжья // Агрохимия. 2019. № 4. С. 60-69.
3. Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Влияние кремнийсодержащей агроруды (диатомита) на урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции // Агрохимия. 2023. № 12. С. 57-66.
4. Матыченков И.В. Подвижные кремниевые соединения в системе почва-растение и методы их определения // Вестник Московского университета. 2016. № 3. С. 37-46.
5. Дорофеева М.М., Бонецкая С. А. Сравнительный анализ некоторых классических и современных методик определения площади листовой поверхности // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56, № 2. С. 182-192.
6. Reduction in nutrient leaching from sandy soils by Si-rich materials: Laboratory, greenhouse and field studies / V. Matichenkov [et al.] // Soil and Tillage Research. 2020. Vol. 196. С. 104–450.
7. Etesami H., Adl S. M. Can interaction between silicon and non-rhizobial bacteria help in improving nodulation and nitrogen fixation in salinity-stressed legumes? A review // Rhizosphere. 2020. Vol. 15. С. 100–229.

Информация об авторах

И.В. Москаленко, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры географии, экологии и землеустройства, ФГБОУ ВО «Брянский ГУ имени академика И.Г. Петровского», eco_egf@mail.ru

Е.В. Ноздрачева, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, ФГБОУ ВО «Брянский ГУ имени академика И.Г. Петровского», eco_egf@mail.ru

Л.Н. Анищенко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства, ФГБОУ ВО «Брянский ГУ имени академика И.Г. Петровского», lanishchenko@mail.ru

С.Н. Поцепай, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент института экономики и агробизнеса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, snpotsepai@yandex.ru

Information about the authors:

I.V. Moskalenko - Candidate of Biological Sciences, senior lecturer of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky", eco_egf@mail.ru

E.V. Nozdracheva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky", 14a, e-mail: eco_egf@mail.ru

L.N. Anishchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky», e-mail: lanishchenko@mail.ru

S.N. Potsepai - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Institute of Economics and Agribusiness, Bryansk State Agrarian University, snpotsepai@yandex.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 18.01.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 28.03.2024..

The article was submitted 18.01.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Москаленко И.В., Ноздрачева Е.В., Анищенко Л.Н., Поцепай С.Н.

Научная статья

УДК 633.8853.494:631.445.25 (470.333)

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Сергей Александрович Бельченко, ¹Сергей Михайлович Сычев, ¹Галина Петровна Малявко,
¹Владимир Михайлович Никифоров, ¹Наталья Витальевна Милехина,
¹Ирина Дмитриевна Сазонова, ²Александр Васильевич Толченников
¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия
²ЗАО «Август» Брянская область, Супонево, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты биологической и экономической эффективности применения препаратов ЗАО «Август» при возделывании ярового рапса на серых лесных почвах в условиях полевого опыта Брянского ГАУ. В период проведенных исследований (2022-2023 гг.) установлено положительное действие баковой смеси гербицидов: Галион, ВР (0,3 л/га) + Эсток, ВДГ (0,025 кг/га) + Квикстеп, МКЭ (0,8 л/га) обеспечившей биологическую эффективность – 98%, фунгицидных обработок - Колосаль Про, КМЭ (0,6 л/га) и Интрада, СК (0,5 л/га) + Колосаль, СК (0,5 л/га), которые обеспечили 100% эффективность. Обработки растений ярового рапса инсектицидами в фазу 4-6 листьев баковой смесью Борей Нео, СК (0,2 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га), в фазу стеблевания Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га) и в фазу бутонизация - начало цветения Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га) обеспечили эффект по всем вредителям на 100%, кроме капустной моли, при обработке от которой эффективность составила 75%. Благодаря проведенному комплексу мероприятий по защите растений от сорняков, вредителей и болезней, получена урожайность маслосемян ярового рапса на уровне 2,85 т/га, что на 0,43 т/га больше, чем на варианте с применением только гербицидной и инсектицидной обработок. Применение полного комплекса защитных мероприятий от сорняков, вредителей и болезней несмотря на повышение производственных затрат на 5514,76 руб./га, способствовало увеличению условного чистого дохода на 4805,24 руб./га и обеспечению уровня рентабельности 91,7 %.

Ключевые слова: яровой рапс, схема защиты, продуктивность, биологическая и экономическая эффективность.

Для цитирования: Обоснование системы защиты ярового рапса в условиях серых лесных почв Брянской области / С.А. Бельченко, С.М. Сычев, Г.П. Малявко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 14-19.

Original article

JUSTIFICATION OF THE SYSTEM FOR PROTECTION OF SPRING RAPE IN THE CONDITIONS OF GRAY FOREST SOILS OF THE BRYANSK REGION

¹Sergey A. Bel'chenko, ¹Galina P. Malyavko, ¹Sergey M. Sychev, ¹Vladimir M. Nikiforov,
¹Natal'ya V. Milekhina, ¹Irina D. Sazonova, ²Alexandr V. Tolchennikov
¹Bryansk State University, Bryansk region, Kokino, Russia
²CJSC «August», Bryansk region, Suponevo, Russia

Abstract. The article presents the results of the biological and economic efficiency of using preparations of CJSC "August" in the technology of cultivating spring rape on gray forest soils in the conditions of field experience of the Bryansk State Agrarian University. During the research period (2022-2023), the positive effect of herbicides Galion, VR; Estok, VDG; Kvikstep in recommended doses with biological effectiveness - 98% was established, fungicidal treatments – Kolosal' Pro, KME (0.6 l/ha), Borey Neo, SK + Polyfem, Zh (0.2 l/ha + 0.05 l/ha), as well as Intrada, SK (0.5 l/ha) + Kolosal', SK (0.5 l/ha) provided 100% efficiency. Treatments with insecticides Aspid, SK + Polyfem, Zh 0.15 l/ha + 0.05 l/ha provided a 100% effect on all pests, except for the cabbage moth, the treatment of which was 75% effective. The applied system for protecting spring rape with preparations of CJSC "August" during the research period led to the complete destruction of weeds, without giving weeds, diseases and pests the opportunity to cause significant damage to rape plants. Thanks to a set of measures taken to protect against weeds, pests and diseases, the yields of spring rape oil was obtained at the level of 2.8 t/ha. The applied complete protection system for spring rape made it possible to obtain an oilseed yields of 0.43 t/ha more than in the variant using only herbicide and insecticide treatments. The notional net income was 32,720.69 rubles/ha, and the profitability was 91.7%. Thus, the implementation of protective measures against diseases, despite the increase in production costs by 5514.76 rubles/ha, made it possible to increase the notional net income by 4805.24 rubles/ha.

Key words: spring rape, protection scheme, productivity, biological and economic efficiency.

For citation: Justification of the system for protection of spring rape in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region / S.A. Bel'chenko, S.M. Sychyov et al. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 14-19.

Введение. Рапс является одной из наиболее ценных масличных культур, возделываемых в Центральном регионе и юго-западных районах Нечерноземья России. Изучаемая культура обладает довольно

высоким биологическим потенциалом урожайности и высоким содержанием масла – до 45%. Для животноводства он необходим, как источник кормового белка. Содержание белка в зерне ярового рапса составляет 22-25%, в кормовой массе 3-4 %. Кормовое рапсовое масло добавляют в рационы сельскохозяйственных животных и птицы. Маслосемена используют в пищевой промышленности для производства майонезов, маргарина, кондитерских жиров, при выпечке хлеба и др. Подходит оно и для заправки салатов из свежих овощей. По биологической полноценности масло рапса имеет ряд преимуществ по сравнению с другими растительными маслами: кислотное число 1,5 Мг КОН/г; перекисное число 2,0 Ммоль/кг; содержание влаги 0,23 %; цветное число 85 мг йода; нежировые примеси 0,14 %; массовая доля эруковой кислоты около 0,5%. По данным Росстата площади посева ярового рапса в сельскохозяйственных предприятиях всех категорий РФ в 2022–2023 гг. составили от 1,5 до 1,55 млн. га. Урожайность культуры в последние 10–15 лет остается низкой и в целом по стране составляет 1,5–1,8 т/га, несмотря на наличие высокопродуктивных перспективных сортов [1,2].

Многие ученые и практики считают, что при введении в структуру посевных площадей масличных культур, в том числе и ярового рапса наиболее перспективных современных сортов интенсивного типа и внедрение таких элементов адаптивных региональных технологий, как соответствующая защита растений при их возделывании повысят урожайность до 3,5- 4,0 т/га масло-семян. В агроэкологических условиях Брянского региона на серых лесных почвах яровой рапс выращивают на землях предприятий сельскохозяйственного сектора примерно на площади около 16 тыс. га, что составляет 25-35% от всей площади, занятой под масличными культурами.

Немаловажным элементом технологии является система защиты, совершенствование которой позволит не только повысить продуктивность и качественные параметры маслосемян ярового рапса, но и улучшить биологическую и экономическую эффективность возделывания культуры, используя при этом минимализацию агрономических, материально-технических издержек на получение соответствующего уровня урожая [3,4].

Материалы и методы. Исследования выполнены в Брянском ГАУ (2022-2023 гг.) на серых лесных среднесуглинистых хорошо окультуренных почвах, с содержанием гумуса (3,66-3,79 %), подвижных форм фосфора - 300-302 мг/кг почвы и обменного калия – 261-268 мг/кг, рН_{KCl} – 5,5-5,7.

Объект исследований - сорт ярового рапса Новосёл (оригинатор ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса). Основное минеральное удобрение вносили под предпосевную культивацию в форме азофоски (16:16:16) в дозе N₆₀P₆₀K₆₀. Подкормку проводили аммиачной селитрой N₃₀ в фазу 4-5 настоящих листьев. Сев ярового рапса производили универсальной пневматической сеялкой (СПУ-4,2) по классической технологии. Норма высева семян - 5 кг/га. Срок посева – конец II^й - начало III^й декады апреля. Площадь опытной делянки – 200 м², площадь учетной делянки – 50 м². Размещение делянок – систематическое, повторность – трёхкратная. Учет засоренности проводили методом подсчета общего количества сорных растений и определяли их видовой состав. Учет вредителей проводили с помощью рамки размером (25X25 см), которую налагали на почву и производили подсчеты. Закладка опытов и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам. При статистической обработке пользовались методикой Д.А. Доспехова (Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб.—М.: Агропромиздат, 1985. С. 351) и программой SNEDECOR. Урожайность рапса учитывали по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 37. Методические материалы (1989). Уборку урожая осуществляли способом прямого обмолота комбайном «Теггion 2010». Экономическую эффективность рассчитывали согласно рекомендациям.

Схема опыта включала 2 варианта:

1. Контроль (борьба с сорняками и вредителями);
2. Полная система защиты.

На первом варианте опыта (контроль) проводили борьбу с сорняками и вредителями. На 2-ом варианте дополнительно применяли фунгициды.

Цель исследования - оценка биологической, хозяйственной и экономической эффективности применения системы защиты ярового рапса.

Задачами исследования предусмотрено:

- определить биологическую эффективность применяемой системы защиты ярового рапса;
- изучить влияние системы защиты ярового рапса на урожайность маслосемян;
- провести экономическую оценку эффективности применения препаратов АО Фирмы «Август» при возделывании ярового рапса.

Система защиты представлена препаратами АО Фирмы «Август» для борьбы со следующими группами целевых объектов:

1. Сорные растения (вариант 1 и вариант-2). Для борьбы с сорняками применяли баковую смесь гербицидов Галион, ВР (0,3 л/га) + Эсток, ВДГ (0,025 кг/га) + Квикстеп, МКЭ (0,8 л/га). Способ обработки – наземное опрыскивание; тип опрыскивателя – ОП – 2000; расход рабочей жидкости – 200 л/га; фаза развития культуры в момент обработки – 4-5 листьев; фаза развития сорняков – 2-4 листа.

Вредные объекты, против которых применялись препараты: – марь белая, пикульник обыкновенный, ромашка полевая, щетинник, куриное просо.

2. Вредители (вариант 1 и вариант-2). Для борьбы с вредителями применяли 3 инсектицидных обработки: 1) в фазу 4-6 листьев баковой смесью Борей Нео, СК (0,2 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га); 2) стеблевания - Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га) и 3) бутонизация - начало цветения - Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га). Способ обработки – наземное опрыскивание; тип опрыскивателя – ОП-2000; расход рабочей жидкости – 200 л/га. Вредные объекты – крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, капустная моль, рапсовый семенной скрытнохоботник.

3. Болезни (вариант-2). Для борьбы с болезнями проводили 2 фунгицидных обработки. В фазу стеблевания применяли фунгицид Колосаль Про, КМЭ (0,6 л/га), в фазу бутонизации – начало цветения баковую смесь фунгицидов Интрада, СК (0,5 л/га) + Колосаль, СК (0,5 л/га). Способ обработки – наземное опрыскивание; тип опрыскивателя – ОП-2000; расход рабочей жидкости – 300 л/га; вредные объекты – альтернариоз, фомоз, мучнистая роса.

Результаты и их обсуждение. В годы исследований (2022-2023 гг.) погодные условия вегетационного периода сложились типичными для Брянской области. Период теплой погоды продолжался с апреля до начала октября. Влагообеспеченность - в пределах средних многолетних значений. При этом в июне и сентябре из-за незначительного количества осадков наблюдалась почвенная засуха. Это слегка отразилось на развитии не только изучаемых культур, но и вредных объектов. В мае средняя температура была на уровне среднемноголетней, а количество выпавших осадков также соответствовало средним многолетним региональным показателям. На посевах сельскохозяйственных культур активно развивались сорняки, болезни и вредители. Июнь характеризовался теплой погодой с продолжительным засушливым периодом. В июне проводились основные защитные мероприятия по яровому рапсу и другим культурам для недопущения гибели растений от вредных объектов и сохранения будущего урожая. В июле средняя температура оказалась чуть ниже средних многолетних значений, а количество осадков в полтора раза меньше нормы. Поэтому в сложившихся условиях требовалось проведение дополнительных мероприятий химической защиты сельскохозяйственных растений.

Исходя из данных метеорологических условий вегетационных периодов 2022 и 2023 годов, можно констатировать, что в целом, сложился оптимальный температурный и водный режим, весьма благоприятный для развития не только культурных растений, но и вредных объектов. Только своевременно проведенные защитные мероприятия, позволили получить на опытных участках высокий урожай.

Для борьбы с сорняками использовали баковую смесь гербицидов Галион, ВР + Эсток, ВДГ + Квикстеп, МКЭ. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гербицидов (среднее за 2022-2023 гг.)

Наименование сорняков	Препараты Галион, ВР + Эсток, ВДГ + Квикстеп, МКЭ				Биологическая эффективность %
	Количество сорняков шт./м ²				
	до обработки	После обработки			
на 10 сутки		на 20 сутки	перед уборкой		
Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>)	2,0	2	0	0	100,0
Щирица (<i>Amaranthus</i>)	1	1у	0	0	100,0
Пикульник обыкновен. (<i>Galeopsis tetrahit</i>)	2	2у	2у	1у	98,0
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine L.</i>)	2	2у	1у	0	100,0
Ромашка полевая (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	5	5у	1у	0	100,0
Щетинник (<i>Setaria Beauv</i>)	1,3	0	0	0	100,0
Куриное просо (<i>Echinochloa crusgalli L.</i>)	12	12у	0	0	100
Итого	27	27у	4у	1у	98

После применения гербицидов все сорные растения погибли, за исключением отдельных растений пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit*), которые были угнетены и находились в нижнем

ярус. Биологическая эффективность баковой смеси составила 98 %. Уцелевшие сорняки конкуренции растениям рапса за питательные вещества, влагу и освещение не составляли. Выживание этих растений пикульника можно объяснить тем, что на момент обработки гербицидами они уже находились в стадии 3-4 листьев и частично были прикрыты основной культурой, т.е. им не досталась полная доза гербицида.

В годы исследования альтернариоз (*Alternaria solani*), фомоз (*Leptosphaeria maculans* (Desm.) и мучнистая роса (*Erysiphe communis* Grev.) имели небольшое распространение. Использование фунгицидов в рекомендованных нормах позволило сдержать распространение и развитие болезней практически до начала уборки. Своевременно проведенные фунгицидные обработки сработали на 100%, при этом не позволили развиваться этим наиболее вредоносным заболеваниям рапса. Только к началу созревания стручков вновь проявились признаки альтернариоза и кое-где мучнистой росы (табл. 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения фунгицидов (среднее за 2022-2023 гг.)

Болезни	Препараты: Колосаль Про, КМЭ - 0,6 л/га; Интрада, СК – 0,5 л/га + Колосаль, СК – 0,5 л/га				
	распространение болезни, %			биологическая эффективность, %	
	до обработки	после обработки		на 10 сутки	на 20 сутки
		на 10 сутки	на 20 сутки		
Альтернариоз (<i>Alternaria solani</i>)	5	5	5	100	100
Фомоз (<i>Leptosphaeria maculans</i> (Desm.))	1	1	1	100	100
Мучнистая роса (<i>Erysiphe communis</i> Grev.)	3	3	3	100	100

Для защиты посевов ярового рапса от комплекса вредителей потребовалось проведение 3-х химических обработок инсектицидами, в том числе и от капустной моли (табл. 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность применения инсектицидов (среднее за 2022-2023 гг.)

Наименование вредителей	Количество вредителей экз./раст.		Биологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки на 3-5 день	
Борей Нео, СК (0,2 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га)			
Крестоцветные блошки (<i>Psylliodes chrysocephalus</i> (L.))	8	0	100
Результаты учета вредителей до 2-ой обработки			
Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га)			
Капустная моль (<i>Plutella xylostella</i>)	4	1	75
Рапсовый семенной скрытнохоботник (<i>Ceutorhynchus assimilis</i>)	1	0	100
Рапсовый цветоед (<i>Meligethes aeneus</i>)	6	0	100
Крестоцветные блошки (<i>Psylliodes chrysocephalus</i> (L.))	3	0	100
Результаты учета вредителей до 3-й обработки			
Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га)			
Рапсовый семенной скрытнохоботник (<i>Ceutorhynchus assimilis</i>)	1	0	100
Рапсовый цветоед (<i>Meligethes aeneus</i>)	3	0	100

Погодные условия 2022 года по сравнению с 2023 годом благоприятствовали развитию вредителей рапса, в том числе капустной моли. Применение препарата Аспид, СК сыграло ключевую роль в уничтожении этого вредителя. По нашим наблюдениям погибали в основном гусеницы. Количество бабочек снижалось, но через 2-3 дня их популяция визуально восстанавливалась. Приходилось повторять обработку. Тем не менее, принимаемые меры не позволили нанести вред растениям ярового рапса и позволили при применении схемы защиты рапса получить полноценный урожай маслосемян (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность ярового рапса (среднее за 2022-2023 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к контролю, т/га
1. Контроль	2,42	-
2. Полная система защиты	2,85	0,43
НСР ₀₅		0,134

На контрольном варианте, где применяли гербицидную и инсектицидные обработки, получена урожайность 2,42 т/га. Применение полной системы защиты обеспечило получение урожайности маслосемян рапса на уровне 2,85 т/га с достоверной прибавкой урожайности, достигающей 0,43 т/га.

Экономическая эффективность применяемой системы защиты показана в таблице 5.

Таблица 5 – Экономическая эффективность

Показатель	Контроль	Полная система защиты
Урожайность, т/га	2,42	2,85
Цена реализации маслосемян, руб/т	24000	24000
Стоимость урожая, руб/га	58080	68400
Производственные затраты, руб/га	30164,55	35679,31
Условный чистый доход, руб/га	27915,45	32720,69
Рентабельность, %	92,5	91,7

При урожайности ярового рапса на уровне 2,42 т/га (вариант-1) и цене реализации маслосемян 24000 руб./т, стоимость урожая составила 58080 руб./га, а производственные затраты на получение такого уровня урожайности - 30164,55 руб./га. Таким образом, условный чистый доход на контрольном варианте был на уровне 27915,45 руб./га, рентабельность 92,5%.

При использовании в системе защиты растений ярового рапса дополнительно фунгицидных обработок, средняя урожайность достигла уровня 2,85 т/га, стоимость урожая – 68400 руб./га. Несмотря на повышение производственных затрат на этом варианте до 35679,31 руб./га, возрос условный чистый доход на 4805,24 руб./га и составил 32720,69 руб./га, рентабельность 91,7 %.

Заключение. Применяемая система защиты ярового рапса в период проведенных исследований привела к полному уничтожению сорной растительности. Комплексная система мероприятий по защите растений от сорняков, вредителей и болезней способствовала получению урожая маслосемян на уровне 2,85 т/га, что на 0,43 т/га больше, чем на варианте с применением только гербицидной и инсектицидной обработок.

Для борьбы с сорными растениями в посевах ярового рапса на серых лесных почвах отмечено положительное действие баковой смеси гербицидов Галион, ВР (0,3 л/га) + Эсток, ВДГ (0,025 кг/га) + Квикстеп, МКЭ (0,8 л/га) (биологическая эффективность – 98%). Фунгицидные обработки Колосаль Про, КМЭ (0,6 л/га), а также Интрада, СК (0,5 л/га) + Колосаль, СК (0,5 л/га) оказали сдерживающее воздействие на распространение и развитие болезней практически до начала уборки и обеспечили биологическую эффективность на 100%. Обработки инсектицидами: в фазу 4-6 листьев баковой смесью Борей Нео, СК (0,2 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га), в фазу стеблевания - Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га) и в фазу бутонизация - начало цветения - Аспид, СК (0,15 л/га) + Полифем, Ж (0,05 л/га) обеспечили эффективность по всем вредителям на 100%, кроме капустной моли, при обработке от которой эффективность составила 75%.

При расчете экономической эффективности полной системы защиты несмотря на увеличение производственных затрат на 5514,76 руб./га, возрос условный чистый доход на 4805,24 руб./га и составил 32720,69 руб./га, а рентабельность 91,7 %, что подтверждает целесообразность её применения, как одного из элементов по совершенствованию интенсивной технологии возделывания ярового рапса в условиях серых лесных почв Брянской области.

Список источников

1. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы / Т.В. Воловик, Т.С. Шпаков, А.Д. Кабашов и др. // Кормопроизводство. 2020. № 10. С. 3-8.
2. Динамика развития агропромышленного комплекса (на примере Брянской области – 2022, 2023 годы) / С.М. Сычев, С.А. Бельченко, Г.П. Малякко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1. С. 3-9.
3. Торики В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрехимические и экологические основы адаптивного земледелия. СПб.: Лань, 2022. 228 с.
4. Торики В.Е., Торики В.В., Воробей И.И. Интегрированная система защиты посевов озимого и ярового рапса, кукурузы и озимой пшеницы от сорняков, вредителей и болезней // Вестник Брянской ГСХА. 2013. № 4. С. 18-20.

Информация об авторах:

С.А. Бельченко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, e-mail: sabel032@ Rambler.ru

С.М. Сычев - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Г.П. Малявко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

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

И.Д. Сазонова - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства ВО Брянский ГАУ.

А.В. Толченников - кандидат сельскохозяйственных наук, АО Фирма «Август», a.tolchenikoff@inbox.ru

Information about the authors:

S.A. Bel'chenko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, sabel032@rambler.ru

S.M. Sychyov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production at Bryansk, Bryansk State Agrarian University.

G.P. Malyavko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology Bryansk State Agrarian University.

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

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

I.D. Sazonova - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

A.V. Tolchennikov - Candidate of Agricultural Sciences, CJSC Firm "August", a.tolchenikoff@inbox.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 19.02.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 19.02.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Бельченко С.А., Сычёв С.М., Малявко Г.П., Никифоров В.М., Милехина Н.В., Сазонова Н.Д., Толченников А.В.

Научная статья
УДК 633.15:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

Татьяна Анатольевна Наливайко, Владимир Ефимович Ториков
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Изучены особенности формирования урожайности зерна кукурузы в зависимости от количества внесенного компоста на основе куриного помёта в смеси с минеральными удобрениями. На всех вариантах опыта общим фоном было весеннее внесение азотных удобрений из расчета N д.в. - 90 кг/га. По результатам проведенных производственных опытов в 2020-2022 гг., прослеживалась тенденция получения стабильных урожаев зерна при использовании компоста на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ по 200 кг/га. В 2020 году урожайность зерна кукурузы в пересчете на стандартную влажность на этом варианте опыта составила 9,2 т/га. В 2022 году была максимальной – по 10,1 тонн зерна с 1 га. На варианте внесения компоста по 40 т/га на основе куриного помёта + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета 250 кг/га урожайность зерна была несколько ниже, но она находилась в пределах наименьшей существенной разности. При внесении куриного компоста без добавления минеральных удобрений урожайность зерна во все годы полевых опытов колебалась незначительно и находилась в диапазоне – от 8,2 до 8,7 т/га. Использование комплексных органо-минеральных удобрений на основе куриного компоста + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета 200 кг/га, позволяет снизить себестоимость зерна, за счёт повышения его урожайности и снижения затрат на покупку дорогостоящих минеральных удобрений.

Ключевые слова: кукуруза, минеральные удобрения, компост на основе куриного помёта, урожайность зерна.

Для цитирования: Наливайко Т.А., Ториков В.Е. Эффективность внесения органо-минеральных удобрений на посевах кукурузы // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 20-23.

Original article

THE EFFECTIVENESS OF APPLYING ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON CORN SOWINGS

Tat'yana A. Nalivaiko, Vladimir E. Torikov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The peculiarities of the formation of corn grain yields depending on the amount of compost based on chicken manure mixed with mineral fertilizers have been studied. In all variants of the experiment, the common background was the spring application of nitrogen fertilizers at the rate of N a.s. - 90 kg/ha. According to the results of the conducted production experiments in 2020-2022, there was a tendency to obtain stable grain yields when using compost based on chicken manure at the rate of 40 t/ha + N₁₀P₂₀K₃₀ 200 kg/ha. In 2020, the yields of corn grain in terms of standard humidity in this variant of the experiment was 9.2 t/ha. In 2022, it was the maximum – 10.1 tons of grain per 1 hectare. In the variant of composting 40 t/ha based on chicken manure + N₁₀P₂₀K₃₀ at the rate of 250 kg/ha, grain yields was slightly lower, but it was within the smallest significant difference. When applying chicken compost without adding mineral fertilizers, grain yields fluctuated slightly in all years of field experiments and ranged from 8.2 to 8.7 t/ha. The use of complex organo-mineral fertilizers based on chicken compost + N₁₀P₂₀K₃₀ at the rate of 200 kg / ha, reduces the cost of grain by increasing its yields and reducing the cost of buying expensive mineral fertilizers.

Keywords: corn, application, mineral fertilizers, compost based on chicken manure, grain yields.

For citation: Nalivaiko T.A., Torikov V.E. The effectiveness of organic and mineral fertilizers on corn crops, the effectiveness of applying organic and mineral fertilizers on corn crops // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 20-23.

Введение. Кукуруза является одной из важнейших кормовых культур в мировом земледелии. В основном её выращивают на зерно и для производства других видов кормов: силос и корнаж.

Зерно кукурузы преимущественно используется на корм скоту и птице, в последние годы растут объёмы его применения для получения крахмала, спирта и растительного масла. По мнению академика В.С. Сотченко выявлена важная роль и значение зерна кукурузы в экономике, повышении продовольственной безопасности страны [1].

В повышении урожайности зерна и его качества внесение органических удобрений оказывает положительное влияние на структуру почвы, жизнедеятельность почвообитающих макро- и микроор-

ганизмов, водный и воздушные режимы. Одновременно они являются источниками питательных веществ, которые кукуруза использует лучше, чем зерновые культуры [2,3].

При возделывании кукурузы важно удовлетворить потребность растений в необходимом количестве и оптимальном соотношении основных элементов питания и микроэлементов. Кукуруза на создание 1 ц зерна с соответственным количеством листостебельной массы усваивает в среднем 2,4-3,0 кг азота, 1,0-1,2 кг фосфора и 2,5-3,0 кг калия [4].

Реализация потенциальной продуктивности кукурузы возможна при внесении органических (навоз и куриный помет) и минеральных удобрений.

Важно отметить, что в курином помете имеется большое количество микроэлементов. Куриный помет, как полное быстродействующее органическое удобрение, содержит в легкодоступной для растений форме до 1,6% азота, 1,5% фосфора и 0,8% калия на сырое вещество.

Содержание азота, фосфора и калия в птичьем помете резко меняется в зависимости от количества и качества корма: чем более концентрированный корм получает птица, тем больше питательных веществ содержится в помете.

Азот в помете находится главным образом в форме мочевой кислоты, которая быстро разлагается с образованием аммиака. При неправильном хранении помета в результате улетучивания аммиака происходят большие потери азота, достигающие 50% и более за 1,5 - 2 мес. Для сохранения азота в помете лучше всего применять в птичниках сухую торфяную подстилку, которая поглощает выделяющийся из помета аммиак, или хранить его в смеси с торфом. Сырой помет смешивают с торфяной крошкой (на 4 - 5 частей помета 1 часть торфа), смесь подсушивают на воздухе и хранят под навесом.

Хорошо сохраненный компост из птичьего помета - ценное удобрение, дающее высокие прибавки урожая сельскохозяйственных культур. Его можно применять под все культуры в качестве основного удобрения в норме 2 - 5 т на 1 га с заделкой под плуг, а также в меньших нормах в подкормку пропашных культур с заделкой соответственно бороной и культиватором при междурядных обработках.

Доза сырого помета в подкормки 8 - 10 ц на 1 га, для жидкой подкормки применяется вдвое меньшая норма сухого помета при разбавлении водой в 6 - 7 раз [4].

Целью научно-исследовательской работы являлось изучение эффективности применения компоста на основе куриного помёта, для дальнейшего снижения вносимых норм минеральных удобрений, при сохранении тенденции увеличения урожайности при возделывании кукурузы на зерно.

Материалы и методика исследования. Исследования проводили в полевом производственном опыте ООО «Брянская мясная компания» в Выгоничском районе, расположенном в 29 км юго-запада города Брянска. В программу исследования на 2020-2022 гг. включалось изучение особенности формирования уровня урожайности зерна кукурузы (в пересчёте на стандартную влажность) в зависимости от норм вносимых органо-минеральных удобрений на основе компоста из куриного помёта.

На всех вариантах опыта общим фоном было весеннее внесение азотных удобрений из расчета N д.в. - 90 кг/га.

Вариант 1 включал внесение куриного компоста по 60 т/га без минеральных удобрений; вариант 2 - внесение компоста по 40 т/га на основе куриного помёта + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета 200 кг/га; вариант 3 - внесение компоста по 40 т/га на основе куриного помёта + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета 250 кг/га.

Во все годы исследований высевали гибрид - МАС 24Ц. Все технологические операции производили согласно рекомендациям регламентам по возделыванию кукурузы на зерно [2,3]. Предшественником кукурузы во все годы исследований была кукуруза на зерно.

Почвы опытного участка - дерново-подзолистые легкосуглинистые. Агрохимический анализ почвенных образцов выполнен в «Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский». Агрохимические показатели почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Агрохимические показатели почвы опытного участка

Год	pH солевой вытяжки	P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	Гумус, % (по Тюрину)
2020	5,1	305,3	335,9	0,97
2021	5,3	309,5	340,3	0,99
2022	5,6	312,4	355,1	1,12

Агротехнологические операции проводили в оптимальные сроки согласно рекомендациям регламента по возделыванию сельскохозяйственных культур, перечень которых представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Агротехнологические операции, проведенные на опытном участке

Удобрения/ технологические операции	Компост на основе куриного помета - NPK (10:20:30) - 250, 200 кг/га	Технологические параметры
Осенняя обработка почвы	дискование Grigoire Besson VSL	на глубину 25-30 см
Весенние работы	внесение азотных удобрений из расчета N д.в. - 90 кг/га	
Предпосевная обработка почвы: дискование и культивация в 2 следа	Джон Дир 2623 (дисковая борона)	на глубину 12-15 см
	культиватор Салфорд 9	на глубину 4-6 см
Посев	сеялка JB – 24-х рядная	на глубину 4-5 см
Обработка гербицидом	до всходов - Люмакс 4 л/га	

В отобранных образцах почв, после пробоподготовки, были определены: гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); кислотность рН_{сол.} по ГОСТ 26483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО»; кислотность рН_{вод.} по ГОСТ 26423-85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки»; содержание нитратного азота по ГОСТ 26591-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом; подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84).

Фенологические наблюдения проводили по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), статистическую обработку - по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований и их обсуждение. На протяжении трёх исследуемых лет нами на опытном участке ООО «Брянская мясная компания» Выгоничского района АХ «Мираторг» было организовано изучение действия норм внесенного компоста на основе куриного помёта на формирование урожайности зерна кукурузы.

С этой целью в полевых опытах были выделены вариант 1 - внесение куриного компоста из расчета 60 т/га в чистом виде без добавления минеральных удобрений; вариант 2 - компост на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ по 200 кг/га; вариант 3 - компост на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ по 250 кг/га.

По результатам проведенных полевых опытов прослеживалась чёткая тенденция получения стабильных урожаев зерна при использовании компоста на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ по 200 кг/га (табл. 3).

Так, в среднем за годы опытов урожайность зерна кукурузы в пересчете на стандартную влажность на втором варианте опыта, где был внесен компост по 40 т/га на основе куриного помёта + N₁₀P₂₀K₃₀ по 200 кг/га, составила 9,27 т/га, тогда как в 2022 году она была максимальной – 10,1 т/га.

Таблица 3 - Урожайность зерна кукурузы в зависимости от нормы внесения компоста на основе куриного помёта, т/га

Вариант опыта	2020 год	2021 год	2022 год	в среднем	прибавка к контролю
1. Компост на основе куриного помёта из расчета 60 т/га без внесения минеральных удобрений (контроль)	8,5	8,7	8,2	8,47	
2. Компост на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N ₁₀ P ₂₀ K ₃₀ по 200 кг/га	9,2	8,5	10,1	9,27	+0,80
3. Компост на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N ₁₀ P ₂₀ K ₃₀ по 250 кг/га	9,0	8,4	8,7	8,70	+0,23
НСР ₀₅	0,26	0,28	0,30		

На вариантах опыта внесение компоста по 40 т/га на основе куриного помёта + N₁₀P₂₀K₃₀ по 250 кг/га в среднем урожайность зерна была несколько ниже и составила 8,7 т/га, что выше на 0,23 т/га по сравнению с контролем и находилась в интервале наименьшей существенной разницы полученных данных по урожайности зерна кукурузы.

При внесении куриного компоста без добавления минеральных удобрений (вариант 1) урожайность зерна во все годы полевых опытов колебалась незначительно и находилась в диапазоне – от 8,2 до 8,7 т/га.

Итак, нами было установлено, что применение компоста на основе куриного помёта из расчета 60 т/га без внесения минеральных удобрений было равноценно использованию компоста на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ по 250 кг/га. Однако, экономически наиболее выгод-

ным агроприемом оказался вариант 2, где был внесен компост на основе куриного помёта из расчета 40 т/га + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета по 200 кг/га (табл. 4).

Таблица 4 - Экономическая эффективность производства зерна кукурузы при внесении компоста на основе куриного помёта

Наименование показателей	Варианты опытов		
	1	2	3
Урожайность зерна в средн. за годы опытов, (т/га)	8,47	9,27	8,70
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	76230	83430	78300
Производственные затраты на 1 га, руб.	35421	36957	37175
Производственная себестоимость 1 т зерна, руб.	4181,9	3986,7	4272,9
Условно чистый доход с 1 га, руб.	40809	46473	41125
Рентабельность производства, %	115,2	125,7	110,6

Этот вариант обеспечил наиболее высокий условно чистый доход с 1 га (46473 руб.) и рентабельность производства зерна кукурузы – 125,7%.

Итак, использование комплексных органоминеральных удобрений на основе куриного компоста + N₁₀P₂₀K₃₀ из расчета 200 кг/га, позволило снизить себестоимость произведенной продукции за счёт повышения урожайности зерна и затрат на покупку минеральных удобрений.

Список источников

1. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России: монография / В.Е. Ториков, С.А. Бельченко, А.В. Дронов и др. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 208 с.
2. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Ланцев В.В. Эффективность возделывания гибридов кукурузы на юго-западе России // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 1. С. 18-23.
3. Продуктивный потенциал, структура урожая зерна при возделывании раннеспелых и средне-ранних гибридов кукурузы на юго-западе Центрального Нечерноземья / А.В. Дронов, С.А. Бельченко, В.В. Мамеев и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 3-9.
4. Сравнительная урожайность зерна и его структура гибридов кукурузы раннеспелой группы в условиях серых лесных почв Брянской области / А.В. Дронов, С.А. Бельченко, А.А. Митрошина, Д.Г. Сверчков // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5 (93). С. 10-17.
5. Бельченко С.А., Дронов А.В., Ланцев В.В. Адаптивный и продуктивный потенциал средне-ранних гибридов кукурузы на зерно в агроландшафтных условиях Брянской области // Вестник Ульяновской ГСХА. 2021. № 2 (54).
6. Оценка эффективности применения комплексных удобрений при возделывании кукурузы на зерно / О.А. Нестеренко, А.В. Дронов, В.В. Мамеев и др. // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 6. С. 20-27.
7. Полянский А.Л., Малышева Е.В., Мязин Н.Г. Оценка применения минеральных удобрений под кукурузу при возделывании на зерно в Западной части ЦЧР // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 6 (100). С. 36-41.

Информация об авторах:

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

В.Е. Ториков – главный научный сотрудник кафедры агрономии, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@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.E. Torikov - Chief Researcher of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University, torikov@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 14.03.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 31.01.2024 .

The article was submitted 14.03.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Наливайко Т.А., Ториков В.Е.

Научная статья
УДК 633.32

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КОРМОВОЙ МАССЫ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ВТОРОГО ГОДА ЖИЗНИ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ СХЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

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

Аннотация. Для агроклиматических условий Нечернозёмной зоны клевер луговой одна из наиболее распространенных кормовых культур. Современный сортимент клевера лугового достаточно разнообразен и актуальным является изучение реакции сортов на применение интенсивного (трехукосного) режима. Цель работы – изучение параметров формирования урожая кормовой массы сортов клевера лугового российской и зарубежной селекции при интенсивной (трехукосной) схеме использования. Методы исследования: полевые и лабораторные. Опыт проводился в 2022-2023 годах в условиях опытного поля учхоза Брянского ГАУ. Результаты исследований. В условиях Брянской области хозяйственное использование клевера лугового для скашивания на зеленую массу можно начинать в первый год жизни. Сорта Кретуновский, Даяна, Милена и Белизар сформировали урожай зеленой массы 11-13 т/га и сухого вещества 2,1-2,5 т/га. Установлено, что агроклиматических ресурсов региона достаточно для формирования раннеспелыми сортами второго года жизни полноценного третьего укоса. Это позволяет расширить возможности использования культуры клевера лугового в планировании региональных схем зеленого и сырьевого конвейеров. По динамике роста линейных размеров выделились сорта ВИК-7, Дымковский, Крания, Милена и Белизар, высота которых к дате первого укоса составляла 65-70 см. Выявлено достаточно существенное различие между сортами по содержанию сухого вещества, которое варьировало от 18,3 до 23,5 % в первый укос. Для интенсивного (трехукосного) использования можно рекомендовать сорта Даяна, Кретуновский, Милена и Белизар, которые формируют не менее трех укосов за вегетацию, обеспечивая при этом урожайность от 53 до 64 т/га зеленой массы и 12,2-13,8 т/га сухого вещества.

Ключевые слова: клевер луговой, динамика роста, фазы развития, сухое вещество, урожайность.

Для цитирования: 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.

Original article

FORMATION OF THE HARVEST OF THE FODDER MASS OF MEADOW CLOVER VARIETIES THE SECOND YEAR OF LIFE WITH AN INTENSIVE USE SCHEME

Vladimir V. D'yachenko, Mikhail M. Nechaev, Natal'ya V. Milekhina,
Olga V. Ponomarchuk, Vitaly V. D'yachenko
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. A meadow clover is one of the most common forage crops for the agro-climatic conditions of the Non-Black Soil Zone. The modern assortment of meadow clover is quite diverse and it is relevant to study the reaction of varieties to the use of an intensive (three-fold mowing) regime. The purpose of the work is to study the parameters of forming fodder mass harvest of the meadow clover varieties of Russian and foreign breeding with an intensive (three-fold mowing) usage scheme. The research methods are field and laboratory. The experiment was conducted in 2022-2023 in the conditions of the experimental field of the Bryansk State Agrarian University. The results of the researches. In the conditions of the Bryansk region, you can start the economic use of meadow clover for mowing to a green mass in the first year of life. The Kretunovsky, Dayana, Milena and Belizar varieties produced a yield of 11-13 t/ha of green mass and 2.1-2.5 t/ha of dry matter. It has been established that the agro-climatic resources of the region are sufficient for the formation of a full-fledged three-fold mowing by early-ripening varieties of the second year of life. This makes it possible to expand the possibilities of using meadow clover crop in planning regional schemes of green and raw material conveyors. The varieties VIC-7, Dymkovsky, Kraniya, Milena and Belizar, whose height by the date of the first mowing was 65-70 cm stood out according to the dynamics of the growth of linear sizes. A fairly significant difference was revealed between the varieties in terms of dry matter content, which ranged from 18.3 to 23.5% in the first mowing. The Dayana, Kretunovsky, Milena and Belizar varieties can be recommended for intensive (three-fold mowing) use, which form at least three mowing during the growing season, while providing yields from 53 to 64 t/ha of green mass and 12.2-13.8 t/ha of dry matter.

Key words: meadow clover, growth dynamics, development phases, dry matter, yields.

For citation: Formation of the harvest of the fodder mass of meadow clover varieties the second year of life with an intensive use scheme/ V.V. Dyachenko, M.M. Nechaev, N.V. Milekhina et al.// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 24-30.

Введение. Клевер луговой для агроклиматических условий Нечерноземной зоны является основной кормовой культурой среди многолетних трав. Травостой клевера лугового в одновидовых и гетерогенных посевах используются для приготовления широкого спектра травянистых кормов: сена, сенажа, силоса, травяной муки, в зеленую подкормку и для выпаса. Как правило, при возделывании на кормовые цели в регионе получают два полноценных укоса этой культуры. В многочисленных работах по использованию клевера лугового как кормовой культуры в Нечерноземной зоне отмечается возможность получения с его травостоев трех и более укосов [1-4]. Формирование бобовыми травами, люцерной изменчивой и клевером луговым, третьего укоса на серых лесных почвах Брянской области, отмечалось и в раннее проведенных нами исследованиях [5-8]. Интенсивное (трехукосное) использование травостоев позволит расширить возможность включения культуры в схемы сырьевого и зеленого конвейеров, что немаловажно с точки зрения оптимизации систем регионального полевого кормопроизводства.

Современный сортимент клевера лугового представлен достаточно разнообразным спектром, включающим как двуукосные, так и одноукосные генотипы. В Государственный реестр селекционных достижений включены сорта, различающиеся и по уровню пloidности (диплоидные и тетраплоидные), и по скороспелости, а так же по стране происхождения. Анализ характеристики сортимента клевера лугового не позволяет получить достаточной информации о пригодности того или иного сорта для интенсивного (трехукосного) использования в конкретных почвенно-климатических условиях. В связи, с чем изучение реакции сортов клевера лугового на применение интенсивного (трехукосного) режима использования является актуальным и позволит подготовить научно-обоснованные рекомендации по подбору наиболее подходящих сортов.

Цель работы – изучение параметров формирования урожая кормовой массы сортов клевера лугового российской и зарубежной селекции при интенсивной (трехукосной) схеме использования.

Материалы и методы. Исследовательская работа выполняется с 2022 года и по настоящее время на опытном поле учхоза ФГБОУ ВО Брянского ГАУ. Почвенные условия на участке в целом характерные для опытного поля учхоза. Почва серая лесная среднесуглинистая, образованная на лесовидных карбонатных суглинках. Гумусовый горизонт 25-35 см, содержание органического вещества 1,72-2,22 %, содержание подвижного фосфора высокое и калия среднее (261-351 мг P_2O_5 и 116-190 мг K_2O на 1 кг почвы). Реакция почвенного раствора кислая, pH_{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, Крания, Даяна, Милена и Белизар). 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 делянки составляла 20 м², повторность четырех кратная, размещение вариантов систематическое. Учитывая характеристику почвенного плодородия, минеральные удобрения при закладке опыта не вносили. Агротехника при подготовке почвы была общепринятая для травостоев многолетних трав и включала: осеннюю отвальную вспашку, две культивации, предпосевную культивацию с прикатыванием.

В опытах выполняли фенологические наблюдения и фиксировали основные фазы развития клевера лугового: всходы, ветвление, начало ранневесеннего отрастания, ветвление, бутонизация, цветение, формирование семян. Для оценки динамики роста сортимента клевера лугового производили измерение высоты растений. Первый промер был выполнен 5 мая, растения находились в фазе начала стеблевания. Второй и последующий промеры выполняли с интервалом 10 дней.

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 учитывали по трехукосной схеме: первый укос в фазу начала бутонизации большинства сортов; второй укос через 40-ка дней интервал; дата третьего укоса устанавливалась исходя из параметров высоты (не менее 50 см) и фазы развития растений (фаза бутонизации-цветения). Выход сухого (абсолютно-сухого) вещества устанавливали путем высушивания навесок из пробного снопа при температуре 105°C, до достижения постоянной массы. Густоту стеблестоя определяли при проведении учетов на урожайность с площадок по 0,25 м² в четырехкратной повторности. Статистическую обработку данных по урожайности кормовой массы осуществляли методом дисперсионного анализа с помощью программы Straz.

Результаты и их обсуждение. В первый год жизни клевер луговой, после уборки ячменя на зерно, сформировал к первой декаде сентября достаточный урожай надземной массы для использова-

ния на кормовые цели. При этом была измерена высота растений, определена урожайность надземной массы и содержание сухого вещества. Результаты учетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры урожая надземной массы сортов клевера лугового первого года жизни, 2022 г.

Сорт	Высота растений, см	Содержание абсолютно-сухого вещества, %	Урожайность зеленой массы, кг/м ²	Выход сухого вещества, кг/м ²
ВИК-7	53	20,1	1,02	0,205
Трифон	46	18,7	0,87	0,163
Шанс	42	18,9	0,89	0,168
Кретуновский	51	18,9	1,13	0,214
Дымковский	42	18,4	0,75	0,138
Крания	55	20,7	1,04	0,215
Даяна	57	21,0	1,12	0,235
Милена	60	20,9	1,20	0,251
Белизар	63	19,5	1,29	0,252
НСР ₀₅	-	-	0,09	

К учетной дате 10.09.2022 года высота растений клевера лугового составляла от 42 до 63 см, в зависимости от сорта, содержание сухого вещества колебалось в пределах от 18,9 до 21 %. Урожайность надземной массы варьировала от 0,75 до 1,29 кг/м², при средней урожайности по опыту 1,03. При этом достоверную прибавку к контролю обеспечили сорта Кретуновский, Даяна, Милена и Белизар, урожайность которых составляла 112-129 ц/га зеленой массы. Расчетный выход сухого вещества составлял диапазон от 0,138 до 0,252 кг/м². В целом можно констатировать, что уже в первый год жизни проявились существенные различия между сортами клевера лугового по основным параметрам урожая надземной массы.

В 2023 году было проведено ранневесеннее боронование легкими зубowymi боровами и стартовая азотная подкормка аммиачной селитрой из расчета N₃₀ по д.в. Измерения линейных размеров, проведенные в результате первого промера, свидетельствуют о значительных различиях по высоте растений среди изучаемого сортимента клевера лугового (табл. 2). Так на эту дату линейные размеры в зависимости от сорта варьировали от 15 до 29 см. При этом сорта зарубежной селекции Крания, Милена и Белизар выделились как наиболее высокорослые, их высота к моменту первого промера превышала 25 см и составила 27 – 29 см. Среди сортов отечественной селекции наиболее высокорослым оказался сорт ВИК-7.

Таблица 2 – Динамика роста растений сортов клевера лугового второго года жизни, 2023 г.

Сорт	Высота растений, см			
	промер I (5.05.)	промер II (15.05.)	промер III (25.05.)	на дату первого укоса 1.06.
ВИК-7	23	32	55	65
Трифон	15	28	46	58
Шанс	17	26	44	53
Кретуновский	21	32	55	64
Дымковский	20	29	55	65
Крания	29	37	54	65
Даяна	25	35	53	64
Милена	27	37	60	67
Белизар	28	36	65	70

Высота растений сортов клевера лугового при их измерении 15 мая находилась в пределах от 26 до 37 см, при этом различия между сортами были уже менее существенными. Наиболее значительными линейными размерами свыше 35 см так же отличились сорта Крания, Милена и Белизар. Из отечественных сортов выделились сорта ВИК-7 и Кретуновский, их высота на момент второго промера составила 32 см. Результаты проведения измерения высоты растений 25 мая свидетельствуют о достижении большинством генотипов роста 50 и более сантиметров. Считается, что при высоте многолетних трав более 50 сантиметров целесообразно начинать их скашивание на кормовые цели. К моменту третьего промера, «укосной» высоты не достигли только сорта клевера Трифон и Шанс. Как наиболее высокорослые показали себя сорта Милена и Белизар. Измерение высоты растений сортов клевера лугового при проведении первого укоса показало, что все они достигли «укосной» высоты. При этом сорта ВИК-7, Дымковский, Крания, Милена и Белизар имели линейные размеры от 65 до 70 см. В целом оценивая динамику роста надо выделить сорта Крания, Милена и Белизар, как отличившиеся наиболее интенсивным приростом линейных размеров. Из отечественных генотипов наиболее динамичным ростом отличились сорта ВИК-7, Кретуновский и Дымковский.

Одним из определяющих аспектов определения даты начала хозяйственного использования клевера лугового является фаза развития растений. Существует закономерность, что питательность бобовых растений снижается по мере перехода от ранних фаз развития к более поздним фазам. Данная закономерность характерна и для клевера лугового, оптимальной фазой уборки которого является бутонизация-начало цветения.

В вегетацию 2023 года на дату проведения первого учета (1.06.) большинство сортов в опыте находились в фазе начала бутонизации, таких как ВИК-7, Крания, Даяна, Милена и Белизар. Можно считать, что это оптимальная фаза развития клевера лугового для начала использования на кормовые цели. Особенно это важно для использования травостоев на зеленую массу, когда период уборки растягивается на 10-15 дней (табл. 3).

Таблица 3 – Фенологическая фаза развития растений на момент проведения укосов сортов клевера лугового второго года жизни

Сорт	Фенологическая фаза развития растений		
	на дату первого укоса 1.06.2023 г.	на дату второго укоса 10.07.2023 г.	на дату третьего укоса 10.09.2023 г.
ВИК-7	начало бутонизации	бутонизация-цветение	бутонизация - цветение
Трифон	фаза ветвления, отдельные растения бутонизация	бутонизация-цветение	ветвление, отдельные растения бутонизация
Шанс	фаза ветвления, отдельные растения бутонизация	бутонизация, отдельные растения цветение	ветвление, отдельные растения бутонизация
Кретуновский	фаза ветвления, отдельные растения бутонизация	бутонизация-цветение	бутонизация, отдельные растения цветение
Дымковский	фаза ветвления	бутонизация, отдельные растения цветение	ветвление, отдельные растения бутонизация
Крания	начало бутонизации	бутонизация-цветение	бутонизация-цветение
Даяна	начало бутонизации	бутонизация-цветение	бутонизация-цветение
Милена	начало бутонизации	бутонизация-цветение	бутонизация-цветение
Белизар	начало бутонизации	бутонизация-цветение	бутонизация-цветение

Сорта Трифон, Шанс, Кретуновский и Дымковский на 2023 году к дате первого укоса находились в фазе ветвления и бутонизации отдельных растений. Фаза начала бутонизации наступила через 5-7 дней, поэтому хозяйственное использование таких сортов в данных почвенно-климатических условиях можно начинать на неделю позже.

В целом в изучаемые сорта клевера лугового можно дифференцировать по срокам перехода в генеративный период развития и соответственно использовать эту особенность в планировании схем зеленого и сырьевого конвейеров. Для более раннего хозяйственного использования подходят сорта ВИК-7, Крания, Даяна, Милена и Белизар, а сорта Трифон, Шанс, Кретуновский и Дымковский можно начинать убирать на 7-10 дней позже.

К моменту проведения второго укоса (10.07.) в 2023 году большинство сортов клевера лугового находились в фазе бутонизации-цветения, сорта Шанс и Дымковский в фазе бутонизации, начала цветения. В целом можно констатировать что в 2023 году изучаемым сортам было достаточно сорокадневного межукосного интервала для наступления оптимальной фазы развития для начала уборки на кормовые цели.

Агроклиматических ресурсов Брянской области достаточно для формирования раннеспелыми сортами клевера лугового полноценного третьего укоса. Данные предыдущей таблицы показывают, что ряд сортов ВИК-7, Крания, Даяна, Милена и Белизар к 10 сентября достигли высоты растений 50 и более сантиметров. Эти же сорта к учетной дате находились в фазе бутонизации-цветения, а их травостой можно рекомендовать для скашивания. Учитывая, что травостой сортов Трифон, Шанс и Дымковский находились в фазе ветвления – начала бутонизации, а их высота была недостаточной для скашивания, то для хозяйственного использования их урожая подходит только стравливание.

Таблица 4 – Содержание сухого вещества сортов клевера лугового, второго года жизни, %

Сорт	Первый укос	Второй укос	Третий укос
ВИК-7	22,6	23,1	22,5
Трифон	19,2	21,2	19,4
Шанс	19,2	21,8	19,6
Кретуновский	19,5	22,5	19,9
Дымковский	18,3	21,3	19,1
Крания	23,5	23,7	23,0
Даяна	22,7	23,1	22,8
Милена	22,3	23,5	22,5
Белизар	20,6	22,4	22,0

Данные таблицы 4 показывают наличие достаточно существенных различий между сортами клевера лугового по содержанию сухого вещества. Так в надземной массе первого укоса содержание абсолютно сухого вещества составляло от 18,3 до 23,5 % в зависимости от сорта. Наиболее высокие показатели 22,3-23,5 % были характерны для сортов Милена, ВИК-7, Даяна и Крания. В надземной массе второго укоса доля сухого вещества составляла уже от 21,2 до 23,7 %. При этом, заметно, что различия между сортами по содержанию сухого вещества были незначительными, максимум 1,9 процентных пунктов. Надземная масса третьего укоса характеризовалась сходными значениями по содержанию сухого вещества, как в предыдущие укосы. В целом надо отметить, что полученные результаты подтверждают общую закономерность, связанную с повышением содержания сухого вещества по мере старения растений.

Данные по урожайности зеленой массы при интенсивной схеме использования, свидетельствуют как о достаточно высокой продуктивности многих изучаемых сортов клевера лугового второго года жизни, так и о существенных различиях между сортами по этому показателю (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность зеленой массы (кг/м²) сортов клевера лугового второго года жизни за вегетацию 2023 года (трехукосная схема)

Сорт	Первый укос	Второй укос	Третий укос	Сумма
ВИК-7	1,97	1,42	0,94	4,33
Трифон	2,44	1,93	0,76	5,13
Шанс	2,15	1,72	0,61	4,48
Кретуновский	2,91	2,13	0,86	5,90
Дымковский	2,78	1,28	0,55	4,61
Крания	2,54	1,92	0,80	5,26
Даяна	2,44	2,03	0,92	5,39
Милена	2,74	2,14	1,03	5,91
Белизар	3,02	2,04	1,39	6,45
Среднее по опыту	2,59	1,85	0,87	5,28
НСР ₀₅	0,33	0,20	0,07	0,79
Точность опыта, %	3,43	3,66	2,87	4,27

По урожайности в первом укосе большинство изучаемых сортов показали статистически достоверную прибавку к контролю, которая составила от 0,47 до 1,05 кг/м², что соответствует прибавке от 47 до 105 ц/га зеленой массы. Исключение составил сорт Шанс, у которого отклонение урожайности было в пределах погрешности. В целом средняя урожайность в опыте составила 2,56 кг/м² зеленой массы, что соответствует 256 ц/га, при этом урожайность выше средней по опыту сформировали сорта Кретуновский, Дымковский, Милена и Белизар. Особо выделился тетраплоидный сорт Белизар сформировавший к первому укосу более 30 т/га надземной массы.

Учет урожайности второго укоса сортов клевера лугового выявил тенденцию существенного снижения продуктивности в сравнении с первым укосом. Так средне сортовая урожайность отавы составила 72,3 % к аналогичному показателю первого укоса. Продуктивность второго укоса в разрезе изучаемых сортов составляла от 46 до 80 % к первому, в зависимости от сорта. Наиболее существенное уменьшение урожая отавы, более чем в два раза отмечено у сорта Дымковский, тогда как для остальных сортов снижение показателя составило от 32 до 20 %.

Большинство сортов клевера лугового показали статистически достоверную прибавку урожая зеленой массы отавы в сравнении с контролем. Средняя урожайность второго укоса по опыту составила 1,85 кг/м², что соответствует 185 ц/га кормовой массы. Наиболее продуктивными были травостой сортов Крания, Трифон, Даяна, Белизар, Кретуновский и Милена, обеспечившие урожай отавы от 1,93 до 2,14 кг/м², это 193-214 ц/га зеленой массы.

Учет урожайности третьего укоса сортов клевера лугового ещё раз подтвердил тенденцию существенного снижения продуктивности травостоев в сравнении с первым укосом. Так средне сортовая урожайность третьего укоса составила 47 % ко второму укосу и лишь 34 к первому. Урожайность третьего укоса в разрезе изучаемых сортов составляла от 35 до 68 % ко второму и только 20-48 % к первому. Для большинства сортов в опыте было характерно уменьшение урожайности, более чем в два раза, за исключением сортов ВИК-7 и Милена.

Оценивая данные по урожайности сортов клевера лугового второго года жизни в сумме за три укоса, можно отметить её достаточно высокий уровень. Так урожайность зеленой массы за вегетационный период 2023 года составила от 4,33 до 6,45 кг/м², при среднесортовой 5,28 кг/м². Так же надо констатиро-

вать существенные различия показателя по сортам. Большинство их них обеспечили статистически достоверную прибавку урожайности в сравнении с контролем, за исключением сортов Шанс и Дымковский.

Урожайностью выше средней по опыту отличились сорта Даяна, Кретуновский, Милена и Белизар, что составило от 5,39 до 6,45 кг/га зеленой массы. Это в пересчете на гектар от 539 до 645 центнеров надземной массы.

Для кормовых культур, наряду с урожайностью важное значение имеет показатель отражающий сбор или выход сухого вещества. В надземной массе именно сухое вещество представляет наибольшую кормовую ценность. В целом сбор сухих веществ отражает ранее рассмотренные данные по урожайности зеленой массы, с поправкой на установленные сортовые различия в содержании сухого вещества (табл. 6).

Таблица 6 – Выход сухого вещества (кг/м²) сортов клевера лугового второго года жизни за вегетацию 2023 года (трехукосная схема)

Сорт	Первый укос	Второй укос	Третий укос	Сумма
ВИК-7	0,446	0,328	0,212	0,985
Трифон	0,468	0,409	0,147	1,024
Шанс	0,413	0,375	0,120	0,909
Кретуновский	0,567	0,479	0,171	1,218
Дымковский	0,510	0,273	0,106	0,888
Крания	0,598	0,454	0,183	1,236
Даяна	0,554	0,469	0,210	1,233
Милена	0,611	0,504	0,232	1,347
Белизар	0,622	0,457	0,305	1,385
Среднее по опыту	0,532	0,417	0,187	1,136

Сравнивая сорта клевера лугового по выходу сухого вещества в первый укос, прежде всего надо отметить достаточно высокий уровень их продуктивности. Так выход сухого вещества в первый укос составлял от 0,413 до 0,611 кг/м², что соответствует 40-60 ц/га. Сбор сухого вещества выше среднего по опыту обеспечивали сорта Кретуновский, Крания, Милена и Белизар. Для второго и третьего укосов характерно существенное снижение по урожаю сухого вещества, что связано, прежде всего, с отмеченным уменьшением продуктивности отавы. Так во второй укос средний по опыту выход сухого вещества составил 0,417 кг/м², или 41,7 ц/га, что на четверть меньше аналогичного показателя в первый укос. Посевы сортов клевера лугового к третьему укосы сформировали в среднем лишь 35 % сухого вещества в сравнении с первым.

Полученные данные по сбору сухого вещества в сумме за три укоса, наглядно показывают высокий уровень продуктивности посевов сортов клевера лугового второго года жизни в агроклиматических условиях серых лесных почв региона. Так суммарный урожай сухого вещества в 2023 году составил от 0,89 до 1,38 кг/м², что соответствует 89-138 ц/га. Большинство сортов рассмотренных в опыте формировали, в пересчете на гектар, свыше 10 тонн сухого вещества. Такая урожайность позволяет характеризовать их травостой как высокопродуктивные. При этом сорта Кретуновский, Крания, Даяна, Милена и Белизар, обеспечили наиболее высокую продуктивность сухого вещества от 1,22 до 1,38 кг/м², что соответствует 12,2-13,8 т/га.

Заключение. В условиях Брянской области хозяйственное использование клевера лугового для скашивания на зеленую массу можно начинать в первый год жизни. Агроклиматических ресурсов региона достаточно для формирования раннеспелыми сортами клевера лугового второго года жизни полноценного третьего укоса. Это позволяет расширить возможности использования культуры клевера лугового в планировании региональных схем зеленого и сырьевого конвейеров. Для интенсивного (трехукосного) использования можно рекомендовать сорта клевера лугового Даяна, Кретуновский, Милена и Белизар, которые формируют не менее трех укосов за вегетацию, обеспечивая при этом урожайность от 53 до 64 т/га зеленой массы и 12,2-13,8 т/га сухого вещества.

Список источников

1. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечернозёмной зоне РФ / А.А. Кутузова, А.С. Шпаков, В.М. Косолапови 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. Прудников А.Д. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства Нечерноземья России // Доклады ТСХА. 2019. С. 425-429.

4. Многолетние бобовые травы в Нечерноземье / Н.Н. Лазарев, А.Д. Прудников, Е.М. Куренкова, А.М. Стародубцева. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. 263 с.
5. Влияние азотной подкормки и борофоски на урожайность люцерно-мятликовой травосмеси на серых лесных почвах Центрального региона / В.В. Дьяченко, С.С. Седова, Н.И. Козловская, О.А. Зайцева // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 1. С. 38-43.
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.
7. Single-and multispecies farming ecosystems in field forage production / N.M. Belous, S.A. Belchenko, A.V. Dronov, V.E. Torikov // Natural Volatiles and Essential Oils. 2021. Vol.8, N4. P. 7745-7764.
8. Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) в одновидовых и гетерогенных посевах на фоне пролонгированного действия «Борофоски» / А.В. Дронов, В.В. Дьяченко, С.А. Бельченко и др. // Кормопроизводство. 2023. № 2. С. 3-8.

Информация об авторах:

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

М.М. Нечаев - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

О.В. Пономарчук - кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель ФСПО, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Вит. В. Дьяченко - кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

Vi.V. Dyachenko – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University uchsovet@bgsha.com

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

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, teacher of FSPO, Bryansk State Agrarian University.

Vit.V. Dyachenko – Candidate of Agricultural Sciences, 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 24.01.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 24.01.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Дьяченко Вл.В., Нечаев М.М., Милехина Н.В., Пономарчук О.В.

Научная статья
УДК 632.913 (470.333)

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЁННОСТИ БОЛЕЗНЕЙ НА ГИБРИДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Ирина Васильевна Сычёва, Сергей Михайлович Сычёв, Алексей Андреевич Осипов
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация: В результате проведенных исследований изучены хозяйственно-ценные признаки (урожайность, сахаристость) сахарной свеклы при выращивании в условиях юго-западной части Центрального региона РФ (Брянская область). Установлено, что период исследований 2020-2021 гг. характеризовался высокой изменчивостью, что позволило оценить влияние погодно-климатических условий на рост и развитие растений сахарной свеклы. Следует отметить значительные колебания атмосферных осадков и ГТК в июле 2020-2021 гг. Проведена оценка развития и распространенности корнееда и церкоспороза на различных гибридах сахарной свеклы. Исследования проводили в 2020–2021 гг. в полевых опытах Брянского ГАУ. Колебания среднесуточных температур и повышенная влажность в июне-июле 2020-2021 гг. способствовали развитию церкоспороза на сахарной свекле по отдельным гибридам. Определена незначительная пораженность корнеедом, пероноспорозом (*Peronospora schachtii* Fuck.) и церкоспорозом (*Cercospora beticola* Sacc.) гибридов Вулкан, Каскад, Буря, Волна. Установлена сахаристость корнеплодов гибридов Прилив, Конкурс, Каскад, Буря, Волна выше 17,5 % в среднем за два года исследований. При этом гибриды Прилив, Конкурс, Каскад имели сахаристость в 2021 г. в пределах 18,0–18,1 %, гибриды Вулкан, Урази, Каскад и Светлана – от 16,5 до 17,0 %. Урожайность гибридов сахарной свеклы варьировала в 2020 году от 339,9 (гибрид Светлана F₁) до 408,5 ц/га (гибрид Вулкан F₁), в 2021 году 343,2 до 423,8 ц/га (гибрид Вулкан F₁). При этом урожайность выше 400 ц/га отмечена у отечественных гибридов сахарной свеклы Волна F₁, Вулкан F₁, Прилив F₁ стабильно по двум годам исследований. Выделены отечественные гибриды сахарной свеклы с хозяйственно-ценными признаками, обладающие относительной устойчивостью к церкоспорозу, пероноспорозу и корнееду в условиях Брянской области.

Ключевые слова: сахарная свекла, гибриды, корнеед, церкоспороз, сахаристость, урожайность.

Для цитирования: Сычёва И.В., Сычёв С.М., Осипов А.А. Оценка распространённости болезней на гибридах сахарной свеклы // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 31-36.

Original article

EVALUATION OF DISEASE PREVALENCE ON SUGAR BEET HYBRIDS

Irina V. Sychyova, Sergey M. Sychyov, Alexei A. Osipov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract: As a result of the conducted researches, the economically valuable characteristics (yield, sugar content) of sugar beet were studied when grown in the conditions of the southwestern part of the Central region of the Russian Federation (Bryansk region). It has been established that the research period 2020-2021 was characterized by high climatic variability, which made it possible to assess the influence of weather and climatic conditions on the growth and development of sugar beet plants. It should be noted that there are significant fluctuations in atmospheric precipitation and HTC in July 2020-2021. The development and prevalence of root beetle and cercospora blight on various sugar beet hybrids were evaluated. The researches were carried out in 2020–2021 in field experiments of Bryansk State Agrarian University. The fluctuations in average daily temperatures and high humidity in June-July 2020-2021 contributed to the development of cercospora blight on sugar beets by individual hybrids. A minor lesion of root beetle, downy mildew (*Peronospora schachtii* Fuck.) and cercospora blight (*Cercospora beticola* Sacc.) of the hybrids Vulkan, Kaskad, Burya, Volna was determined. The root crops sugar content of the hybrids Priliv, Konkurs, Kaskad, Burya, and Volna was determined to be above 17.5% on average over two years of the researches. At the same time, the hybrids Priliv, Konkurs, and Kaskad had the sugar content in 2021 in the range of 18.0–18.1%, the hybrids Vulkan, Urazi, Kaskad and Svetlana – from 16.5 to 17.0%. The yields of the sugar beet hybrids varied in 2020 from 339.9 c/ha (the hybrid Svetlana F₁) to 408.5 c/ha (the hybrid Vulkan F₁), in 2021 from 343.2 c/ha to 423.8 c/ha (the hybrid Vulkan F₁). At the same time, the yields above 400 c/ha was noted in domestic hybrids Volna F₁, Vulkan F₁, and Priliv F₁ being stable over two years of the researches. The domestic sugar beet hybrids with economically valuable characteristics having relative resistance to cercospora, peronospora and root beetle in the Bryansk region were identified.

Key words: sugar beet, hybrids, root beetle, cercospora blight, sugar content, yields.

For citation: Sychyova I.V., Sychyov S.M., Osipov A.A. Evaluation of disease prevalence on sugar beet hybrids. 2024. 2(102). 31-36.

Введение. Сахарная свекла в Российской Федерации относится к важнейшей технической культуре, при выращивании которой возникают проблемы поражения растений фитопатогенами в различные периоды выращивания. Зачастую заболевания вызывают нарушение процессов жизнедеятельности (фотосинтеза, дыхания, транспирации, обмена веществ). В дальнейшем это приводит к снижению продуктивности, ухудшению качества продукции, отражается на посевных качествах семян. Установлено, что зараженность болезнями в целом снижает урожайность корнеплодов сахарной свеклы на 17-20 %, в годы эпифитотий - от 50% до полной гибели посевов. Наиболее распространенными и вредоносными болезнями сахарной свеклы в Брянской области являются в фазе всходов - корнеед; в период вегетации - церкоспороз и пероноспороз (ложная мучнистая роса). Корнеед (возбудители - грибы и бактерии (*Pythium debaryanum* Hesse., *Aphanomyces cochlioides* Drechsl., *Phoma betae* Frank., *Rhizoctonia aderholdii* Kol., виды рода *Fusarium* и др.) всего около 80 видов) распространённый во всех районах возделывания свеклы, вызывает загнивание у проростков корешка и подсемядольного колена. Процесс загнивания начинает проявляться от начала прорастания семян до фазы трех пар настоящих листьев. Вначале появляются стекловидные или бурые пятнышки, бурые полосы по всей длине корня. Затем поражение переходит на верхнюю часть корня с образованием на подсемядольном колене колцевидной перетяжки из почерневших загнивающих тканей. Пораженные всходы плохо развиваются, увядают и гибнут. Неблагоприятные погодно-климатические условия, тяжелый механический состав и повышенная кислотность усугубляют заболевание. Корнеед, как болезнь сахарной свеклы, отличается вредоносностью, с поражением и гибелью проростков до выхода их на поверхность почвы, что вызывает изреженность посевов культуры и является одной из причин снижения продуктивности и качества сырья [1,2,3].

Церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.) характеризуется, как заболевание в период вегетации, широким ареалом распространения во всех зонах свеклосеяния. Болезнь начинает проявляться на молодых, но уже хорошо развитых листьях с образованием округлых пятен серовато-пепельного цвета с каймой. Диаметр пятен составляет до 2-3 мм, во влажную погоду они покрываются бархатистым серовато-белым налетом. Мицелий возбудителя *Cercospora beticola* Sacc. проникает в межклетники пораженных тканей, в дальнейшем на пораженной поверхности с обеих сторон начинают выступать светло-коричневые колечкато-изогнутые конидиеносцы с формированием бесцветных обратно-булавовидных или почти игловидных конидий. Распространение заболевания во время вегетации осуществляется с помощью конидий. Патоген перезимовывает в отмерших листьях и черешках, в околоплодниках семенных клубочков, образуя утолщенные темноокрашенные гифы, дающие весной конидиальное спороношение и являющиеся источником первичного заражения. У зараженных растений в корнеплодах повышается концентрация солей аммония и аминокислот, при этом уровень органических фосфатов снижается и уменьшается передвижение органических соединений фосфора из листьев в корнеплоды. Больные растения отстают в росте и развитии, масса корнеплодов может снижаться на 10-40%, сахаристость на 0,5-2% .

Возбудитель пероноспороза или ложной мучнистой росы (*Peronospora schachtii* Fuck.) распространяется в период после всходов с наступлением холодной и влажной погоды. Симптомы поражения обнаруживаются на центральных листьях розетки. Пораженные листья становятся светло-зелеными, начинают деформироваться, на нижней стороне листьев формируется серый с фиолетовым оттенком рыхлый налет, который является характерным диагностическим признаком данной болезни. При этом пораженные листья через 15...27 дней после появления первых признаков начинают отмирать. Фитопатоген в течение лета распространяется с помощью конидий, которые могут разноситься ветром, дождем, сельскохозяйственными орудиями. Заболевание снижает урожайность культуры [3,4,5].

В настоящее время Российская Федерация является крупнейшим производителем сахарной свеклы в мире. При этом Брянская область по посевным площадям и урожайности культуры занимает 20-е место с долей 0,4% в Российской Федерации [6,7]. В связи с введением санкций со стороны недружественных государств и сообщением Минсельхоза РФ о квотировании импортных семян по целому ряду культур, семеноводческие компании Российской Федерации рассчитывают привлечь около 100 млрд. рублей для разработки системы отечественного семеноводства сахарной свеклы, которые ранее тратили на закупку импортных семян. В свое время созданное предприятие по массовому производству дражированных семян «Бетагран Рамонь» в 2011 году стало первым этапом в реализации проекта по возрождению отечественного семеноводства, в котором участвуют крупнейший производитель средств защиты растений АО «Щелково Агрохим» в сотрудничестве с Всероссийским научно-исследовательским институтом сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова (ВНИИСС) и «СоюзСемСвекла».

Важное значение имеет изучение отечественных и зарубежных гибридов сахарной свеклы по комплексу хозяйственно ценных признаков и относительной устойчивости к опасным заболеваниям (корнеед, церкоспороз, пероноспороз) в конкретных природно-климатических зонах [8,9].

Целью исследования было изучение гибридов сахарной свеклы как отечественной, так и зарубежной селекции на относительную устойчивость к церкоспорозу, пероноспорозу и корнееду в условиях Брянской области.

Задачи исследования:

- изучение развития и распространённости корнееда, пероноспороза, церкоспороза на гибридах сахарной свеклы;
- оценка сахаристость гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции;
- определение урожайности гибридов сахарной свеклы.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в течение 2020-2021 гг. в стационарном полевом опыте в звене зернопропашного севооборота (чистый пар-озимая пшеница-сахарная свекла), в учебно-научной лаборатории по защите растений кафедры агрономии, селекции и семеноводства, и в Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянского ГАУ. Объекты исследований – односемянные диплоидные и триплоидные гибриды на стерильной основе: отечественной селекции Буря F₁, Волна F₁, Вулкан F₁, Прилив F₁ («СоюзСемСвекла»), Каскад F₁, Конкурс F₁ (ВНИИСС им. Мазлумова) и зарубежной селекции Светлана F₁ (KWS), Ардан F₁, Урази F₁ (Florimond Desprez). Доза внесения минеральных удобрений - N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Посев дражированных семян культуры проводили в первой декаде мая в 2020-2021 гг. Площадь учетной делянки составляла 10 м². Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности исследовали по 100 растений. Почва стационара - серая лесная среднесуглинистого гранулометрического состава, средне окультурена. Подстилаящая порода - лессовидные суглинки, достаточно проницаемые для воды и воздуха. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляет 3,5-3,6 % (по Тюрину); подвижного фосфора – 280-320 и обменного калия 178-195 мг/кг (по Кирсанову), реакция почвенного раствора рН_{KCl} 5,5-5,6. Агротехника возделывания сахарной свеклы - общепринятая для зоны. Корнеед учитывали через каждые 10 дней, начиная с фазы всходов и до образования 2 пар настоящих листьев. Каждый росток просматривали и оценивали степень поражения (%) по шкале: 0 – визуальные симптомы заболевания отсутствуют; 1 балл (25%) - слабое поражение, побурение охватывает не более 1/4 длины корешка, имеются бурые полосы на гипокотиле или корешке без образования перетяжки; 2 балла (50%) - среднее поражение, пораженные участки составляют около половины длины корешка, побурение охватывает корешок со всех сторон, распространяясь не более чем на половину длины корешка, намечается перетяжка; 3 балла (75%) - сильное поражение, поражено 3/4 длины корешка, перетяжка явно выражена, пораженная ткань от темно-бурой, до почти черной; 4 балла (100%) - росток погиб, корешки и семядоли усохли. Учеты церкоспороза и пероноспороза проводили 1 раз в неделю. Определяли развитие и распространённость заболеваний. Степень поражения описывали в баллах и процентах по шкале: 0 балл - нет признаков заболевания; 0,1 балла (5%) - поражено не более 5% площади поверхности (единичные пятна); 0,5 балла (6-10%) - редкие пятна на нижнем ярусе листьев; 1 балл - (11-25%) - пятнами покрыт весь нижний ярус листьев, некрозов нет; 2 балла (26-50%) - нижний ярус листьев густо покрыт пятнами, наблюдаются некрозы, пятна есть на среднем ярусе листьев, верхний ярус не поражен; 3 балла (51-75%) - наблюдается отмирание нижнего яруса, сильное поражение среднего яруса, местами с некрозами; 4 балла (76-100%) - отмирание листьев нижнего и среднего ярусов, поражение листьев верхнего яруса, живых листьев не более 25%. В фазах «появление всходов» и «образование второй пары настоящих листьев» оценивали развитие и распространённость корнееда. Учет проводили на 10 площадках по 10 растений (по 5 растений из 2 смежных рядков).

Согласно общепринятым методикам в течение вегетационного периода были проведены: фенологические наблюдения, биометрические измерения, учет урожая (Апасов И.В. Методические указания по организации производственных испытаний гибридов сахарной свеклы/ И. В. Апасов, И. И. Бартенев, Л.Н. Путилина [и др.]. Рамонь: РЭА, 2018. 50 с.). Гибрид сахарной свеклы Буря F₁ был выбран в качестве стандарта при хозяйственной оценке. Математическая обработка экспериментальных данных была проведена по общепринятой методике Б.А. Доспехова (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений поагрономическим специальностям / Б.А. Доспехов.- 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985. М.:Альянс, 2011. 351 с.). Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программы MS EXCEL.

Результаты и их обсуждение. Технология возделывания сахарной свеклы требует тщательного подбора гибридов и их адаптивности к природно-климатическим факторам конкретного региона, устойчивости к вредным организмам. Высокая климатическая изменчивость за период исследований 2020-2021 гг. позволила оценить влияние погодно-климатических условий на рост и развитие растений сахарной свеклы. По данным метеостанции Брянского ГАУ было установлено, что среднесуточная температура в 2021 году по сравнению с 2020 годом была выше практически в каждом месяце. Анализируя значения по данному показателю всех декад мая, июня, июля и августа 2021 года отмечается отклонение от среднееголетних значений, причем наибольшее отклонение составляет третья декада июня на $+9,3^{\circ}\text{C}$. Значения суммы атмосферных осадков данной декады в 2020 и 2021 годах выше многолетних данных. Для выращивания корнеплодов сахарной свеклы подходят среднесуточные температуры не ниже 18°C . Среднесуточная температура воздуха по всем месяцам наблюдения изменялась от $4,6^{\circ}\text{C}$ до $26,7^{\circ}\text{C}$. Самым жарким месяцем оказался июль 2021 года, а самым холодным - апрель в обоих годах, что способствовало развитию патогенов, вызывающих корневую церкоспорозу и пероноспорозу на сахарной свекле.

В годы проведения исследований в июле наблюдались значительные колебания, как по сумме атмосферных осадков, так и по гидротермическому коэффициенту. В 2020 году отмечалось избыточное увлажнение, поскольку сумма атмосферных осадков составила 137,9 мм, а ГТК – 2,04. Повышенная влажность, а также колебания среднесуточных температур в июне и июле способствовали развитию церкоспорозы и пероноспорозы на сахарной свекле.

В ходе проведенных исследований на сортообразцах сахарной свеклы было установлено варьирование степени пораженности и развития заболеваний при развитии корневой церкоспорозы и пероноспорозы.

Одним из опасных эпифитотийным заболеванием на сахарной свекле в настоящее время является церкоспороза (*Cercospora beticola* Sacc.).

Развитие данного заболевания особенно ярко проявляется при чередовании погодных условий в летний период: от сухой до умеренно влажной. При среднесуточной температуре $25-28^{\circ}\text{C}$ создаются наиболее оптимальные условия для развития церкоспорозы. Данное заболевание прогрессирует при ночной температуре свыше 15°C , дневной – свыше 20°C , при этом влажность воздуха должна составлять 70%, а сумма осадков в период апрель-июнь не менее 200 мм.

Усиление транспирации, нарушение азотистого обмена и снижение фотосинтеза – важнейшие физиологические процессы, которые нарушаются у растений, зараженных церкоспорозой. Следует отметить, что инкубационный период может составлять от 7 до 40 дней. Механизм воздействия заключается в прорастании конидий патогена на листьях растений в капельно-жидкой влаге в течение нескольких часов ночью и внедрении их в открытые устьица с дальнейшим ростом мицелия. Одним из важнейших признаков зараженности являются отмирающие листья. Взамен им образуются новые, на формирование которых затрачивается большое количество пластических веществ. В свою очередь данный процесс приводит к снижению сахаристости и массы корнеплода.

Таблица 1 – Развитие и распространённость болезней сахарной свеклы (2020 - 2021 гг.)

Гибрид	Развитие корневой церкоспорозы, %		Распространённость корневой церкоспорозы, %		Развитие пероноспорозы, %		Распространённость пероноспорозы, %		Развитие пероноспорозы, %		Распространённость пероноспорозы, %	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Ардан F ₁	0,2	0,2	8,8	8,6	1,2	1,3	23,8	25,4	0,3	0,3	10,9	10,1
Буря F ₁	0,1	0,1	6,9	7,3	1,2	1,3	23,8	15,0	0,4	0,4	11,4	11,6
Волна F ₁	0,1	0,1	7,5	6,7	1,5	1,2	28,8	23,8	0,3	0,3	10,5	10,7
Вулкан F ₁	0,1	0,1	6,6	7,8	1,0	1,3	19,3	25,3	0,4	0,3	11,5	9,3
Каскад F ₁	0,1	0,1	6,4	6,6	1,2	1,5	23,9	29,0	0,5	0,4	12,7	11,5
Конкурс F ₁	0,1	0,1	7,3	6,8	1,3	1,5	25,4	28,2	0,4	0,4	11,1	11,6
Прилив F ₁	0,1	0,1	7,0	6,8	1,4	1,6	26,9	30,8	0,4	0,4	11,8	11,9
Светлана F ₁	0,2	0,2	8,7	8,5	2,9	3,5	41,5	50,1	0,7	0,7	18,1	18,3
Урази F ₁	0,3	0,3	8,9	8,6	3,5	3,6	50,1	51,5	0,6	0,6	17,9	18,4

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о слабом развитии корневой церкоспорозы. Индекс развития болезни в годы проведения исследования (2020-2021 гг.) варьировал от 0,1 до 0,3 балла в зависимости от гибрида сахарной свеклы. Наибольшая распространённость корневой церкоспорозы отмечена у гибридов Урази F₁ и Ардан F₁.

Рассматривая развитие пероноспорозы, следует отметить, что наиболее благоприятные условия для распространения возбудителя сложились в 2021 году. Уровень распространённости находился в пределах от 15,0% (Буря F₁) до 51,5% (Урази F₁) Это обусловлено природно-климатическими особенностями.

ностями: повышенный уровень влажности за счет постоянно выпадающих атмосферных осадков, а также сложившиеся в этот период оптимальные температуры в дневное и ночное время. Заболевание растений церкоспорозом за счет снижения азотистого обмена приводит к снижению сахаристости в корнеплодах до 50% с 1 га. Относительная устойчивость по годам к данному заболеванию проявилась у гибридов Вулкан F₁, Волна F₁, Буря F₁, Ардан F₁. Незначительно были поражены пероноспорозом гибриды Буря F₁, Волна F₁, Вулкан F₁, Прилив F₁ («СоюзСемСвекла»), Каскад F₁, Конкурс F₁ (ВНИИСС им. Мазлумова) и Ардан F₁ (Florimond Desprez) с развитием заболевания от 0,3% до 0,5% в течение двух лет исследований. Гибриды Урази F₁ и Светлана F₁ характеризовались распространённостью пероноспорозом от 17,9 до 18,4%.

Основными показателями, которые характеризуют сахарную свеклу, являются сахаристость и продуктивность. Уровень данных показателей напрямую зависит от природно-климатических факторов, технологий возделывания, применяемых защитных мероприятий, а также наследственных генетических признаков.

Таблица 2 – Сахаристость и урожайность гибридов сахарной свеклы (2020-2021 гг.)

Гибрид	Сахаристость, %		Урожайность, ц/га		Среднее за два года, ц/га	Прибавка к стандарту, ц/га
	2020	2021	2020	2021		
Буря F ₁ (st.)	17,6	17,8	368,3	372,7	370,5	-
Ардан F ₁	16,5	16,8	325,4	343,2	334,4	-36,1
Волна F ₁	17,8	17,9	401,7	417,8	409,8	+39,3
Вулкан F ₁	16,9	17,0	408,5	423,8	416,2	+45,7
Каскад F ₁	17,9	18,0	365,7	379,9	372,8	+2,3
Конкурс F ₁	17,9	18,1	339,3	356,3	347,8	-22,7
Прилив F ₁	17,9	18,0	400,9	403,5	402,2	+31,7
Светлана F ₁	16,8	16,9	339,9	376,6	358,3	-12,2
Урази F ₁	16,6	16,7	342,1	347,3	344,7	-25,8
НСР ₀₅			12,5	20,7		

Средняя урожайность за годы проведения исследований по данным таблицы 2 по всем гибридам сахарной свеклы находилась на уровне 373 ц/га. В 2020 году наибольшая урожайность отмечена у гибридов Вулкан F₁ (408,2 ц/га), Волна F₁ (401,7 ц/га) и Прилив F₁ (400,9 ц/га). Следует отметить, что данные отечественные сорта проявили стабильную высокую урожайность в период проведения исследования. Прибавка урожайность по этим гибридам в 2021 году составила 15,3 ц/га, 16,4 ц/га и 2,6 ц/га соответственно. Наименьшая урожайность в 2020 и 2021 году отмечена у гибрида Ардан F₁.

Средняя сахаристость гибридов сахарной свеклы в 2020 году составила 17,3%, а в 2021 году – 17,5%. Содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы свыше 17,5% отмечено у гибридов Буря F₁, Волна F₁, Каскад F₁, Конкурс F₁, Прилив F₁ и значение данного показателя за годы проведения исследований варьировалось незначительно.

Выводы. В результате проведенных исследований отмечено, что гибриды сахарной свеклы Ардан F₁, Буря F₁, Вулкан F₁, Волна F₁, Каскад F₁ были незначительно поражены церкоспорозом (*Cercospora beticola* Sacc.) и пероноспорозом (*Peronospora schachtii* Fuck.). У гибридов Буря F₁, Волна F₁, Каскад F₁, Конкурс F₁, Прилив F₁ содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы отмечено свыше 17,5%. Результаты исследований позволили выделить отечественные гибриды сахарной свеклы Буря F₁, Волна F₁, Каскад F₁, Конкурс F₁, Прилив F₁ с хозяйственно ценными признаками, обладающими относительной устойчивостью к церкоспорозу и пероноспорозу в условиях Брянской области.

Список источников

1. Стогниенко О.И., Герр Е.С., Гамуев О.В. Защита сахарной свеклы // Защита и карантин растений. №2. 2021. 96 с.
2. Сычёва И.В., Сычёв С.М. Оценка гибридов сахарной свеклы в условиях Брянской области // Сахарная свекла. 2023. № 3. С. 16-20.
3. Глущенко Л.Д., Оленин Р.В., Леня А.И. Сахарная свекла в бессменных посевах // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 91-95
4. Алексеенкова Е.А. Сахарная свекла: в поисках рентабельности // Агрофорум. 2020. № 1. С. 48-50.
5. Сахарная свекла: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг., [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/sugar-beet/sakharnaya-svekla-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html> (11.12.2020).

6. Иванова Т.В. Сахарная свекла в интенсивном земледелии России и Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 1 (83). С. 29-34

7. Иванов Е.В. Как проходит свеклосахарная кампания в России в сезоне 2022/2023 // Сахарная свекла. 2022. № 10. С. 10-14.

Информация об авторах:

И.В. Сычёва - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, i.sychyova@mail.ru.

С.М. Сычёв - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, sichev_65@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:

I.V. Sychyova - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, i.sychyova@mail.ru.

S.M. Sychyov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production at Bryansk, Bryansk State Agrarian University, sichev_65@mail.ru.

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 26.02.2024; одобрена после рецензирования 25.03.2024, принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 26.02.2024; approved after reviewing 25.03.2024; accepted for publication 28.03.2024.

© Сычёв С.М., Сычёва И.В., Осипов А.А.

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

Научная статья
 УДК 636.4.087.72

ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ НА ДОРАЩИВАНИИ
ПРИ СКАРМЛИВАНИИ В СОСТАВЕ КОРМОСМЕСИ ЦЕОЛИТА И КОРМОВОГО ЖИРА

¹Леонид Никифорович Гамко, ¹Анна Георгиевна Менякина, ¹Валерий Егорович Подольников,
²Иван Иванович Сидоров, ³Наталья Ивановна Ярован

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

²Брянский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ», Брянская область, Супонево, Россия

³ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орловская область, Орел, Россия

Аннотация. В статье авторы публикуют результаты проведенных исследований по скармливанию разных дозировок цеолита Хотынецкого месторождения и жира кормового в составе зерновой кормосмеси молодняку свиней на доращивании. Энергетическую питательность рационов в соответствии с нормами потребностями молодняку свиней в раннем возрасте обеспечивали за счет включения в состав кормосмеси жира кормового животного, а минеральную питательность балансировали путем добавления к основному рациону минеральной добавки - цеолита. В состав кормосмеси основного рациона включали дробленые ячмень, овес и пшеницу. Животным во второй опытной группе, кормосмесь обогащали цеолитом в дозировке 2.0% от сухого вещества рациона и 20 г жира кормового в сутки на голову, что позволило получить среднесуточный прирост на 3.7 % больше контрольного значения у аналогов - сверстников при одинаковых затратах обменной энергии на прирост живой массы. В третьей опытной группе, животным в которой помимо основного рациона скармливали 3.0% цеолита и 15 г жира кормового в сутки на голову, среднесуточный прирост был на 5.7 % больше в сравнении с контрольной группой, при этом молодняку свиней более эффективно использовал обменную энергию на синтез продукции. Анализ морфо – биохимических показателей крови и ее сыворотки показал, что у молодняку свиней во второй опытной группе (потреблявшей 2.0% цеолита и 20 г кормового животного жира в составе кормосмеси) содержание в крови гемоглобина на 2.2 %, кальция -17.2%, фосфора – 15.4 % больше таковых значений в контроле. В третьей опытной группе, которая получила добавку цеолита 3.0 % от сухого вещества рациона и 15 г жира кормового животного в сутки на голову, количество гемоглобина больше на 3,07%, кальция – 20.6% и фосфора – 23. 07 % в сравнении с контролем.

Ключевые слова молодняку свиней, цеолит, кормосмесь, жир кормовой животный, прирост, кровь.

Для цитирования: Продуктивность молодняку свиней на доращивании при скармливании в составе кормосмеси цеолита и кормового жира / Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 37-40.

Original article

PRODUCTIVITY OF YOUNG PIGS ON REARING
WHEN FEEDING WITH A FEED MIXTURE OF ZEOLITE AND FEED FAT

¹Leonid N. Gamko, ¹Anna G. Menyakina, ¹Valeri Y. Podol'nikov, ²Ivan I. Sidorov, ³Natal'ya I. Yarovan

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

²Bryansk Branch of FSBE "All-Russia Research Institute of Animal Health", Bryansk region, Suponevo, Russia

³Oryol State Agrarian University, Oryol region, Oryol, Russia

Abstract. The authors of the article publish the research results on feeding young pigs on rearing with different dosages of zeolite from the Khotynets deposit and feed fat as part of a grain feed mixture. The energy nutritional value of the diets in accordance with the norms and needs of young pigs at an early age was provided by including feed animal fat into the composition of the feed mixture, and the mineral nutritional value was balanced by adding a mineral additive – zeolite - to the main diet. The feed mixture of the main diet included crushed barley, oats and wheat. The animals in the second experimental group were fed with the feed mixture enriched with zeolite at a dosage of 2.0% of the dry matter of the diet and 20 g of feed fat per day per head, that allowed to obtain an average daily increase of 3.7% more than the control value among peers with the same expenditure of metabolic energy on live weight gain. In the third experimental group, in which animals, in addition to the main diet, were fed 3.0% zeolite and 15 g of feed fat per day per head, the average daily gain was 5.7% greater compared to the control group, while young pigs used metabolic energy for the synthesis of products. An analysis of morpho-biochemical parameters of blood and its serum showed that the young pigs in the second experimental group (consuming 2.0% zeolite and 20 g of feed animal fat as part of the feed mixture) had the blood content of hemoglobin by 2.2%, calcium -17. 2%, and phosphorus – 15.4% more than such indicators in the control. In the

third experimental group, which received a zeolite supplement of 3.0% of the dry matter of the diet and 15 g of feed animal fat per day per head, the amount of hemoglobin was higher by 3.07%, calcium - 20.6% and phosphorus - 23.07% compared to the control.

Key words: young pigs, zeolite, feed mixture, feed animal fat, gain, blood.

For citation: Productivity of young pigs on rearing when feeding with a feed mixture of zeolite and feed fat / L.N. Gamko, A.G. Menyakina, V.E. Podol'nikov et al. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 37-40.

Введение. Питательность кормовых рационов молодняка свиней можно повысить за счет включения в них кормов животного происхождения, а для увеличения поступления минеральных веществ используют в составе зерновой кормосмеси природные минеральные добавки. Как отмечает Голушко А.В. с соавторами: «...определение роли различных источников фосфолипидов в кормлении свиней является актуальной задачей, поскольку наличие в их рационах жира и жироподобных веществ не нормировано» [1,2]. Для повышения уровня энергии в рационе и улучшения вкусовых качеств зерновых кормосмесей скармливают жир животный кормовой.

В таком корме в 1 кг содержится 36,5 МДж обменной энергии. Кормовой животный жир при изготовлении должен содержать не более 0,55 влаги, перекисное число 0.03 %, температура плавления 42 °С. Включают кормовые жиры в рационы свиней не только для повышения уровня энергии в рационе, но и как средство обеспечивающее эффективное действие витаминов А, Д, Е. Одной из проблем формирования стратегии приготовления высокоэнергетических кормовых добавок является дорогостоящее оборудование и затраты электроэнергии. Необходимо отметить, что обогащение зерновой кормосмеси жиром животным кормовым и цеолитом молодняку свиней на доращивании является перспективным направлением в повышении продуктивности и сохранности молодняка.

В этой связи **целью исследований** явилось изучение влияния разных доз цеолита и кормового жира на продуктивность и некоторые морфо – биохимические показатели крови молодняка свиней на доращивании [3,4].

Условия, материалы и методы. Экспериментальная часть работы выполнена в Карачевском районе Брянской области по схеме опыта приведенной в таблице 1. Объектом исследований являлся клинически здоровый молодняк свиней на доращивании крупной белой породы.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, гол	Условия кормления и содержания в опыте
I- контрольная	12	ОР (зерновая кормосмесь)
II- контрольная	12	ОР +2,0 % цеолита от сухого вещества рациона +20 г жира кормового животного в сутки на голову
III- контрольная	12	ОР +3,0 % цеолита от сухого вещества рациона +15 г жира кормового животного в сутки на голову

Всего для формирования подопытных групп для проведения научно-хозяйственного опыта были отобраны 36 голов молодняка свиней [5]. Средняя живая масса животных перед началом учетного периода колебалась в пределах 13,1 – 12,8 кг, которых после взвешивания распределили на три группы по 12 голов в каждой. Первая группа контрольная и получала основной рацион с доставкой 20 МДж обменной энергии в сутки в соответствии с общепринятыми нормами.

Вторая опытная группа в течение опыта к основному рациону дополнительно молодняку свиней скармливали 2,0 % цеолита от сухого вещества рациона Хотынецкого месторождения и 20 г жира кормового животного, приготовленного на мясоперерабатывающем комбинате «Царь-Мясо», и третья опытная группа получила к рациону 3,0 % цеолита от сухого вещества рациона и 15 г жира кормового животного. Эксперимент на молодняке свиней был проведен по методу сбалансированных групп. Учетный период в опыте длился 60 суток, в котором вели наблюдения за поедаемостью кормов, где скармливали 1,7 кг кормосмеси. В конце опыта были отобраны от трех животных из каждой группы образцы крови для определения некоторых морфо - биохимических показателей крови. Учет продуктивности животных определяли по результатам взвешивания каждой головы индивидуально по группам.

Результаты и обсуждение. Свиньи раннего возраста лучше используют зерновую кормосмесь мелкого помола около 1 мм. В состав зерновой кормосмеси входят: ячмень – 0,5 кг, овес – 0,3 кг, пшеница – 0,2 кг. В 1 кг кормосмеси содержится: сухого вещества 858 г, переваримого протеина - 86,2 г, лизина – 4,06 г, метионина – 1,8 г, цестина – 1,88 г, кальция – 1,14 г, фосфора – 3,6 г. Контрольная группа молодняка свиней в сутки получала 20 МДж кормового животного обменной энергии, вторая опытная группа с учетом скармливания жира кормового животного 20,73 МДж, и третья опытная группа получала в сутки 20,55 МДж. Расчеты показали, животные второй опытной группы получали с рационом обменной энергии на 3,65 % больше по сравнению с контрольной группой, а

в третьей опытной группе соответственно на 2,75 % больше. Эти данные согласуются с полученными данными и других отечественных ученых [6,7,8,9] и показали, что продуктивных эффект включенных добавок животным в опытных группах обусловил увеличение живой массы и среднесуточных приростов, данные об изменениях которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Изменение живой массы и среднесуточных приростов у молодняка свиней на доращивание

Показатель	Группа		
	I-контрольная	II-опытная	III-опытная
Живая масса в начале опыта, кг	13,0 ± 0,17	12,8 ± 0,17	13,1 ± 0,13
Живая масса в конце опыта, кг	42,2 ± 0,35	43,1 ± 0,32	44,0 ± 0,42
Абсолютный прирост, кг	29,2 ± 0,30	30,3 ± 0,29	30,9 ± 0,18
Среднесуточный прирост за период опыта, г	487 ± 3,0	505 ± 2,5*	515 ± 1,53**
% к контролю	100,0	103,7	105,7
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, мДж	41,06	41,04	40,69

Анализ полученных результатов, сведенных в таблицу 2 убеждает, что обогащение основного рациона цеолитом и жиром кормовым животным в предлагаемых дозировках, обеспечило достоверное повышение среднесуточных приростов. Так, во второй опытной группе, которой добавляли к кормосмеси в сутки 2,0 %, цеолита от сухого вещества рациона и 20 кг жира кормового животного способствовало увеличению приростов на 3,7 %, тогда как в третьей опытной группе, где скармливали добавки соответственно в дозах 3,0 % и 15 г уже на 5,7 %. Такой положительный продуктивный эффект свидетельствует, что минимальное количество извлеченной обменной энергии из добавок более полно используется и трансформируется в продукцию, что согласуется с другими исследованиями [10-13], и подтверждается меньшими затратами обменной энергии на формирование 1 кг прироста. В конце опыта были взяты образцы крови для изучения некоторых морфо-биохимических показателей крови у молодняка свиней, которые приведены в таблице 3.

Таблица - 3 Морфо-биохимических показателей крови у молодняка свиней при скармливании цеолита и жира кормового животного

Показатель	Группа		
	I- контрольная	II-опытная	III-опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,0 ± 0,14	5,5 ± 0,18	5,1 ± 0,21
Лейкоциты, $10^9/л$	14,0 ± 2,0	13,8 ± 1,55	13,7 ± 1,09
Гемоглобин, г/л	91,0 ± 2,2	93,0 ± 3,31	93,8 ± 4,21
Общий белок, г/л	100,0 ± 2,85	98,5 ± 2,50	91,8 ± 3,45
Альбумины, г/л	36,6 ± 0,75	37,4 ± 1,10	39,7 ± 1,2
Глобулины, г/л	63,4 ± 3,44	61,1 ± 1,4	52,1 ± 1,6
Кальций, ммоль	2,9 0,19	3,4 0,2	3,5 0,3
Неорганический фосфор, ммоль [5]	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,4	1,6 ± 0,5

Система крови является индикатором состояния организма, а действие форменных элементов, влияющих на важнейшие функции жизнедеятельности организма, можно в опыте рассматривать как модель поведения других клеток.

Скармливание молодняку свиней на доращивании в составе зерновой кормосмеси цеолита и жира кормового животного разных доз оказало не однозначное действие на некоторые морфо - биохимические показатели крови. Так, во второй опытной группе где добавляли в кормосмесь 2,0 % цеолита от сухого вещества рациона и 20 г жира кормового животного в сутки на голову количество гемоглобина было больше на 2,2 %, кальция на 17,2 % и фосфора на 15,4%. В третьей опытной группе, животные которой получали в сутки на голову 3, 0 % цеолита от сухого вещества рациона и 15 г жира кормового животного в дополнении к основному количеству гемоглобина в крови зафиксировано было больше на 3,07%, кальция на 20,6 %, а фосфора неорганического на 23,07 % в сравнении с контрольными показателями первой группы.

Обогащение зерновой кормосмеси цеолитом и жиром кормовым животным молодняку свиней на доращивании в указанных дозировках несколько снизило действие белкового обмена, подтверждение тому меньшее содержание в крови общего белка второй опытной группы на 1,5 %, и в третьей на 8,2 %. Но скармливание добавок улучшило улучшение минерального обмена.

Выводы. Обогащение зерновой кормосмеси для молодняка свиней на доращивании разными дозами цеолита и жира кормового животного способствовало в опытных группах повышению среднесуточного прироста на 3,7 - 5,7 % в сравнении с контрольной группой и улучшить состояние минерального обмена в организме молодняка свиней в раннем возрасте.

Список источников

1. Голушко А.В., Рошин А.В., Пилук Н.В. Использование фосфоглицеридов в кормлении молодняка свиней // Зоотехническая наука Беларуси. 2022. Т. 57, № 1. С. 176-188.
2. Эмульсии фосфатидно-масляные в кормлении молодняка крупного рогатого скота и свиней / В.М. Голушко и др. // Зоотехническая наука Беларуси. 2019. Т. 54, № 1. С. 207-215.
3. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е. Продуктивность, обмен энергии и морфо-биохимические показатели крови под воздействием мергеле-сывороточной добавки у молодняка свиней на доращивании // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 31-37.
4. Менякина А.Г. Влияние природных минеральных добавок на морфо - биохимический статус крови и продуктивность молодняка свиней в зоне с повышенным содержанием радиоцезия // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (45). С. 112-115.
5. Сидоров И.И. Особенности обмена веществ и энергии у молодняка свиней при скармливании в составе кормосмесей пробиотических препаратов и сывороточно-минерально-витаминных добавок: дис. ... д-ра с.-х. наук. Курск, 2022. 359 с.
6. Применение природных цеолитов в комбикормах молодняка свиней / Л.Р. Михайлова и др. // Аграрная наука. 2021. № 3. С. 43-47.
7. Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю. Комбикорма с цеолитами для молодняка свиней // Ветеринарный врач. 2021. № 3. С. 23-29.
8. Влияние природных цеолитов на продуктивные качества молодняка свиней / Л.Р. Михайлова [и др.] // Зоотехния. 2021. № 10. С. 20 -23.
9. Эффективность кремнийсодержащих природных цеолитов в комбикормах для молодняка свиней / Л.Р. Михайлова и др. // АгроЗооТехника. 2021. Т. 4. № 2.
10. Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю. Комбикорма с цеолитами для молодняка свиней // Ветеринарный врач. 2021. № 3. С. 23-29.
11. Влияние кормовой добавки клиноцил при сочетанных микотоксикозах на сохранность и ростовые показатели молодняка свиней / П.В. Мирошниченко, Н.Н. Забашта, А.Н. Чернов[и др. // Ветеринария и кормление. 2023. № 7. С. 43-45.
12. Табакаева, О.В., Шинкарук П.А., Табакаев А.В. Новая гранулированная кормовая добавка на основе жира сардины тихоокеанской // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 3. С. 138 -147.
13. Харитонов Е.Л., Денькин А.И., Березин А.С. Оценка питательной и энергетической ценности кормовых жиров // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 24-28.

Информация об авторах:

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

А.Г. Менякина - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, menyakina77@yandex.ru.

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

И.И. Сидоров - доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора Брянского филиала ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория»

Н.И. Ярован - доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Information about the authors:

L.N. Gamko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, gamkol@mail.ru.

A.G. Menyakina - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, menyakina77@yandex.ru.

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

I.I. Sidorov - Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director of the Bryansk Branch FSBI "Central Scientific and Methodical Veterinary Laboratory".

N.I. Yarovan - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Chemistry, Oryol 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 26.02.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024, принята к публикации 27.03.2024.

The article was submitted 26.02.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

© Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е., Сидоров И.И., Ярован Н.И.

Научная статья
УДК 636.2.087.7

ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «МЕГАШАНС-I» И «МЕГАШАНС-II» В РАЦИОНАХ КОРОВ В СУХОСТОЙНЫЙ ПЕРИОД

Валентина Викторовна Гуйван

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Одним из путей повышения продуктивности и резистентности животных является сбалансированное и полноценное кормление. Однако в рационах зачастую наблюдается недостаток необходимых питательных и биологически активных веществ. Их дефицит можно компенсировать за счет использования в рационах кормовых добавок, богатых биологически активными веществами, которые оказывают положительное влияние на обменные процессы организма, естественную резистентность и продуктивность животных. В статье представлены результаты исследований по использованию в рационах коров в первую и вторую фазы сухостойного периода кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» и их влияние на последующую молочную продуктивность, естественную резистентность подопытных животных и экономическую эффективность. Установлено, что использование кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в кормлении коров в сухостойный период в количестве 3% от сухого вещества рациона способствует увеличению молочной продуктивности в последующую лактацию на 5,2-5,5% и повышению массовой доли жира в молоке на 0,24-0,25 п. п., массовой доли белка – на 0,08-0,09, массовой доли лактозы – на 0,30-0,36 п.п. и снижению содержания соматических клеток в молоке на 17,5-29,2%, что в результате позволило увеличить экономический эффект, который выразился в получении прибыли от реализации молока на 11,5% больше по сравнению с контролем. Включение в состав рационов стельных коров 1-й и 2-й фаз сухостойного периода разработанных кормовых добавок в количестве 3% от сухого вещества рациона оказало положительное влияние на общую резистентность их организма, что выразилось в увеличении бактерицидной активности сыворотки крови на 5,49 п.п. и лизоцимной активности сыворотки крови – на 0,5 п.п.

Ключевые слова. Сухостойные коровы, кормовые добавки, молочная продуктивность, качество молока, естественная резистентность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Гуйван В.В. Зоотехническая и экономическая эффективность применения кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в рационах коров в сухостойный период // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 41-45.

Original article

ZOOTECNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLYING FEED ADDITIVES "MEGASHANS-I" AND "MEGASHANS-II" IN COW DIETS DURING THE DRY PERIOD

Valentina V. Guivan

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Abstract. One of the ways to increase the productivity and resistance of animals is balanced and full feeding. However, diets often lack the necessary nutrients and biologically active substances. Their deficiency can be compensated by using feed additives being rich in biologically active substances which have a positive effect on the metabolic processes of the body, natural resistance and animal productivity. The article presents the results of researches on the use of Megashans-I and Megashans-II feed additives in the diets of cows in the first and second phases of the dry period and their impact on subsequent milk productivity, natural resistance of experimental animals and economic efficiency. It was established that the use of feed additives "Megashans-I" and "Megashans-II" in feeding cows in the dry period in an amount of 3% of the diet dry matter contributes to an increase in milk productivity in subsequent lactation by 5.2-5.5% and an increase in the mass fraction of fat in milk by 0.24-0.25 pp, mass fraction of protein - by 0.08-0.09, mass fraction of lactose - by 0.30-0.36 pp and an decrease in somatic cells content in milk by 17.5-29.2%, that, as a result, it made possible to increase the economic effect, which resulted in a profit from the sale of milk by 11.5% more compared to control. The inclusion in the diets of steel cows of the 1st and 2nd phases of the dry period of the developed feed additives in an amount of 3% of the diet dry matter had a positive effect on the general resistance of their body, which was expressed in an increase in the bactericidal activity of blood serum by 5.49 p.p. and lysozyme activity of blood serum - by 0.5 p.p..

Key words: dry cows, feed additives, milk productivity, milk quality, natural resistance, economic efficiency.

For citation: Guivan V.V. Zootechnical and economic efficiency of applying feed additives "Megashans-I" and "Megashans-II" in cow diets during the dry period // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 41-45.

Введение. Молочная продуктивность коров во многом определяется уровнем и полноценностью кормления. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности и высокой продуктивности современных пород сельскохозяйственных животных в первую очередь предъявляют повышенные требования к качеству их кормления. Выполнение этих требований можно обеспечить путем использования рационов, сбалансированных по всем основным питательным и биологически активным веществам, с применением высокоэффективных специальных добавок [1,2,3,4]. С увеличением генетического потенциала продуктивности молочного скота возрастает потребность в сбалансированном питании. Долголетие или срок продуктивного использования коров является важным показателем экономической эффективности молочного скотоводства [5]. Особо важное значение имеет кормление коров в сухостойный период, так как несбалансированное и полноценное питание оказывает негативное влияние на качество полученного потомства, и приводит к рождению незрелого, слабого, с недостаточной живой массой и впоследствии нежизнеспособного молодняка [6].

Уровень естественной резистентности организма теленка в большей степени зависит от состояния колострального иммунитета. Молозиво матери является единственным источником иммуноглобулинов, необходимых в раннем периоде жизни телят, поэтому от его качества и содержания в нем иммуноглобулинов зависит иммунный статус и устойчивость телят к неблагоприятным факторам внешней среды и возбудителям инфекционных болезней [7, 8]. Последние два месяца стельности коров являются критическими для развития плода, так как масса плода увеличивается в три и более раз, поэтому уровень кормления и сбалансированность рациона наравне с качеством кормов имеют очень важное значение [9]. При неполноценном кормлении коров в сухостойный период происходят изменения в устойчивости иммунитета, снижается резистентность и уровень иммунной реактивности, что сопровождается высокой заболеваемостью и гибелью телят в первые дни жизни [7, 10].

Цель исследований – определить зоотехническую и экономическую эффективность применения кормовых добавок «Мегашанс-1» и «Мегашанс-2» в рационах коров в сухостойный период.

Материалы и методы исследований. Для реализации поставленной цели проведены 2 хозяйственных опыта на коровах голштинской породы молочного скота отечественной селекции в 1-ю и 2-ю фазы сухостойного периода, продолжительностью 40 и 20 дней. Исследования проводились в условиях молочно-товарного комплекса «Добрино» УП «Рудаково» Витебского района. Сформировали 3 группы сухостойных коров (по 2-4 лактации) по 12 голов в каждой с учетом возраста, живой массы и уровня молочной продуктивности в предыдущую лактацию. В первую фазу сухостойного периода коровам 1-й контрольной группы скармливали основной рацион, принятый в хозяйстве, а коровам 2-й и 3-й опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-1» в количестве соответственно 1 и 3% от сухого вещества рациона. Во вторую фазу сухостойного периода этим же коровам 1-й контрольной группы скармливали также основной рацион, а коровам 2-й и 3-й опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-2» в объеме 1 и 3% от сухого вещества рациона.

В состав кормовой добавки «Мегашанс-1» входят: кормовые дрожжи – 30%, фолиевая кислота – 0,005, карбамид кормовой (защищенная мочевины) – 7,0, шрот соевый кормовой – 21 и наполнитель доломитовая мука – 42% (41,995%). В состав кормовой добавки «Мегашанс-2» входят: дрожжи кормовые – 10%, шрот соевый – 18, карбамид кормовой (защищенная мочевины) – 7,0, пропиленгликоль – 20,0 и наполнитель отруби пшеничные – 45%.

Условия содержания подопытных животных были одинаковыми. Параметры микроклимата соответствовали рекомендуемым нормам.

В начале опыта, а также на 39-й и 60-й дни у 6 коров из каждой опытной группы отбирали кровь для определения бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови. Кровь брали через 2,5-3,0 ч после утреннего кормления с соблюдением правил асептики и антисептики из яремной вены в стерильные пробирки без стабилизатора. Исследование бактерицидной активности сыворотки крови проводили по О. В. Смирновой и Т. А. Кузьминой по отношению к суточной культуре кишечной палочки (*E. coli*) штамма № 187; лизоцимную активность сыворотки крови определяли методом В. Г. Дорофейчука, в качестве тест-культуры использовали суточную агарную культуру *Micrococcus lisodeicticus*.

На 10-й, 60-й и 150-й дни лактации определяли молочную продуктивность коров по среднесуточному удою и показатели качества. На 60-й и 150-й день лактации определяли качество молока согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Оценку качества молока осуществляли в соответствии с действующими ГОСТ по следующим показателям: плотность – по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности»; титруемая кислотность – по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»; массовая доля жира – по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»; массовая доля белка – по ГОСТ 25179-90 «Молоко. Методы

определения белка»; массовая доля лактозы и СОМО – на анализаторе качества молока «Лактан 1-4М исполнения 600 Ultra»; количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток «EcomilkScan».

Экономическую эффективность результатов исследований рассчитывали с учетом стоимости кормовых добавок, стоимости и себестоимости полученного молока. В итоге определяли прибыль от реализованного молока и дополнительную прибыль от его реализации в сравнении с контролем.

Цифровой материал обработан методом биометрической статистики. В работе приняты следующие обозначения уровня значимости: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

Результаты и их обсуждение. Использование в составе рационов сухостойных коров кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» оказало положительное влияние на молочную продуктивность подопытных животных (рис. 1). Анализ экспериментальных данных показал, что на 10 день лактации молочная продуктивность коров 2-й опытной группы была больше на 5,7%, 3-й опытной группы – на 6,8% по сравнению с коровами 1-й контрольной группы. К 60-му дню лактации молочная продуктивность коров всех групп планомерно увеличилась, что является закономерным процессом в период раздоя, но в тоже время продуктивность коров 2-й опытной группы превышала удой коров 1-й контрольной группы на 1,3 кг, или на 4,8% и 3-й опытной группы – на 1,5 кг, или на 5,5%. На 150 день лактации удой во всех группах коров стал несколько ниже по сравнению с начальным периодом. При этом показатели 2-й и 3-й опытных групп превышали удой коров 1-й контрольной группы. Так, удой коров 2-й опытной группы превышал удой животных 1-й контрольной группы на 1,1 кг, или на 4,4%, продуктивность коров 3-й опытной группы была выше на 1,3 кг, или на 5,2%, чем в контроле, но без достоверных различий.

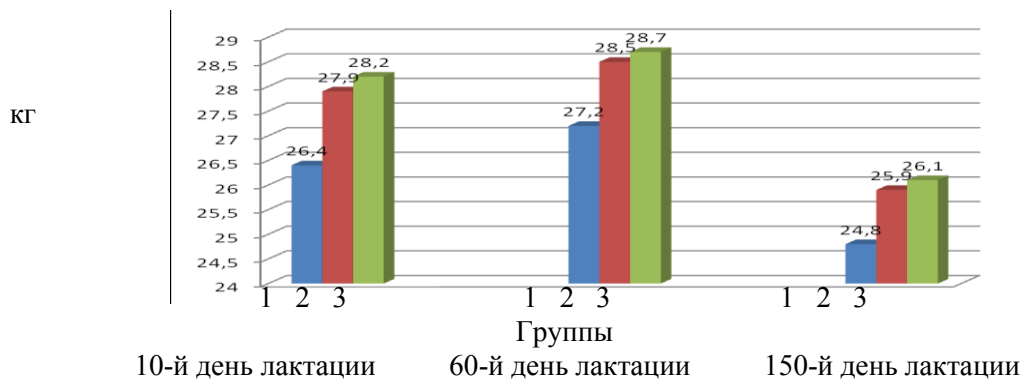


Рисунок 1 – Среднесуточные удои коров, кг

На 60-й и 150 день лактации отбирали пробы молока подопытных животных для определения показателей его качества (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели качества молока подопытных коров

Группа	Плотность, °А	Кислотность, °Т	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	СОМО, %	Соматические клетки, тыс./см ³
60-й день после отела							
1-я контрольная	30,7±0,48	17,5±0,24	3,63±0,08	3,08±0,04	4,54±0,06	8,62±0,10	329±19,7
2-я опытная	30,8±0,34	16,9±0,18*	3,83±0,05*	3,11±0,03	4,82±0,05**	8,76±0,09	295±24,6
3-я опытная	31,7±0,09*	16,6±0,20**	3,88±0,04**	3,16±0,02*	4,90±0,02***	8,82±0,08	233±17,7***
150-й день после отела							
1-я контрольная	29,2±0,3	17,2±0,23	3,67±0,04	3,12±0,03	5,01±0,04	8,65±0,09	257±18,8
2-я опытная	30,1±0,29*	16,8±0,21	3,87±0,05*	3,16±0,03	5,19±0,07	8,76±0,09	221±13,2
3-я опытная	30,8±0,11***	16,5±0,16*	3,91±0,07*	3,21±0,02*	5,31±0,02***	8,99±0,06***	212±11,7*

На 60 день лактации, анализ данных исследований показал, что показатели качества молока у животных подопытных групп имели существенные различия. Так, у коров 2-й и 3-й опытных групп титруемая кислотность была ниже соответственно на 0,6 (P<0,001) и 0,9 °Т (P<0,01), чем у животных 1-й контрольной группы. Отмечается достоверное превосходство коров 2-й опытной группы над животными 1-й контрольной группы по массовой доле жира в молоке на 0,2 п.п. (P<0,05), массовой доле лактозы – на 0,28 п.п. (P<0,01), у коров 3-й опытной группы соответственно – на 0,25 п.п. (P<0,01), 0,08 (P<0,05) и 0,36 п.п. (P<0,001). У животных опытных групп, по сравнению с контрольной группой

пой, была выше плотность молока и СОМО. Содержание соматических клеток в молоке коров 3-й опытной группы было ниже на 96 тыс. в 1 см³, или на 29,2% (P<0,001) по сравнению с контролем.

На 150 день учетного периода лактации также отмечено достоверное превосходство по показателям качества молока коров 2-й и 3-й опытных групп над коровами 1-й контрольной группы. Так, плотность молока у коров 2-й опытной группы была больше на 3,1% (P<0,05), у аналогов 3-й опытной группы – на 5,5% (P<0,001), чем у животных 1-й контрольной группы, по массовой доле жира в молоке соответственно – на 0,2 (P<0,05) и 0,24 п.п. (P<0,05), массовой доле белка – на 0,04 и 0,09 (P<0,05), массовой доле лактозы – на 0,08 и 0,30 (P<0,001) и СОМО – на 0,11 и 0,34 п.п. (P<0,001). Содержание соматических клеток в молоке коров 1-й контрольной группы было выше на 36 тыс. в 1 см³, или на 14,0% по сравнению с животными 2-й опытной группы и на 55 тыс. в 1 см³, или на 17,5% (P<0,05) по сравнению с аналогами 3-й опытной группы.

Использование в составе рационов коров в 1-ю и 2-ю фазы сухостойного периода комплексных кормовых добавок оказало положительное влияние на естественную резистентность их организма (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели естественной резистентности организма коров

Группа	Период опыта		
	начало	39 день	60 день
Бактерицидная активность сыворотки крови, %			
1-я контрольная	60,04±1,75	65,76±1,31	63,14±1,43
2-я опытная	61,43±1,75	68,79±1,57	67,45±1,58*
3-я опытная	59,57±1,43	69,39±1,17*	68,63±1,29**
Лизоцимная активность сыворотки крови, %			
1-я контрольная	4,3±0,43	4,6±0,39	4,5±0,20
2-я опытная	4,4±0,25	4,8±0,23	4,7±0,24
3-я опытная	4,3±0,19	5,1±0,21	5,0±0,16*

В начале опыта бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови коров всех подопытных групп были в пределах физиологической нормы и существенных отличий между ними не наблюдалось. На 39 день опыта, при определении бактерицидной активной сыворотки крови выявлено достоверное различие между животными 3-й опытной группы и 1-й контрольной группы на 3,63 п.п. (P<0,05). Показатели лизоцимной активности сыворотки крови между подопытными группами были без достоверных различий, но у коров 2-й и 3-й групп просматривалась тенденция к повышению этого показателя. На 60 день опыта отмечено достоверное превосходство по показателям бактерицидной активности сыворотки крови коров 2-й опытной группы на 4,31 п.п. (P<0,05) и животных 3-й опытной группы на 5,49 п.п. (P<0,01) над аналогами 1-й контрольной группой. Также наблюдалось достоверное повышение лизоцимной активности сыворотки крови у коров 3-й опытной группы на 0,5 п.п. (P<0,05) по сравнению с контролем.

Применение в составе рационов сухостойных коров кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» способствует получению дополнительной прибыли за счет повышения количества и качества молока, на что указывает расчет экономических показателей (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность результатов исследований

Показатели	Группы		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Количество коров, гол	12	12	12
Учетный период продуктивности коров, дней	143		
Среднесуточный удой на одну корову, кг	26,4	27,7	28,0
Валовой надой, ц	453,0	475,3	480,5
Стоимость 1 ц молока, руб.	104,6	105,1	106,2
Стоимость валового надоя, руб.	47383,8	49954,0	51029,1
Себестоимость 1 ц молока, руб.	85,9		
Себестоимость валового надоя, руб.	38912,7	40828,3	41275,0
Стоимость кормовых добавок, руб.	-	103,7	311,1
Прибыль от реализации полученного молока, руб.	8471,1	9022,0	9443,0
В % к контролю	100	106,5	111,5
Дополнительная прибыль от реализации молока, руб.	-	550,9	971,9
Дополнительная прибыль в расчете на одну голову, руб.	-	45,9	81,0

Расчет экономического эффекта проводили с учетом стоимости кормовых добавок, стоимости и себестоимости полученного молока исходя из средних цен за 2023 год. Анализ исследований показал, что за период исследования от коров 2-й и 3-й опытных групп валовой надой молока и его себе-

стоимость были выше, чем от коров 1-й контрольной группы. С учетом этих показателей, а также стоимости кормовых добавок, прибыль от реализации полученного молока во 2-й опытной группе была на 6,5%, в 3-й опытной группе – на 11,5% выше в сравнении с 1-й контрольной группой. Наиболее высокий экономический эффект получен в 3-й опытной группе.

Выводы. Установлено, что использование в составе рационов коров в сухостойный период изучаемых кормовых добавок количестве 3% от сухого вещества рациона способствует увеличению их последующей продуктивности на 6,8–4,5% и позволяет улучшить показатели качества молока, о чем свидетельствует повышение на 60 и 150 дни лактации массовой доли жира соответственно на 0,25 ($P<0,01$) и 0,24 п.п. ($P<0,05$), массовой доли белка – на 0,08 и 0,09 п.п. ($P<0,05$), массовой доли лактозы – на 0,36 и 0,30 ($P<0,001$), снижение уровня титруемой кислотности и содержания соматических клеток в молоке на 29,2 ($P<0,001$) и 17,5% ($P<0,05$) по сравнению с контролем. Включение в состав рационов стельных коров 1-й и 2-й фаз сухостойного периода комплексных кормовых добавок в количестве 3 % от сухого вещества рациона оказало положительное влияние на общую резистентность их организма, что выразилось в увеличении бактерицидной активности сыворотки крови на 5,49 п.п. ($P<0,01$) и лизоцимной активности сыворотки крови – на 0,5 п.п. ($P<0,05$). Использование разработанных кормовых добавок в количестве 3% от сухого вещества рациона в кормлении сухостойных коров позволяет получить прибыль от реализации молока на 11,5% больше, чем в контроле.

Список источников

1. Значение компонентов полноценности кормления лактирующих коров / Л.Н. Гамко, А.Г.Менякина, В.Е. Подольников, Е.А. Мицурина // Вестник аграрной науки. 2023. № 4 (103). С. 65-70.
2. Барымова, О.П. Влияние пробиотика «Бацелл» на молочную продуктивность и качество молока // Вестник Курской ГСХА. 2023. № 6. С. 115-118.
3. Гамко Л.Н., Кубышкин А.В., Менякина А.Г. Эффективность производства молока при контроле рационов по широкому комплексу показателей // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 26-30.
4. Влияние качества кормов на продуктивность дойных коров с высоким генетическим потенциалом / Л.Н. Гамко, Е.А. Лемеш, А.В. Кубышкин., О.Н. Будникова // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2 (78). С. 24-27.
5. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров: монография / Н.И. Гавриченко, В.С. Прудников, Р.Г. Кузьмич и др. Витебск: ВГАВМ, 2020. 332 с.
6. Влияние кормовых средств нового поколения на обмен веществ сухостойных коров в условиях Центральной Якутии / П.П. Борисова и др. // Ветеринария и кормление. 2023. № 4. С. 6-10.
7. Эфендиев, Б.Ш., Вороков А.С. Уровень минерального питания стельных коров и его влияние на эмбриональное и постэмбриональное развитие телят // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. № 2(160). С. 111-115.
8. Лермонтов, А.Ю. Состав молозива и молока коров в зависимости от продолжительности сухостойного периода // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2019. Т. 55, № 4. С. 184-188.
9. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Тагиров М.Ш. Влияние витаминно-минеральных премиксов и монопропиленгликоля на метаболические процессы у коров // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 6. С. 19-21.
10. Мошкина С.В. Эффективность различных рационов кормления коров в сухостойный период // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства: сб. ст. по материалам Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. Курган, 11 апреля 2019 г. Курган, 2019. С. 62-66.

Информация об авторе:

В.В. Гуйван – аспирант кафедры гигиены животных имени профессора В.А. Медведского УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Information about the author:

V.V. Guivan – Graduate student of the Department of Animal Hygiene Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine.

Автор несет ответственность за свою работу, представленные данные и плагиат.

The author is responsible for his work, submitted data and plagiarism.

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024, принята к публикации 27.03.2024.

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

© Гуйван В.В.

Научная статья
УДК 636.22/28.087.7

КОРМОВАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ

Елена Владимировна Михалева, Леонид Никифорович Гамко, Анна Георгиевна Менякина
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, с. Кокино, Россия

Аннотация. Авторы в статье приводят результаты исследований по скармливанию кормовой добавки на основе гуминовых кислот и комплекса химических элементов и ее влияние на продуктивность, некоторые качественные показатели молока и эффективность производства продукции. Включение в состав силосно – сенажно - концентратного типа кормления лактирующим коровам кормовой добавки с гуминовыми кислотами, микроэлементами, которые в желудочно-кишечном тракте создают комплексы биологического действия, улучшают пищеварительные процессы. Применение кормовой добавки в кормлении дойных коров во второй период лактации с суточным поступлением обменной энергией 139,4 МДж и 108,5 г переваримого протеина способствовало увеличению суточного удоя на 7,8 % и снижению затрат обменной энергии на синтез 1 кг молока на 7,7 % у животных в опытной группе. Количество молочного жира и белка в молоке коров опытной группы было больше соответственно на 9,7 и 5,0 %, количество сухого обезжиренного молочного остатка было больше на 0,2 % в опытной группе. Результаты экономической эффективности включения в рационы дойных коров кормовой добавки на основе гуминовых кислот в количестве 100 г в сутки на голову позволило при производстве молока получить прибыли больше в опытной группе на 12940 рублей за счет полученной дополнительной продукции. Окупаемость дополнительных затрат в эксперименте составила 34,11 рублей. Уровень рентабельности производства молока с применением кормовой добавки в рационах коров в опытной группе был больше на 11,10 % в сравнении с контролем.

Ключевые слова: дойные коровы, гуминовые вещества, массовая доля жира, белка.

Для цитирования: Михалева Е.В. Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Кормовая добавка на основе гуминовых кислот в рационах дойных коров // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 46-49.

Original article

FEED ADDITIVE BASED ON HUMIC ACIDS IN THE DIETS OF DAIRY COWS

Elena V. Mikhalyova, Leonid N. Gamko, Anna G. Menyakina

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The authors of the article present the results of researches on feeding a feed additive based on humic acids and a complex of chemical elements and its effect on productivity, some milk quality indicators and production efficiency. The inclusion of a feed additive with humic acids and microelements in the silage-haylage-concentrate type of feeding for lactating cows, which create complexes of biological action in the gastrointestinal tract and improve digestive processes. The use of a feed additive in feeding dairy cows in the second lactation period with a daily intake of metabolic energy of 139.4 MJ and 108.5 g of digestible protein contributed to an increase in daily yield by 7.8% and a decrease in metabolic energy consumption for the synthesis of 1 kg of milk by 7.7% in animals in the experimental group. The amount of milk fat and protein in the milk of the cows of the experimental group was higher by 9.7 and 5.0%, respectively, the amount of dry skimmed milk residue was higher by 0.2% in the experimental group. The results of the economic efficiency of including a feed additive based on humic acids in the diets of dairy cows in the amount of 100 g per day per head made it possible to obtain more profit in the experimental group in milk production by 12,940 rubles due to the additional products obtained. The payback of additional costs in the experiment was 34.11 rubles. The level of profitability of milk production using a feed additive in the diets of cows in the experimental group was 11.10% higher compared to the control.

Keywords: dairy cows, humic substances, mass fraction of fat, protein.

For citation: Mikhalyova E.V., Gamko L.N., Menyakina A.G. Feed additive based on humic acids in the diets of dairy cows. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024; 2(102): 46-49.

Введение. В современных экономических условиях нашей страны отрасль скотоводства развивается динамично. Улучшаются технологические приемы содержания скота, заготовки, приготовления и скармливания кормов. Повышение биологической полноценности питательных веществ, поступивших из рационов в желудочно-кишечный тракт, возможно за счет оптимизации определенных соотношений энергии, протеина и минеральных веществ [1-4]. В организме животных макро- и микроэлементы участвуют буквально во всех биохимических и физиологических процессах. Они регулируют обмен веществ, участвуют в синтезе ферментов и гормонов, образовании молока. Известно, что чем выше продуктивность у коров, тем точнее необходимо балансировать рационы с учетом детализированных норм кормления, так как дефицит хотя бы одного из нормируемых химических элементов может стать причиной ухудшения здоровья, снижения удоя в период лактации и преждевременного выбытия из стада [5-8]. Гуминовые препараты, приготовленные из различных природных мате-

риалов, испытаны практически во всех отраслях животноводства и растениеводстве, где их применение характеризуется высокой эффективностью [9-14,16].

Цель исследований - изучить действие кормовой добавки, полученной на основе гуминовых кислот на продуктивность и использование обменной энергии в организме дойных коров.

Материалы и методы исследований. Эксперимент по изучению влияния кормовой добавки, приготовленной на основе гуминовых кислот в составе зерновой кормосмеси на продуктивность дойных коров черно – пестрой породы был проведен в условиях молочнотоварной фермы ООО «Молотино». На начальном подготовительном этапе проведения научно – хозяйственного опыта нами было отобрано 20 голов дойных коров, которых распределили на две группы по 10 голов в каждой. Эксперимент проводили методом сбалансированных групп на протяжении 40 суток. Схема проведенного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема научно – хозяйственного опыта

Группа	Фаза лактации	Характеристика кормления коров в эксперименте
I - контрольная	вторая половина	ОР (основной рацион)
II - контрольная	вторая половина	ОР + 100 г кормовой добавки в сутки на голову

В период эксперимента коровы в опытной группе получали такой же рацион, как и в контрольной, но опытной группе вместе со злаковой зерновой кормосмесью скармливали 100 г кормовой добавки, приготовленной на основе гуминовых кислот ежедневно. В состав рациона (в сутки на голову) включали: сено клеверно – тимофеечное – 1 кг, силос разнотравный – 20 кг, солома ячменная – 2,0 кг, сенаж горохо – овсяный – 8 кг, зерновая кормосмесь, дерть пшеничная – 1 кг, дерть ячменная – 1 кг, дерть овсяная – 1 кг, плющенное зерно кукурузы – 2,0 кг. Расчеты показали, что в 1 кг сухого вещества данного рациона содержалось: 10,2 МДЖ обменной энергии, 135,5 г сырого протеина, 79,0 г переваримого протеина, 288,8 г сырой клетчатки, 198,0 г крахмала, 26,0 г сахара, 6,7 г кальция, 3,3 г фосфора, 34,3 мг каротина, витамина Д – 0,9 тыс. МЕ, витамина Е – 35,3 мг.

В период опыта тип кормления определен как силосно – сенажно – концентратный.

В период контрольной дойки отбирали средние пробы молока с целью определения массовой доли жира, белка и других показателей. Качественные показатели молока дойных коров определяли по классическим общепринятым методикам. Все полученные в эксперименте данные подвергли методу статистической математической обработки [15].

Результаты и их обсуждение. В состав кормовой добавки входит широкий спектр минералов, аминокислот и микроэлементов, которые усиливают биологический эффект при скармливании кормов рациона. Так, при добавлении к основному рациону дойным коровам кормовой добавки на основе гуминовых кислот в составе зерновой кормосмеси отмечали высокую биодоступность нутриентов рациона.

Молочная продуктивность лактирующих коров в опыте и некоторые показатели характеризующие качество молочной продукции приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели продуктивности подопытных дойных коров при скармливании кормовой добавки

Показатель	Группа	
	I - контрольная	II - опытная
Суточный удой, кг./ гол.	15,3 ± 0,26	16,5 ± 0,15**
Процент к контролю	100,0	107,8
Получено молока от коровы за опыт, кг.	612	666
Количество молока базисной жирности, кг.	634,7	690,2
Процент к контролю	100,0	108,7
Массовая доля молочного жира, %	3,63 ± 0,03	3,66 ± 0,04
Массовая доля молочного белка, %	3,08 ± 0,05	3,11 ± 0,03
Количество молочного жира, кг.	23,03	25,26
Количество белка в молоке, кг.	19,55	20,53
Плотность молока, г/см ³	1,028	1,027
Титруемая кислотность, °Т	18,1 ± 0,20	17,6 ± 0,27
Показатель СОМО, %	8,6 ± 0,14	8,8 ± 0,09
Соматических клеток, тыс. в 1 см ³	480 ± 8,6	482 ± 8,1

Скармливание дойным коровам кормовой добавки на основе гуминовых кислот в рационе, в котором преобладали силос, сенаж и зерновая смесь из злаков способствовало увеличению суточного удоя на 7,8 % у коров в опытной группе в сравнении с коровами-аналогами в контрольной группе. Качественные показатели молока, как массовая для жира и белка фиксировались практически на одном уровне.

Количество молочного жира и белка в надоемном молоке было в опытной группе несколько больше, так как включение кормовой добавки лактирующим коровам в состав их рациона оказало поло-

жительное действие на увеличение удоя за период опыта в целом. При скармливании дойным коровам силосно – сенажно – концентратного типа рациона во второй период лактации, как правило, возникает дефицит двух незаменимых аминокислот: метионина и лизина, что могло сказаться на переходе белка в молоко, так как эти две аминокислоты лимитируют использование обменного белка. В молоке, надоеном от коров опытной группы, количество сухого обезжиренного молочного остатка было на 0,2% больше в сравнении с пробами молока от коров контрольной группы.

Все это дает основание считать, что скармливание кормовой добавки в состав которой входят гуминовые кислоты, макро – и микроэлементы, попадая в желудочно – кишечный тракт положительно влияет на полезную микрофлору, что сказывается на улучшении процессов пищеварения, на использовании поступивших питательных веществ, влияющих на повышение продуктивности и качество полученной продукции.

По завершению эксперимента был сделан расчет показателей экономической эффективности производства молока в сельскохозяйственной организации при использовании кормовой добавки на основе гуминовых кислот в рационах дойных коров во второй период лактации. Для определения экономической эффективности были взяты данные стоимости израсходованных кормов и полученной продукции и кормовой добавки за период опыта, а также использованы некоторые данные бухгалтерской отчетности. Данные об экономической эффективности использования в кормлении дойным коровам кормовой добавки приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения кормовой добавки в кормлении дойных коров

Показатель	Группа	
	I - контрольная	II - опытная
Удой молока по группе за учетный период, кг.	6120	6600
Затрачено энергетических кормовых единиц на синтез 1кг молока, ЭКЕ	0,91	0,84
Прирост молочной продукции, кг.	-	+480
Стоимость израсходованных кормов за период опыта, руб.	73730	73730
Затраты денежных средств на скормленную кормовую добавку, руб.	-	380
Затраты: ●Зарплата оператору машинного доения, руб. ●Стоимость электроэнергии израсходованной за период опыта, руб. ●Горючесмазочные материалы, руб. ●Ветеринарное обслуживание дойных коров, руб. ●Прочее, руб.	43200	43200
Суммарные затраты, руб.	116930	116950
Цена реализации молока, руб./ 1 кг.	27	27
Суммарная выручка от реализации молока, руб.	165240	178200
Получено всего прибыли, руб.	48310	61250
Рентабельность, %	41,30	52,40
Получено прибыли на 1 руб. дополнительных затрат, руб.	-	34,11

Анализ показателей экономической эффективности применения кормовой добавки на основе гуминовых кислот в кормлении дойных коров в количестве 100 г в сутки на голову убедительно свидетельствует о положительном ее влиянии на продуктивность и позволило увеличить уровень рентабельности производства молока на 11,10% больше в сравнении с контрольной группой. С учетом стоимости кормовой добавки и затрат на ее покупку за период опыта было получено 34,11 рубля дополнительного дохода, что подтверждает высокую экономическую эффективность ее применения в кормлении дойных коров.

Заключение. Скармливание кормовой добавки на основе гуминовых кислот дойным коровам в количестве 100 г в сутки на голову на протяжении 40 дневного эксперимента достоверно увеличило их суточный удой на 7,8% и позволило снизить затраты обменной энергии на синтез 1 кг молока на 7,7 %. Расчет экономического эффекта применения кормовой добавки на основе гуминовых кислот в опыте указывает на повышения уровня рентабельности производства молока на 11,10 % по отношению к контрольной группе, потреблявшей исходный рацион, принятый в хозяйстве.

Список источников

1. Технология приготовления кормосмесей для лактирующих коров с включением плющенного консервированного зерна с минеральной добавкой «Стимул» / Л.Н. Гамко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 61-67.
2. Состав кормосмесей и их энергетическая питательность для лактирующих коров в период раздоя / Л.Н. Гамко и др. // Зоотехния. 2021. № 3. С. 13 -17.
3. Молочная продуктивность коров при повышенном уровне потребления питательных веществ и энергии / В.Е. Подольников и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 47-52.

4. Гамко Л.Н., Кубышкин А.В., Менякина А.Г. Эффективность производства молока при контроле рационов по широкому комплексу показателей // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 26-30.
5. Влияние минеральной кормовой добавки на молочную продуктивность лактирующих коров / Е.М. Ермолова, С.М. Ермолов, Н.М. Костомахин и др. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. №12. С. 3-10.
6. Влияние минерального гранулированного комплекса на молочную продуктивность качественные показатели молока коров / С.И. Николаев, Д.А. Ранделин, Н.М. Костомахин и др. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 7. С. 33-42.
7. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Мицурина Е.А. Переваримость питательных веществ и использование азота у лактирующих коров при скармливании кормосмеси с минеральными добавками // Вестник Ульяновской ГСХА. 2022. № 1 (57). С.194-199.
8. Лемеш Е.А., Гулаков А.Н., Шепелев С.И. Влияние кормовой добавки на показатели продуктивности лактирующих коров // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 6 (100). С. 57-60.
9. Кормовая добавка на основе гуматов для повышения мясных качеств сельскохозяйственной птицы / В.Е. Подольников и др. // Зоотехния. 2021. № 4. С. 8-12.
10. Смирнова Ю.М., Платонов А.В., Шамахов А.А. Показатели крови коров при включении в рацион добавки на основе гуминовых кислот // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8 (185). С. 100-105.
11. Васильев А.А., Веденцова Л.В., Сивохина Л.А., Кузнецов М.Ю. Передовой опыт использования кормовой добавки на основе гуминовых кислот для оптимизации рационов и повышения молочной продуктивности коров // Зоотехния. 2023. № 11. С. 13-14.
12. Применение в рационе молочного скота кормовой добавки на основе гуминовых кислот / Х.З. Валитов, А.И. Фролкин, М.В. Забелина, В.А. Корнилова // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. С. 58-61.
13. Эффективность применения кормовой добавки на основе гуминовых веществ в рационе высокопродуктивных коров / М.В. Механикова, Е.В. Кочнева, Т.В. Папушина и др. // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 1 (49). С. 51-62.
14. Валитов Х.З., Фролкин А.И. Кормовые добавки на основе гуминовых кислот и их влияние на показатели продуктивности крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 6 (203). С. 3-13.
15. Биометрия в MS Excel: учебное пособие для вузов / Е.Я. Лебедько, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 172 с.
16. Мицурина Е.А. Продуктивность лактирующих коров и качественные показатели молока при скармливании в составе кормосмеси природных минеральных добавок "Стимул" и смектитного трепела: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 - Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. Курск, 2022. 124 с.

Информация об авторах:

Е.В. Михалева – 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, gamkol@mail.ru.

А.Г. Менякина - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, menyakina77@yandex.ru.

Information about the authors:

EV. Mikhalyova - Graduate Student of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science 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 Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, gamkol@mail.ru.

A.G. Menyakina - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, menyakina77@yandex.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 12.03.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024, принята к публикации 27.03.2024.

The article was submitted 12.03.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

© Михалева Е.В., Гамко Л.Н., Менякина А.Г.

Научная статья
УДК 636.1.082.2

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЛОШАДЕЙ РЫСИСТЫХ ПОРОД

Светлана Евгеньевна Яковлева, Сергей Иванович Шепелев, Юлия Сергеевна Нестерова
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье приведены исследования по изучению влияния генеалогической принадлежности на работоспособность лошадей рысистых пород в условиях ООО «Конный завод «Локотской». Изучена работоспособность лошадей рысистых пород – различных классов резвости в зависимости от принадлежности к линиям и маточным семействам. Установлено, что Локотской конный завод является ведущим хозяйством по улучшению резвостных и породных качеств лошадей русской рысистой породы на территории Российской Федерации. В течение последних 12 лет заводом было получено 207 голов рысаков различных классов на дистанции 1600 м, из которых: всероссийские рекордисты класса резвости 2.00 и резвее – 34 головы (16,5 %); рекордисты класса резвости 2.00-2.05 – 4 головы (1,9 %), рысаки класса резвости 2.05 и резвее российской селекции – 158 голов (76,3 %), а также рысаки класса резвости 2.05 иностранного происхождения - 11 голов (5,3 %). В генеалогической структуре российских рысаков – победителей традиционных призов, преобладают линии американского происхождения Scotland и Volomite. Использование жеребцов указанных линий было эффективным как по количеству, так и по качеству полученных потомков. Из маточных семейств наиболее продуктивным по получению потомков высокого класса резвости является маточное семейство Миргородки.

Ключевые слова: линия, маточное семейство, рысистые лошади, ипподромные испытания, класс резвости, работоспособность.

Для цитирования: Яковлева С.Е., Шепелев С.И., Нестерова Ю.С. Влияние генеалогической принадлежности на работоспособность лошадей рысистых пород // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 50-54.

Original article

THE INFLUENCE OF GENEALOGICAL ASSIGNMENT ON THE WORKING CAPACITY OF TROTTING HORSES

Svetlana E. Yakovleva, Sergei I. Shepelev, Yuliya S. Nesterova
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents researches on the influence of genealogical assignment on working capacity of trotting horses in the conditions of LLC "Stud farm "Lokotskoi". The working capacity of trotting horses of various classes of agility, depending on belonging to strains and tail lines, has been studied. It has been established that the Lokotskoi Stud Farm is the leading farm for improving the agility and breed qualities of Russian trotting breed on the territory of the Russian Federation.

Over the past 12 years the stud farm has received 207 heads of trotters of various classes at a distance of 1600 m, of which: All-Russian record holders of the agility class 2.00 and faster - 34 heads (16.5%); record holders of the agility class 2.00-2.05 – 4 heads (1.9%), trotters of the agility class 2.05 and faster than the Russian selection – 158 heads (76.3%), as well as the trotters of the agility class 2.05 of foreign origin - 11 heads (5.3%). The genealogical structure of Russian trotters-winners of traditional prizes is dominated by the strains of American origin Scotland and Volomite. The use of stallions of these strains was effective both in terms of the number and quality of the offsprings obtained. The most productive line of the tail lines in obtaining offsprings of a high agility class is the tail line Mirgorodki.

Key words: strain, tail line, trotting horses, racetrack trials, agility class, working capacity.

For citation: Yakovleva S.E., Shepelev S.I., Nesterova Y.S. The Influence of genealogical assignment on the working capacity of trotting horses. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 50-54.

Введение. В современных условиях совершенствования русской рысистой породы лошадей главная роль отбора по работоспособности приобретает все большее значение в связи с усилившейся ориентацией на беговой спорт. Призовая работоспособность – сложный количественный признак, обусловленный действием всего генотипа, поэтому она принадлежит к числу признаков сложной генетической природы. Ей уделяется основное внимание при совершенствовании лошадей рысистых пород. Кроме того, ее проявление подвержено влиянию факторов внешней среды, поэтому, чтобы

повысить эффективность отбора животных в производящий состав по этому признаку, необходима максимальная точность его оценки [1-5].

Рысистые испытания являются одним из видов конного спорта и одновременно необходимой условием для совершенствования племенных и рабочих качеств лошадей рысистых пород. Заезды подразделяются в соответствии с категорией призов: традиционные, международные, именные, спонсорские, ограничительные, подписные, групповые и любительские. В целях обеспечения принципа сравнимости результатов при испытаниях лошадей в заездах каждый приз имеет стоимость, выраженную в баллах. Испытания в заездах на традиционные призы проводятся ежегодно для лошадей определенных пород и возрастов примерно в одни и те же календарные сроки с соблюдением одних и тех же условий и имеют большое значение для селекции. В соответствии с селекционной значимостью традиционные призы разделяются на две группы: первая группа - призы, имеющие наибольшее селекционное значение и наибольшую стоимость, обязательные для всех ипподромов; вторая группа - призы, имеющие меньшее селекционное значение и меньшую стоимость, которые могут разыгрываться при наличии числа участников, равного (большего) числу призовых мест. Немаловажное влияние при выявлении лучших представителей рысистых пород по работоспособности имеет генеалогическая принадлежность [6,7,8].

Материалы и методы. Наши исследования проводилась в ООО «Конный завод «Локотской», расположенном в пгт. Локоть Брасовского района Брянской области.

Объектами исследований послужили лошади русской рысистый, французской рысистый и американской стандартбредной пород лошадей. По генеалогической структуре рысаки Локотского конного завода относятся к трем основным линиям: Volomite, Scotland, Carioca II, а также к девяти маточным семействам: Миргородки, Мазурки, Новинки, Пирамиды, Шалуны, Галактики, Границы, Ласки и Весны, которые стойко передают свои резвостные качества получаемому приплоду.

Изучена работоспособность всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 минут и резвее, всероссийских рекордистов класса резвости 2.00-2.05 минут, рысистых лошадей российской и иностранной селекции класса резвости 2.00-2.05 в зависимости от принадлежности к линиям и маточным семействам.

Результаты и их обсуждение. При изучении работоспособности всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 и резвее в зависимости от линейной принадлежности нами установлено, что наиболее резвыми на дистанции 1600 м были представители линии Scotland показавшие среднюю резвость 1.57,1. Представители линий Volomite и Carioca II уступили им по 0,1 и 0,2 секунды (табл. 1).

Таблица 1 – Работоспособность всероссийских рекордистов и рысистых лошадей классов резвости 2.00 и резвее, 2.00-2.05 в зависимости от линейной принадлежности

№ п/п	Линия	n	Средняя резвость		m	δ	Cv, %
			мин. сек. сотые	сек. сотые			
Работоспособность всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 и резвее							
1	Scotland	20	1.57,1	117,1	4,3	11,3	9,6
2	Volomite	10	1.57,2	117,2	4,2	8,4	7,2
3	Carioca II	4	1.57,3	117,3	7,3	12,7	10,8
Работоспособность всероссийских рекордистов класса резвости 2.00-2.05							
1	Scotland	3	2.00,0	120,0	2,6	4,6	3,8
2	Volomite	1	2.04,4	124,4	-	-	-
Работоспособность рысаков российской селекции класса резвости 2.00 - 2.05							
1	Scotland	77	2.02,1	122,1	1,6	14,2	11,6
2	Volomite	57	2.02,1	122,1	1,6	11,7	9,6
3	Carioca II	22	2.01,5	121,5	2,8	13,3	10,9
Работоспособность рысаков иностранного происхождения класса резвости 2.00-2.05							
1	Scotland	10	2.01,2	121,2	4,9	15,7	12,9
2	Carioca II	1	2.04,5	124,5	-	-	-

Анализ работоспособности всероссийских рекордистов класса резвости 2.00-2.05 показал, что представители линии Scotland (2.00,0) оказались резвее представителей линии Volomite на 4,4 секунды.

Нами установлено, что у рысаков российской селекции класса резвости 2.00 - 2.05 наилучший показатель по работоспособности был отмечен у представителей линии Carioca II (2.01,5). У лошадей линий Scotland и Volomite, показавших одинаковую резвость, данный показатель был ниже на 1 сек и 1 мс (2.02,1).

Отмечено, что у рысаков класса резвости 2.00-2.05 иностранного происхождения наиболее резвыми оказались представители линии Scotland (2.01,2). Наименее резвыми оказались представители линии Carioca II (2.04,5).

Проанализировав полученные результаты, установили, что в Локотском конном заводе наибольшее количество рекордистов принадлежит к линии Scotland (53,6 %), затем идут представители линии Volomite (33,2 %) и линии Carioca II (13,2 %).

В зависимости от принадлежности к маточным семействам в число всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 вошли рысаки, принадлежащие к маточным семействам Миргородки, Весны и Новинки. Исследования показали, что наилучшую резвость показали представители маточного семейства Новинки (1.57,3). Рысаки маточных семейств Весны уступили им 0,7 секунды, Миргородки – 0,8 секунды (табл. 2).

Таблица 2. – Работоспособность всероссийских рекордистов и рысистых лошадей классов резвости 2.00 и резвее, 2.00-2.05 в зависимости от принадлежности к маточному семейству

№ п/п	Маточное гнездо	n	Средняя резвость		m	δ	Cv, %
			мин. сек. сотые	сек. сотые			
Работоспособность всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 и резвее							
1	Миргородки	13	1.58,1	118,1	4,8	9,6	8,1
2	Весны	5	1.58,0	118,0	2,5	3,5	2,9
3	Новинки	3	1.57,3	117,3	6,5	9,1	7,8
Работоспособность всероссийских рекордистов класса резвости 2.00-2.05							
1	Миргородки	2	2.00,1	120,1	3,0	4,2	3,5
2	Галактики	1	2.00,0	120,0	-	-	-
3	Ласки	1	2.04,4	124,4	-	-	-
Работоспособность рысаков российской селекции класса резвости 2.00-2.05							
1	Миргородки	48	2.02,2	122,2	1,9	13,2	10,8
2	Весны	19	2.02,0	122,0	2,9	12,9	10,6
3	Галактики	15	2.02,5	122,5	3,4	13,1	10,7
4	Новинки	12	2.01,4	121,4	4,9	14,8	12,2
5	Шалуны	7	2.01,5	121,5	4,7	12,5	10,3
6	Пирамиды	2	2.03,0	123,0	5,5	7,8	6,3
7	Границы	1	2.04,6	124,6	-	-	-

Наилучшую резвость показали всероссийские рекордисты класса резвости 2.00-2.05 принадлежащие к маточному семейству Галактики (2.00,0). Наименее резвыми оказались всероссийские рекордисты, принадлежащие к маточному семейству Ласки (2.04,4).

Среди рысаков российской селекции класса резвости 2.00-2.05 наиболее резвыми на дистанции 1600 м оказались лошади, принадлежащие к маточному семейству Новинки (2.01,4). Наименьшие результаты по резвости, отмечены у лошадей, принадлежащих к маточному семейству Границы (2.04,6).

Нами установлено, что наибольшее количество рекордистов получено в маточном семействе Миргородки (48,7%), на втором месте находится маточное семейство Весны (18,5%), далее идут маточные семейства Галактики (12,3%), Новинки (11,6%), Шалуны (5,4%), Пирамиды (1,5%), Границы и Ласки (по 1%).

Из представителей линии Scotland наиболее известными стали всероссийские рекордисты класса резвости 2.00 и резвее Паэлия Лок 1.58,8; Базинга Лок 1.58,5; Форвард Лок 1.55,7; из представителей линии Volomite – Манхэттен Лок 1.58,7; Форпост Лок 1.57,7; Экватор Лок 1.56,9; из представителей линии Carioca II – Мальта Лок 1.59,9; Донвар Лок 1.56,7; Премьера Лок 1.55,4. Необходимо отметить, что практически все лошади российской селекции принадлежат к маточному семейству Миргородки (табл. 3).

Таблица 3 – Представители всероссийских рекордистов класса резвости 2.00 и резвее на дистанции 1600 м

Кличка лошади	Ипподром города установления рекорда	Резвость	Происхождение	
			мать	отец
Паэлия Лок	Москва	1.58,8	Просторная (л. Scotland, м.с. Миргородки)	Yankee Slide (л. Scotland)
Базинга Лок	Москва	1.58,5	Rose de Star (л. Carioca II)	Not Disturb (л. Scotland)
Форвард Лок	Тамбов	1.55,7	Fantasy Gar (л. Volomite)	Dream Vacation (л. Scotland)
Манхэттен Лок	Москва	1.58,7	Македония (л. Scotland, м.с Миргородки)	Allison Hollow (л. Volomite)
Форпост Лок	Москва	1.57,7	Fantasy Gar (л. Volomite)	Prime Prospect (л. Volomite)
Экватор Лок	Воронеж	1.56,9	Evian OM (л. Volomite)	Algiers Hall (л. Volomite)
Мальта Лок	Уфа	1.58,9	Миссури (л. Scotland, м.с. Миргородки)	Love You (л. Carioca II)
Донвар Лок	Москва	1.56,7	Jahill Hornline (л. Volomite)	Naglo (л. Carioca II)
Премьера Лок	Москва	1.55,4	Паэлия Лок (л. Scotland, м.с. Миргородки)	Repeat Love (л. Carioca II)

Наиболее выдающимся представителями маточного семейства Миргородки стали Прибрежный Лок 2.00,3; Паганини Лок 2.01,7; Проказница Лок 2.00,4; маточного семейства Весны - Визирь Лок 2,01,3; Варяг Лок 2,01,7; маточного гнезда Галактики - Гороскоп Лок2.00,3; Господин Лок 2.00,8; маточного семейства Новинки - Пифагор Лок 2.00,0; Маффин Лок 2.00,4; маточного семейства Шалуньи - Герцогиня Лок 2.00,4; маточного семейства Пирамиды - Гелиотроп Лок 2.02,8; маточного семейства Границы - Побор Лок 2.04,6 (табл.4).

Таблица 4 – Представители всероссийских рекордистов класса резвости 2.00-2.05 на дистанцию 1600 м

Кличка лошади	Ипподром города установления рекорда	Резвость	Происхождение	
			мать	отец
Прибрежный Лок	Москва	2.00,3	Практика (л. Scotland, м.с. Миргородки)	Blue Laday (л. Scotland)
Паганини Лок	Москва	2.01,7	Пасадена (л. Volomite, м.с. Миргородки)	Ganymede (л. Scotland)
Проказница Лок	Москва	2.00,4	Просторная (л. Scotland, м.с. Миргородки)	Kramer Boy (л. Scotland)
Визирь Лок	Москва	2.01,3	Вариация (л. Scotland, м.с. Весны)	Zola Boko (л. Volomite)
Варяг Лок	Новосибирск	2.01,7	Вибрация (л. Scotland, м.с. Весны)	Алтай (л. Carioca II, м.с. Миргородки)
Гороскоп Лок	Раменское	2.00,3	Гибкая (л. Scotland, м.с. Галактики)	Querido Love (л. Carioca II)
Господин Лок	Москва	2.00,8	Гибкая (л. Scotland, м.с. Галактики)	Dream Vacation (л. Scotland)
Пифагор Лок	Москва	2.00,0	Пенелопа Лок (л. Volomite, м.с. Новинка)	From The Vault (л. Scotland)
Маффин Лок	Барнаул	2.00,4	Могучая (л. Volomite, м.с. Новинки)	From The Vault (л. Scotland)
Герцогиня Лок	Москва	2.00,4	Гертруда (л. Volomite, м.с. Шалуньи)	Ganymede (л. Scotland)
Гелиотроп Лок	Ульяновск	2.02,8	Гермиона (л. Volomite, м.с. Пирамиды)	Рангоут (л. Scotland)
Побор Лок	Москва	2.04,6	Пелена (л. Volomite, м.с. Границы)	Blue Laday (л. Scotland)

Заключение. Таким образом, нами установлено, что генеалогическая принадлежность оказывает достаточно большое влияние на получение лошадей рысистых пород высокого резвостного класса. Наиболее удачные сочетания линий и маточных семейств позволяют увеличивать их работоспособность. При отсутствии собственно отечественных мужских линий и безостановочном повышении общей кровности поголовья по американскому рысаку, в настоящее время отдается приоритет в выборе производителей стандартбредных линий Scotland или Volomite. Также в последние годы в Локотском конном заводе успешно ведется работа с жеребцами-производителями французской линии Saigosa II. В тоже время в конном заводе продуктивно работают отечественные маточные семейства, дающие в сочетании со стандартбредными и французскими линиями конкурентоспособное поголовье рысистых лошадей с высокой работоспособностью.

Список источников

1. Генетические маркеры работоспособности лошадей / Л.А. Храброва и др. // Коневодство и конный спорт. 2022. № 3. С. 8-10.
2. Громова Т.В., Асанов С.С. Оценка влияния происхождения на работоспособность лошадей орловской рысистой породы // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 10 (156). С. 121-125.
3. Кондрашкова И.С. Сравнительная характеристика резвостных качеств рысаков американской стандартбредной породы в зависимости от их происхождения и возраста // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. № 7 (165). С. 80-86.
4. Рождественская Г.А., Крешихина В.В. Взаимовлияние мужских и женских линий в орловской рысистой породе // Коневодство и конный спорт. 2016. № 3. С. 12-13.
5. Стародумов М.И., Рыгина Е.С. Изучение возможности взаимосвязи уровня инбридинга с показателями работоспособности в отечественной популяции лошадей призовых рысистых пород // Коневодство и конный спорт. 2021. № 5. С. 18-20.
6. Шендаков А.И., Шендакова Т.А. Резвость и экстерьерные особенности лошадей русской рысистой породы, улучшенной американскими и французскими рысаками // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 60-66.
7. Яковлева С.Е., Шепелев С.И. Влияние принадлежности к маточным семействам на показатели воспроизводства кобыл // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 42-45.
8. Яковлева С.Е., Приходько Д.И. Влияние принадлежности к маточным семействам на работоспособность лошадей // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. С. 229-232.

Информация об авторах:

С.Е. Яковлева – доктор биологических наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

С.И. Шепелев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Ю.С. Нестерова – магистрант института ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

S.E. Yakovleva - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

S.I. Shepelev - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University

Y.S. Nesterova - Master Student of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology, 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 09.02.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024, принята к публикации 27.03.2024.

The article was submitted 09.02.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

© Яковлева С.Е., Шепелев С.И., Нестерова Ю.С.

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

Научная статья
УДК 66-933.4

**ОСОБЕННОСТИ ЧТЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

¹ Степан Иванович Козлов, ² Василий Михайлович Кузюр, ² Сергей Иванович Будко,
² Игорь Владимирович Кузьменко

¹ УО Белорусская сельскохозяйственная академия, Могилевская обл., Горки, Республика Беларусь
² ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Принципиальные электрические схемы – графические изображения, служащие для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений связей между элементами электрического устройства. Они очень широко применяются для раскрытия содержания систем автоматизации, что позволяет не только охарактеризовать, но и описать назначение, устройство и рабочий процесс электротехнического устройства. Принципиальные электрические схемы системы автоматизации определяют полный состав отдельных элементов и устройств, входящих в ее структуру, с соответствующими физическими связями между элементами и устройствами. Принципиальные электрические схемы разрабатываются согласно требованиям стандартов, которые определяют правильное выполнение схем. В принципиальных электрических схемах отдельные элементы и устройства принято показывать с помощью стандартных условных графических и буквенных обозначений. Схемы выполняются без соблюдения масштаба и, как правило, без учета действительного пространственного расположения отдельных элементов и устройств в системах автоматизации. При необходимости пространственное расположение отдельных элементов и устройств учитывается приближенно при их изображении в принципиальных электрических схемах.

Ключевые слова: автоматизация, принципиальная схема, элементы, устройство, блокировка, защита, позиционные обозначения

Для цитирования: Особенности чтения принципиальных электрических схем систем автоматизации / С.И. Козлов, В.М. Кузюр, С.И. Будко, И.В. Кузьменко // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 55-60.

Original article

**FEATURES OF READING SCHEMATIC ELECTRICAL DIAGRAMS
OF AUTOMATION SYSTEMS**

¹Stepan I. Kozlov, ²Vasiliy M. Kuzyur, ²Sergei I. Budko, ²Igor` V. Kuz`menko

¹Belarusian Agricultural Academy, Mogilev region, Gorki, Republic of Belarus

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. Schematic electrical diagrams are graphic images used for transmission using conventional graphical and alphanumeric designations of connections between elements of an electrical device. They are very widely used to disclose the content of automation systems, which allows not only to characterize, but to describe the purpose, device and workflow of an electrical device. The schematic electrical diagrams of the automation system determine the complete composition of the individual elements and devices included in its structure, with the corresponding physical connections between the elements and devices. The schematic electrical diagrams are developed according to the requirements of standards that determine the correct execution of diagrams. In the schematic electrical diagrams, individual elements and devices are usually shown using standard conventional graphic and letter designations. The diagrams are made without respect to scale and, as a rule, without taking into account the actual spatial arrangement of individual elements and devices in automation systems. If necessary, the spatial arrangement of individual elements and devices is taken into account approximately when depicting them in schematic electrical diagrams.

Keywords: automation, schematic diagram, elements, device, blocking, protection, position designations.

For citation: Features of reading schematic electrical diagrams of automation systems / S.I. Kozlov, V.M. Kuzyur, S.I. Budko, I.V. Kuz`menko // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102): 55-60.

Введение. Постановка задачи. Известно, что принципиальные электрические схемы – это графические изображения (модели), служащие для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограм) связей между элементами электрического устройства. Они очень широко применяются для раскрытия содержания систем автоматизации, что позволяет не только охарактеризовать, но описать назначение, устройство и рабочий процесс электротехнического устройства [1, 3, 4].

В реально действующих системах автоматизации современных технических средств, как правило, реализуется некоторая совокупность из указанных функциональных задач и отдельных функций. Например, в одних системах автоматизации наиболее часто находит решение следующая совокупность функциональных задач и функций: автоматическое управление (регулирование), автоматическая сигнализация и автоматическая защита; в других – может обеспечиваться несколько иная совокупность функциональных задач и функций: автоматический контроль, автоматическая сигнализация, автоматическая защита и т. п.

Принципиальные электрические схемы системы автоматизации определяют полный состав отдельных элементов и устройств, входящих в ее структуру, с соответствующими физическими связями между элементами и устройствами [2, 3, 4].

Результаты эксперимента. Анализ эксперимента. В системах автоматизации применяются технические средства, которые отличаются между собой по функциональному назначению и по сложности конструктивного исполнения. В зависимости от конструктивной сложности и количества выполняемых функций технические средства разделяются на простые и сложные.

К простому относится устройство, которое выполняет одну самостоятельную функцию и не имеет отдельной принципиальной электрической схемы. К сложному относится устройство, которое выполняет несколько функций или имеет самостоятельную принципиальную электрическую схему.

Простое устройство представляет собой компактную инженерно-техническую конструкцию, которая не может быть разделена на отдельные составные части по функциональным признакам. Простое устройство, выполняющее в системе автоматизации одну конкретную функцию, принято называть отдельным элементом.

Отдельный элемент в системе автоматизации представляет собой самостоятельно обособленную составную ее часть, которая выполняет только одну конкретную функцию.

К отдельным элементам относятся резисторы, конденсаторы, трансформаторы, электродвигатели и т. п. Несмотря на различную конструктивную сложность каждое из указанных устройств выполняет только одну функцию. Например, электродвигатель значительно сложнее резистора и конденсатора, но он выполняет одну функцию, являясь преобразователем электрической энергии в механическую, и не имеет самостоятельной принципиальной электрической схемы.

Отдельные элементы имеют свои стандартные графические и буквенные условные обозначения, которые применяются для их изображения в принципиальных электрических схемах.

Сложное устройство представляет собой компактную инженерно-техническую конструкцию, которая может быть разделена на отдельные составные части. Каждая составная часть сложного устройства выполняет самостоятельную и конкретную функцию. Сложное устройство принято называть просто устройством, а его отдельные части – составными элементами.

Устройство в системе автоматизации – это совокупность составных элементов, на которые оно может быть разделено по функциональному признаку и может иметь самостоятельную принципиальную электрическую схему.

Каждое устройство, применяемое в системах автоматизации, состоит из определенного количества составных элементов. Каждое устройство и его составные элементы имеют стандартные графические и буквенные условные обозначения, которые применяются для их показа в принципиальных электрических схемах.

В системах автоматизации используется большое количество разнообразных устройств, отличающихся между собой по функциональному назначению и по сложности конструктивного исполнения. По функциональному назначению некоторые устройства размножают входной сигнал, некоторые устройства усиливают входной сигнал и т. п.

По конструктивному исполнению устройства разделяются на менее сложные и более сложные. Менее сложными устройствами являются электромагнитные пускатели, контакторы, электромагнитные реле и т. п. Такие устройства обеспечивают размножение входного сигнала, самоблокировку и автоблокировку. Более сложные устройства, например полупроводниковые усилители (однокаскадные и многокаскадные) различной конструкции и различного типа, обеспечивают только усиление входного сигнала за счет использования энергии источника питания. Однако усилители имеют

самостоятельные принципиальные электрические схемы, которые, как правило, характеризуются значительной сложностью [3,4,5].

Блокировка в системах автоматизации – совокупность элементов и устройств, обеспечивающая конкретную последовательность фиксирования рабочих органов и механизмов объекта автоматизации в определенном режимном состоянии (рабочем или не рабочем). Это исключает ошибочные действия обслуживающего персонала при пуске и остановке систем автоматизации, что предотвращает возникновение внештатных ситуаций. Блокировка может осуществляться в автоматическом (автоблокировка) или ручном режимах.

Защита в системах автоматизации выполняет конкретную функцию и обеспечивается соответствующими техническими средствами. Такие технические средства обеспечивают защиту силовых цепей и цепей управления от короткого замыкания, потери фазы и т. д. Для защиты системы автоматизации используют конкретные устройства, например автоматические выключатели, предохранители, устройства защитного отключения и другие электронные изделия.

Принципиальные электрические схемы широко применяются при проведении наладочных работ систем автоматизации. Во время эксплуатации систем автоматизации принципиальные электрические схемы применяются для выполнения анализа и выявления в системах автоматизации возникающих неполадок.

Независимо от степени сложности системы автоматизации любая ее принципиальная электрическая схема представляет собой определенным образом составленное сочетание элементарных электрических цепей (последовательного, параллельного и смешанного соединений), выполняющих в заданной последовательности ряд стандартных операций: порождение сигналов, связанных с изменением физических параметров автоматического управления и контроля; сравнение таких сигналов с заданными значениями параметров автоматического управления и контроля; формирование управляющих и командных сигналов; размножение управляющих и командных сигналов; передачу управляющих и командных сигналов в исполнительные механизмы и регулирующие органы; превращение кратковременных сигналов в длительные, и наоборот, и т. п.

Условные графические обозначения отдельных элементов и устройств и соединяющие их линии связи располагаются в схеме с учетом обеспечения наилучшего представления о взаимодействии ее составных частей. Линии связи составляют из горизонтальных и вертикальных отрезков и имеют наименьшее число изломов и взаимных пересечений [4, 6].

Линии связи показываются, как правило, полностью, а иногда обрываются с целью улучшения чтения схемы. Место обрыва линии связи заканчивается стрелкой, около которой указывается обозначение оборванной цепи, например порядковый номер. Такой же порядковый номер указывается около места продолжения той же цепи и той же линии связи, которая располагается в другой части схемы.

Принципиальные электрические схемы выполняются для систем автоматизации, технические средства которых находятся в отключенном (нерабочем) состоянии. В случае необходимости отдельные элементы определенного устройства изображаются в каком-либо выбранном рабочем положении, что оговаривается на поле чертежа принципиальной электрической схемы.

Принципиальные электрические схемы систем автоматизации выполняются совмещенным и разнесенным способами. В некоторых опубликованных учебных источниках по названию обоих способов принципиальные электрические схемы называются совмещенными и разнесенными. Совмещенный и разнесенный способы выполнения принципиальных электрических схем имеют между собой существенное различие, которое обусловлено различными условными графическими обозначениями устройств.

Принципиальная электрическая схема, выполненная совмещенным способом, представляет собой чертеж, в котором конкретное устройство показывается одним графическим условным обозначением. Такое графическое обозначение упрощенно отражает устройство как единую и целую конструкцию, не разделенную на составные элементы.

При совмещенном способе изображения принципиальной электрической схемы устройство показывается в виде условного графического символа, например прямоугольника, в котором не изображаются составные элементы устройства, поэтому в таких схемах отсутствуют физические связи внутри условного графического символа, который обозначает устройство. Физические связи показываются линиями между такими условными графическими символами, обозначающими конкретное устройство, и другими элементами и устройствами, которые находятся в принципиальной электрической схеме.

Преимущество принципиальных электрических схем, выполненных совмещенным способом, выражается в их наглядности, простоте чтения, небольшом количестве физических связей между отдельными элементами и устройствами. Однако такие схемы не раскрывают структуру устройств, по-

казанных совмещенным способом, и существующие физические связи между их составными элементами (отдельными частями).

Принципиальная электрическая схема, выполненная разнесенным способом, представляет собой чертеж, в котором показываються условными графическими и буквенными обозначениями не только отдельные элементы системы автоматизации, но и составные элементы каждого устройства. Такая схема в полной мере раскрывает структуру каждого устройства, применяемого в системе автоматизации, а также существующие физические связи между составными элементами устройств и отдельными элементами системы автоматизации.

Отдельные элементы и составные элементы устройств размещаются в схеме в той последовательности, которая отражает протекание тока от плюса к минусу в цепях постоянного тока и от одной фазы к другой или от фазы к нейтрали в цепях переменного тока. Составные элементы различных устройств, например: электромагнитных пускателей, контакторов, электромагнитных реле и т. п., располагаются в разных местах принципиальной электрической схемы таким образом, чтобы реально отображать взаимодействие составных элементов устройств между собой и с отдельными элементами системы автоматизации [5, 6, 7].

Принципиальная электрическая схема состоит из определенного количества цепей. Отдельные цепи располагаются в схемах сверху вниз и слева направо в порядке заданной последовательности, определяющей действие отдельных элементов и составных элементов устройств системы автоматизации. Такое расположение электрических цепей в схеме носит название «строчный способ». Отдельные элементы и составные элементы устройств располагаются в принципиальных электрических цепях в горизонтальную строчку, что позволяет их читать слева направо. Принципиальная схема в целом, как правило, читается сверху вниз аналогично чтению текстового материала.

Чтобы принципиальная электрическая схема читалась просто и понятно, применяются специальные меры, которые позволяют легко и однозначно установить принадлежность каждого составного элемента к соответствующему устройству. Это достигается применением специальной системы стандартных условных обозначений. Такая система предусматривает использование стандартных условных графических обозначений отдельных элементов, устройств и их составных элементов, а также использование буквенно-цифровых обозначений как отдельных элементов, так и устройств и их составных элементов.

Условные графические обозначения (графические символы) выполняются в принципиальных электрических схемах согласно установленным стандартам.

В общем случае позиционное обозначение может состоять из трех частей, каждая из которых имеет самостоятельное смысловое значение [2, 3, 4].

В стандартной системе условных буквенно-цифровых обозначений используются так называемые позиционные обозначения. Позиционные обозначения присваиваются всем отдельным элементам, а также всем устройствам и их отдельным составным частям (элементам), которые изображаются в принципиальной электрической схеме.

В первой части позиционного обозначения указывается вид отдельного элемента или устройства. Первая часть обозначения содержит одну или две буквы латинского алфавита и представляет собой буквенный код видов элементов и устройств (пример: выключатель или переключатель – SA, реле электротепловое – КК и т.п.).

Во второй части позиционного обозначения указывается порядковый номер каждого отдельного элемента и каждого отдельного составного элемента устройства с учетом количества в системе автоматизации отдельных элементов и устройств однотипного вида.

Например, в принципиальной электрической схеме показываються пять однотипных отдельных элементов, которыми являются резисторы. В соответствии со данными стандартов каждый резистор согласно однобуквенному коду имеет буквенное обозначение R, что представляет собой первую часть позиционного обозначения. Во второй части этого обозначения рядом с буквой R пишутся порядковые номера от одного до пяти: R1, R2, R3, R4, R5. Позиционные обозначения пишутся сверху над условными графическими обозначениями резисторов.

В случае применения в системе автоматизации трех однотипных устройств, например трех реле напряжения, их позиционные обозначения в принципиальной электрической схеме показывают следующим образом: первая часть согласно двухбуквенному коду – KV, вторая часть отражает цифровую нумерацию – KV1, KV2, KV3. Катушка в реле является его входным составным элементом и отражает вход (входной канал) реле.

Третья часть позиционного обозначения применяется для показа выходных составных элементов (выходных каналов) устройства. Это позволяет при наличии в принципиальной электриче-

ской схеме нескольких однотипных устройств определять принадлежность каждого выходного составного элемента соответствующему устройству.

Например, в системе автоматизации применяются три реле напряжения, каждое из которых имеет по три замыкающих контакта. Три замыкающих контакта являются выходными составными элементами каждого реле. Позиционные обозначения в принципиальной электрической схеме выходных составных элементов каждого реле пишутся над стандартными графическими условными обозначениями замыкающих контактов. Каждая контактная группа одного реле имеет следующее буквенно-цифровые обозначения: первого реле – KV1:1, KV1:2, KV1:3; второго реле – KV2:1, KV2:2, KV2:3; третьего реле – KV3:1, KV3:2, KV3:3.

Другие устройства, например электромагнитные пускатели, контакторы и т. п. имеют подобные позиционные обозначения, форма и содержание которых аналогична приведенным позиционным обозначениям реле напряжения. Отличие выражается только в буквенных обозначениях входных и выходных составных частей (элементов) конкретных устройств [2,4].

Примером является принципиальная электрическая схема, представленная на рисунке 1.

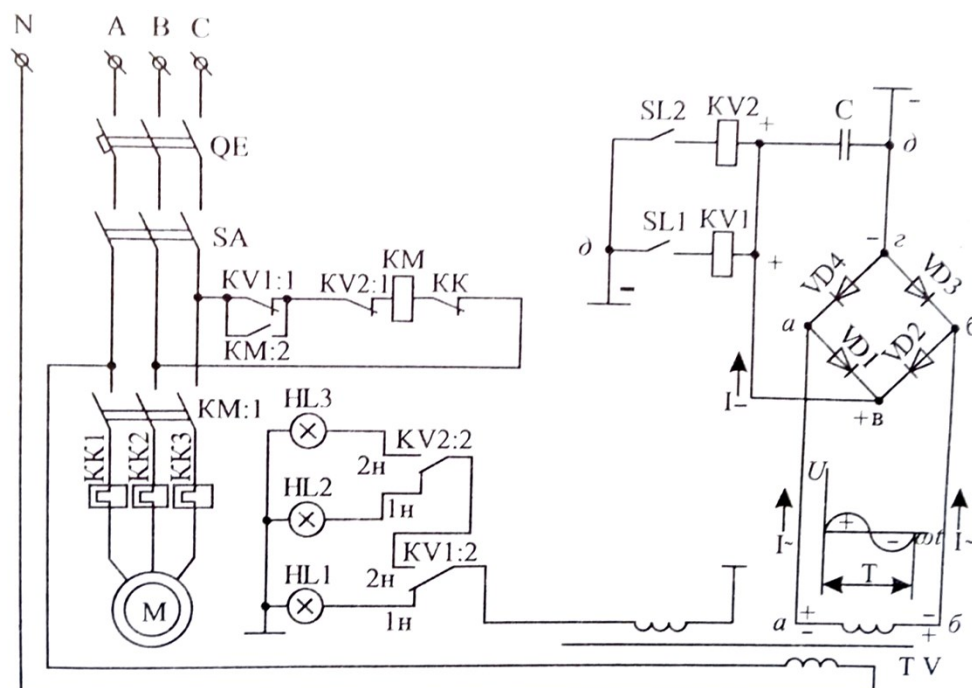


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема автоматического регулирования (САР) уровня в напорном резервуаре

Вывод. Таким образом, принципиальные электрические схемы системы автоматизации определяют полный состав отдельных элементов и устройств, входящих в ее структуру, с соответствующими физическими связями между элементами и устройствами. Соответственно, по своему совокупному и индивидуальному действию отдельные элементы и устройства в каждой системе автоматизации обеспечивают выполнение конкретных функциональных задач: автоматическое управление (регулирование), автоматический контроль, автоматическая сигнализация и отдельных конкретных функций: автоматическая защита, автоматическая блокировка и другие функции, имеющие иное конкретное назначение и содержание.

Список источников

1. Автоматизированный электропривод технологического оборудования пищевой промышленности и АПК / В.А. Шаршунов, М.М. Кожевников, О.В. Понталев и др. Мн.: Мисанта, 2019. 436 с.
2. Смирнов Ю.А. Основы автоматизации сельскохозяйственных машин. СПб.: Лань, 2024. 612 с.
3. Основы автоматизации технологических процессов / А.В. Щагин, В.И. Демкин, В.Ю. Кононов, А.Б. Кабанова. СПб.: ООО «Электронное изд-во Юрайт», 2023. 163 с.
4. Цифровые технологии, автоматизированные системы и роботы в животноводстве / В.И. Трухачев, И.В. Атанов, И.В. Капустин, Д.И. Грицай. СПб.: ООО «Издательство Лань-Пресс», 2023. 104 с.
5. Козлов С.И., Бортник С.А., Козлов В.М. Эксплуатационное содержание и сущность систем автоматизации современной сельскохозяйственной техники // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2022. С. 10-19.

6. Козлов С.И., Бортник С.А. Структурный анализ автоматизированных систем управления сельскохозяйственной техники // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск, 2019. С. 276-281

7. Развернутый структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники / С.И. Козлов и др. // Технический сервис машин. 2021. № 4 (145). С. 62-68.

Информация об авторах:

С.И. Козлов - кандидат технических наук, доцент кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства, УО Белорусская сельскохозяйственная академия, Stepan-61@mail.ru

В.М. Кузюр - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, kvming@mail.com

С.И. Будко - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, s.budko.32@bk.ru

И.В. Кузьменко – кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

S.I. Kozlov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization of Animal Husbandry and Electrification of Agricultural Production, Belarusian Agricultural Academy, Stepan-61@mail.ru

V.M. Kuzyur - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University, kvming@mail.com

S.I. Budko - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University, s.budko.32@bk.ru

I.V. Kuz'menko - - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Environmental Management and Road Construction, 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 16.11.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2024, принята к публикации 26.03.2024 .

The article was submitted 16.11.2023; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Козлов С.И., Кузюр В.М., Будко С.И., Кузьменко И.В.

Научная статья
УДК 004.925.8

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Наталья Дмитриевна Ульянова, Алексей Алексеевич Лямзин, Сергей Александрович Феськов
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В настоящее время трехмерное твердотельное моделирование является важным инструментом в современных инженерных и научных исследованиях. Оно позволяет создавать различные модели, как отдельных деталей, так и целых механизмов, исследовать физические свойства материалов, а так же моделировать механическое поведение изучаемого образца в различных ситуациях. Отдельно стоит отметить, что все эти возможности доступны в отечественном программном продукте «Компас-3D». В материалах статьи представлено описание процесса разработки трехмерной графической модели усовершенствованной детали «Планшайба» для токарно-винторезного станка. В процессе разработки проведены исследования по оценке прочности созданной 3D-модели с использованием системы прочностного конечно-элементного анализа АРМ FEM. Данная система позволяет более точно предсказать поведение изучаемого образца в реальных условиях эксплуатации, а также помогает оптимизировать конструкцию, что повысит производительность, надежность и эффективность работы механизмов в целом. Усовершенствование изучаемой детали состоит в следующем: в основании планшайбы выполнено цилиндрическое глухое отверстие, что позволит закреплять планшайбу на кулачки патрона, не снимая его с токарно-винторезного станка; добавлены дополнительные вертикальные и горизонтальные Т-образные пазы, способствующие увеличению количества вариантов фиксации обрабатываемой детали; нанесена круговая градуировка планшайбы для удобства выполнения технологических операций. Проведенные исследования позволили оценить и выбрать материал для изготовления планшайбы. Просчитывались различные стали от Сталь 08 ГОСТ 1050-2013 до Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. В итоге установлено, что применение современных подходов и использование системы трехмерного проектирования позволяет ускорить процесс разработки детали, повысить ее качество и снизить финансовые затраты.

Ключевые слова: 3D-моделирование, деталь, программа, трехмерная модель, конечно-элементный анализ.

Для цитирования: Ульянова Н.Д., Лямзин А.А., Феськов С.А. Трехмерное моделирование и компьютерный анализ деталей металлорежущих станков // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 61-67.

Original article

THREE-DIMENSIONAL MODELING AND COMPUTER ANALYSIS OF MACHINE TOOL PARTS

Natal'ya D. Ul'yanova, Aleksey A. Lyamzin, Sergej A. Fes'kov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. Currently, three-dimensional solid-state modeling is an important tool in modern engineering and scientific research. It allows you to create various models, both of individual parts and of entire mechanisms, to study the physical properties of materials, as well as to simulate the mechanical behavior of the studied sample in various situations. Separately, it is worth noting that all these features are available in the domestic software product "Compass-3D". A description of the developing process a three-dimensional graphic model of the improved "Faceplate" part for a screw-cutting lathe is presented in the materials of the article. In the process of development, researches were carried out to assess the strength of the created 3D model using the strength finite element analysis system APM FEM. This system allows to predict more accurately the behaviour of the studied sample in real operating conditions, and also helps to optimise the design, which will increase the performance, reliability and efficiency of the mechanisms as a whole. The improvement of the studied part is as follows: a cylindrical blind hole is made at the base of the faceplate, which will allow fixing the faceplate to the chuck cams without removing it from the screw-cutting machine; additional vertical and horizontal T-shaped grooves have been added, contributing to an increase in the number of options for fixing the workpiece; circular calibration of the faceplate has been applied for the convenience of performing technological operations. The conducted researches allowed us to evaluate and choose the material for the manufacture of the faceplate. Various steels were calculated from Steel 08 GOST 1050-2013 to Steel 45 GOST 1050-2013. As a result, it was found that the use of modern approaches and the use of a three-dimensional design system allow you to speed up the process of developing a part, improve its quality and reduce financial costs.

Key words: 3D modeling, part, program, three-dimensional model, finite element analysis.

For citation: Ul'yanova N.D., Lyamzin A.A., Fes'kov S.A. Three-dimensional modeling and computer analysis of machine tool parts. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 61-67.

Введение. В настоящее время трехмерное моделирование как процесс разработки визуального объёмного образа желаемого объекта становится неотъемлемой частью многих проектов. Оно позволяет создавать модели с реалистичными деталями. Это может быть использовано для создания объектов для игр, анимации, фильмов, инструментов для инженерной и архитектурной визуализации и т.д. [1,2,3,4].

Все актуальней становится создание 3D моделей при инженерных исследованиях, так как конструкторы имеют возможность наглядно видеть результат своей работы уже в процессе проектирования [5,6]. Трёхмерное моделирование позволяет создать прототип будущего инженерного изделия в объёмном формате, а созданная модель является макетом изделия перед его конструированием на производстве. Компьютерное моделирование является удобным и быстрым методом определения напряженного состояния, а также оценки различных других параметров и прогнозирования процессов [7]. На основе трехмерной твердотельной модели конструктивно обрабатываются все элементы и узлы изделия, компьютерные исследования выявляют недоработки, что позволяет вносить изменения в конструкцию детали.

Цель работы – разработка графической твердотельной модели усовершенствованной детали «Планшайба» для токарно-винторезного станка, проведение прочностного конечно-элементного анализа с использованием компьютерной системы.

Материалы и методы. Токарно-винторезный станок предназначен для обработки цилиндрических, сферических, конусных тел или торцевых плоскостей, не имеющих оси вращения, а также для создания разного рода винтовых поверхностей. Планшайбой называется деталь токарного станка, предназначенная для установки заготовок или приспособлений на оси шпинделя. Размеры планшайб различаются в широких диапазонах, но не превышают максимальный диаметр обработки на станке. На токарно-винторезных станках планшайбы используются как вспомогательное крепление для сложных заготовок и устанавливаются на шпинделе передней бабки.

Установка планшайбы на станок производится в случаях работы с деталями, которые нельзя зажать в патрон. Это могут быть крупногабаритные поковки, плоские заготовки или детали неправильной формы. Незаменимо такое приспособление при обработке продукции со смещением от оси шпинделя, а также изделий, боковая поверхность которых может пострадать при механическом воздействии кулачков патрона.

Для удержания будущей детали заготовка прижимается к плоскости оснастки, либо крепится с использованием специальных приспособлений. После установки производится обязательная выверка оси обрабатываемого материала и шпинделя, так как данный способ не обеспечивает гарантированного центрирования.

Планшайбы также используются при применении нестандартных патронов или приспособлений. В некоторых вариантах на нее крепят не обрабатываемые материалы, а режущий инструмент.

В процессе выполняемой работы использовался чертеж типовой детали «Планшайба» (рис. 1). Сотрудниками кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО Брянский ГАУ проведено совершенствование данной детали. С целью повышения удобства скорости разборочно-сборочных работ был изменен тип отверстия на несквозное цилиндрическое, что позволит закрепить разрабатываемую деталь при помощи кулачков патрона, не прибегая к ее снятию со станка. В конструкции детали добавлены дополнительные вертикальные и горизонтальные Т-образные пазы, что значительно увеличивает количество вариантов закрепления обрабатываемой детали разных размеров. На разрабатываемом изделии нанесена градуировка по окружности, которая позволит в значительной степени упростить выполнения технологических операций. В результате внесения изменений создан чертеж усовершенствованной детали «Планшайба» (рис. 1).

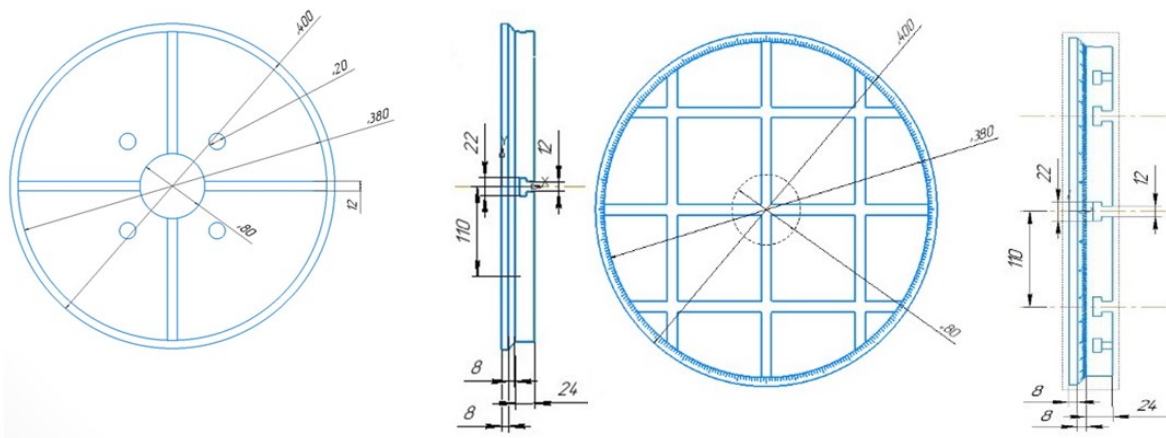


Рисунок 1 - Планшайба типовая и усовершенствованная

На основании данного чертежа для исследований была разработана трехмерная модель детали «Планшайба». Твёрдотельное моделирование представляет собой создание замкнутого геометрического объема, описывающего геометрию детали [8]. Для создания графической модели выбрано программное средство Компас 3D, используемое специально для проектирования инженерных изделий.

При проектировании использовался базовый функционал программы «Компас-3D», а в трехмерной модели закладывались основные свойства (размер, геометрия, материал изготовления и т.д.). Трехмерная модель усовершенствованной детали «Планшайба» представлена на рисунке 2.

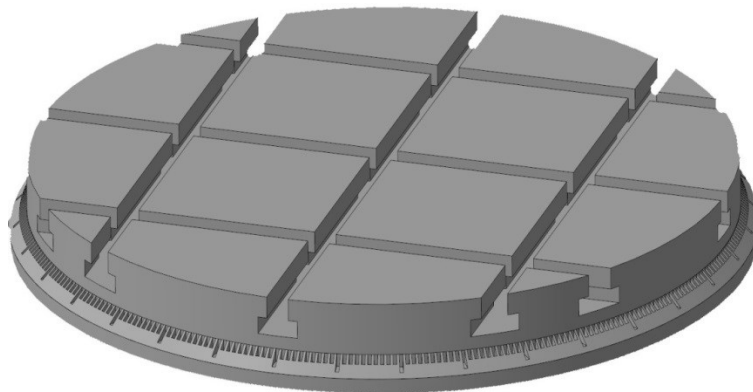


Рисунок 2 – Трехмерная модель усовершенствованной планшайбы

Далее было проведено исследование по оценке прочности созданной 3D-модели. Анализ выполнен с использованием системы прочностного конечно-элементного анализа АРМ FEM программы «КОМПАС 3D». Данная интегрированная в 3D-редактор «КОМПАС 3D» система предназначена для выполнения расчетов твердотельных моделей (деталей и сборок) и визуализации результатов расчетов. В основе системы лежит САЕ-библиотека, реализующая решение инженерных задач методом конечных элементов (МКЭ). Данный метод широко используется для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики [10,11]. Инструменты АРМ FEM являются составной частью единой среды проектирования и анализа, обеспечивающей ассоциативную связь с геометрической моделью, единую библиотеку материалов и общий с «КОМПАС 3D» интерфейс.

Для определения нагрузок давления, которые испытывают Т-образные пазы модели необходимо рассчитать радиальную (Р) и осевую (F) силы в резьбовом соединении болта, крепящего какую-либо деталь к планшайбе.

Принимаем момент затяжки в 120 Нм с полуторократным превышением момента затяжки крышек коренных подшипников коленчатого вала легкового автомобиля.

Определим радиальную силу Р по формуле:

$$P = \frac{2M}{d} \quad (1),$$

где м – момент затяжки, Н*м;

d – диаметр болта, мм.

В результате расчета получаем 20000 Н:

$$P = \frac{2 * 120}{0.012} = 20000$$

Далее определим осевую силу F по формуле:

$$F = \frac{2M}{d * tg60^\circ} \quad (2),$$

где м – момент затяжки, Н*м;

d – диаметр болта, мм;

треугольная метрическая резьба имеет угол профиля 60°.

$$F = \frac{2M}{d * tg60^\circ} = \frac{2 * 120}{0.012 * 1.732} = \frac{240}{0.021} = 15547$$

Рассчитанное значение осевой силы F=15547Н применялось в анализе трехмерной модели.

В систему прочностного анализа АРМ FEM для КОМПАС-3D внесена следующая информация о материалах и характеристиках материала:

- Название материала - «Сталь 08»;
- Предел текучести = 235 Мпа;
- Модуль упругости нормальный = 200000 Мпа;
- Коэффициент Пуассона = 0.3;

- Плотность = 7800 кг/ м³;
- Температурный коэффициент линейного расширения = 0.000012 1/С;
- Теплопроводность = 55 Вт/(м*С);
- Предел прочности при сжатии = 410 Мпа;
- Предел выносливости при растяжении = 209 Мпа;
- Предел выносливости при кручении = 139 Мпа.

По нагрузкам определены такие показатели, как Давление – 5, Грани – 11, Величина нагрузки - 15547 Н.

Генерация КЭ-сетки осуществлялась в автоматическом режиме с применением таких параметров, как:

- 1) Максимальная длина стороны элемента – 5 мм;
- 2) Максимальный коэффициент сгущения на поверхности – 1;
- 3) Коэффициент разрежения в объеме – 1.5.

Встроенный генератор конечно-элементной сетки позволил создать КЭ-сетку с соответствующим разбиением объекта, в результате которого количество конечных элементов составило 189790, а количество узлов – 322243 (рис. 3).

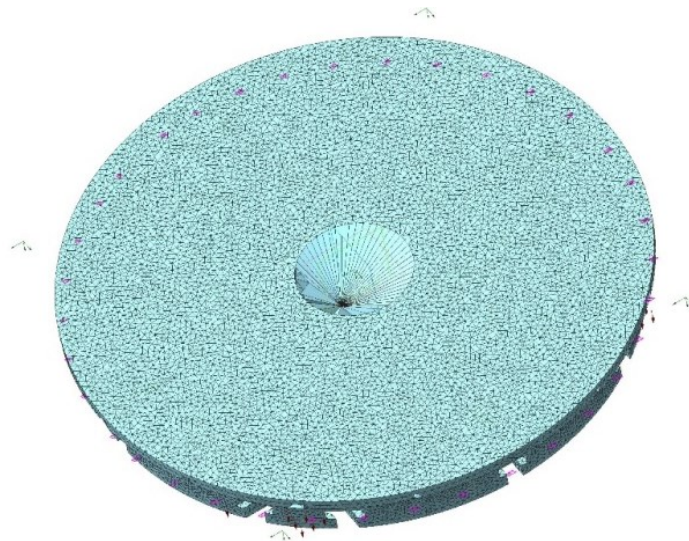


Рисунок 3 – Конечно-элементная сетка модели

Результаты и их обсуждение. После генерации конечно-элементной сетки выполнен линейный статический расчет, который позволяет определить напряжения, деформации и перемещения конструкции в установившемся состоянии под воздействием внешних нагрузок. После визуализации результаты полученных численных характеристик напряжения (эквивалентное напряжение по Мизесу) в виде цветной карты распределения напряжений, а также суммарное линейное перемещение с указанием минимальных и максимальных значений представлены на рисунке 4. В блоках АПМ представлены диапазоны напряжений и численные перемещения в планшайбе.

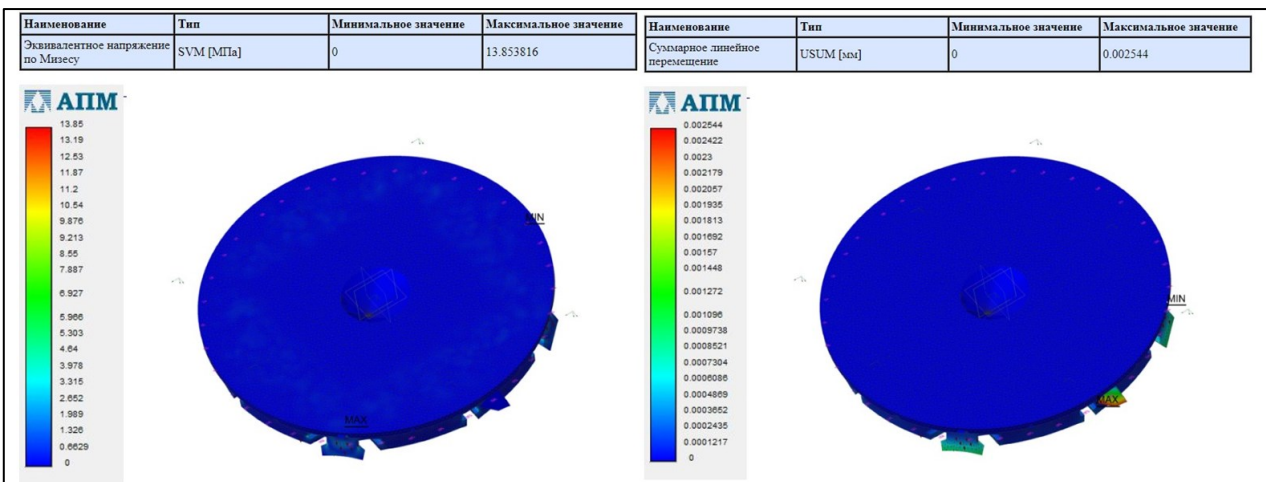


Рисунок 4 - Эквивалентное напряжение по Мизесу и Суммарное линейное перемещение

В процессе проведенного анализа выполнен расчет инерционных характеристик модели. Результаты в виде числовых значений представлены в таблице.

Таблица 1 - Инерционные характеристики модели

Наименование	Значение
Масса модели, кг	24.154662
Центр тяжести модели, м	(0.020382; 0.001015; 0.000469)
Моменты инерции модели относительно центра масс, кг*м ²	(0.013738; 0.227711; 0.226216)
Реактивный момент относительно центра масс, Н*м	(-0.000055; 53.072885; 35.92868)
Суммарная реакция опор, Н	(-11547.001667; -0.00014; 0.000561)
Абсолютное значение реакции, Н	11547.001667
Абсолютное значение момента, Н*м	64.09057

Далее были выполнены расчёты коэффициента запаса по текучести, а также анализ расчета коэффициента запаса по прочности с минимальными и максимальными значениями. Рис. 5 иллюстрирует результаты расчета по текучести.

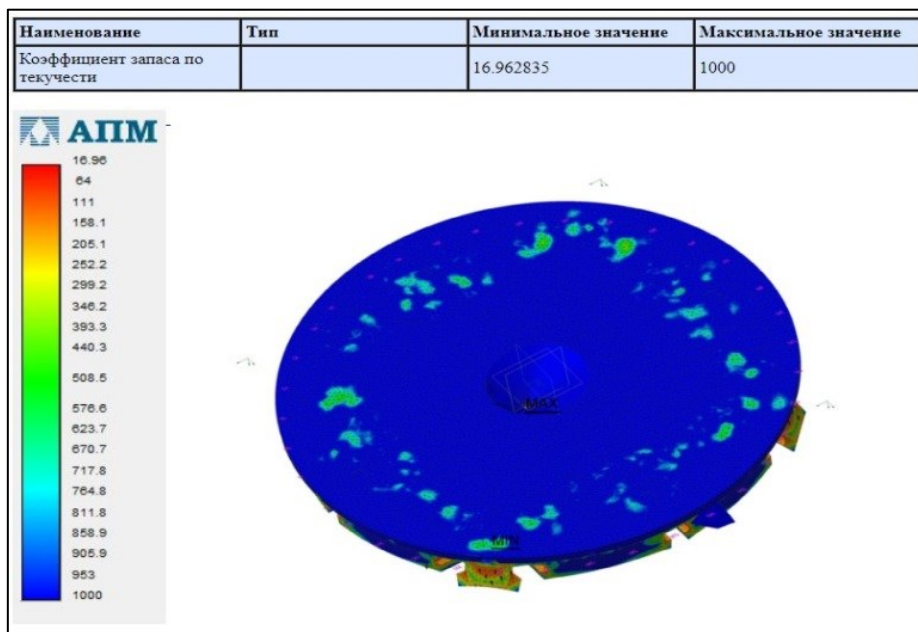


Рисунок 5 - Коэффициент запаса по текучести

Фрагменты проведенного анализа по прочности при различных нагрузках представлены на рисунке 6.

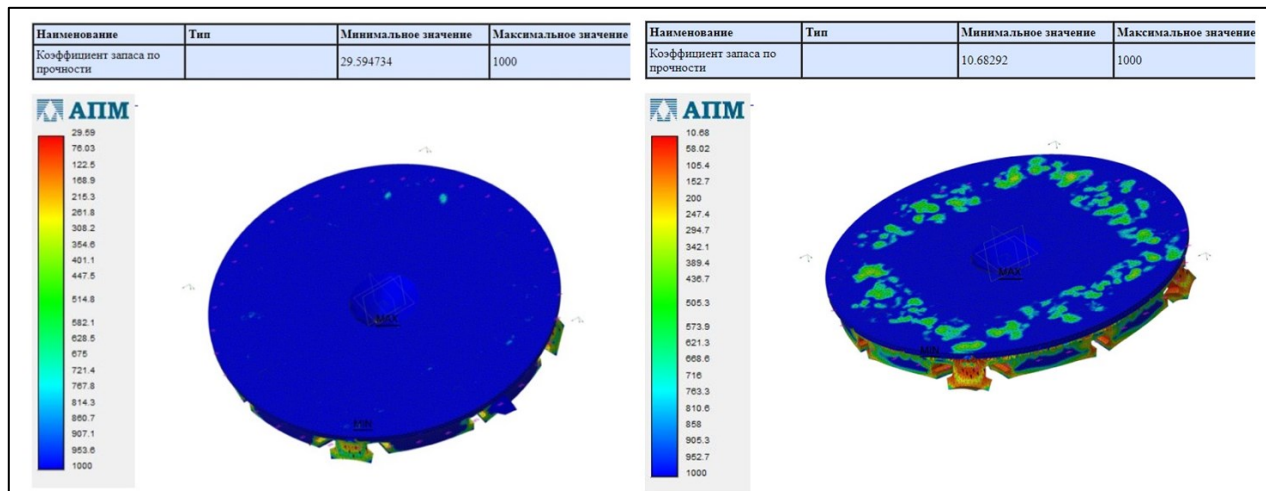


Рисунок 6 - Коэффициент запаса по прочности при нагрузке F=15547Н и F=30000Н

Выводы. Исследование разработанной трехмерной модели позволило оценить материал для изготовления детали «Планшайба» на примере «Сталь 08» и сделать следующий вывод: по коэффициенту запаса текучести и прочности при выбранной номинальной нагрузке на Т-образные пазы в

15547Н данная деталь «Планшайба» будет надежна в эксплуатации.

Кроме того, при анализе было выявлено, что, при двукратном увеличении нагрузки до 30000н обнаружены отдельные участки детали (на рис. 5 отображены красным цветом), где может произойти разрушение целостности конструкции. Вследствие этого, для повышения долговечности детали при эксплуатации следует рекомендовать ее изготовление из марок сталей, имеющих более высокие показатели по пределу текучести и прочности, например:

- «Сталь 30 ГОСТ 1050-2013» (предел прочности 500-600 Мпа, предел текучести 300Мпа),
- «Сталь 40 ГОСТ 1050-2013» (предел прочности 580-700 Мпа, предел текучести 340 Мпа),
- «Сталь 45 ГОСТ 1050-2013» (предел прочности 610-750Мпа, предел текучести 360Мпа).

Таким образом, разработка трехмерной модели изделия «Планшайба» в программе «КОМПАС 3D» и дальнейшее проведение компьютерного анализа позволили проверить геометрические параметры детали, выявить дефекты, оценить материал для изготовления детали и тем самым снизить объем экспериментальной отработки детали, предотвратить ее преждевременный износ и разрушение целостности новой конструкции. В результате повышается качество разработанной детали, сокращается время и затраты на разработку, а сам процесс проектирования ускоряется и удешевляется.

Список источников

1. Ульянова Н.Д. Применение цифровых технологий в аграрном производстве Брянской области // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве: сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2020. С. 93-99.
2. 3D-моделирование в инженерной графике: учеб. пособие / С.В. Юшко, Л.А. Смирнова, Р.Н. Хусаинов, В.В. Сагадеев. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. 272 с.
3. Лысенкова С.Н., Кулиничев С.А. Программные решения для 3d-моделирования мебели // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2019. № 2 (14). С. 17-21.
4. Гришанова Т.В., Хвостенко Т.М., Прокопенко Л.Л. Основные направления развития рынка информационных технологий в России // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2017. № 2 (10). С. 58-61.
5. Ульянова Н.Д., Балухто В.П. Трехмерное представление машиностроительных деталей: теория и практика // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2019. № 1 (13). С. 13-18.
6. Ульянова Н.Д., Киров А.И. Разработка трехмерных моделей инженерных деталей как перспективное направление развития машиностроения // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2014. № 2 (4). С. 50-53.
7. Тутов С.С. Анализ и компьютерное моделирование элементов конструкций подъемно-транспортного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 8. С. 217-219.
8. Мешихин А.А., Павлов П.Ю., Железнов О.В. Моделирование деталей в CAD/CAM/CAE-СИСТЕМЕ SIEMENS NX: учеб.-метод. пособие. Ульяновск: УлГУ, 2020. 80 с.
9. Пиралова О.В., Ведякин Ф.Ф., Медведева И.Л. Основы твердотельного моделирования в системе «КОМПАС-3D». Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2023. 70 с.
10. Лукинских С.В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологическом обеспечении машиностроительных производств: учеб. пособие / М-во науки и высш. обр. РФ. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. 168 с.
11. Вовк Л.П., Яворенко М.С. Информационные технологии при автоматизированном проектировании и расчете автомобильных деталей // Вести Автомобильно-дорожного института. 2021. № 1 (36). С. 27-33.
12. Латыпова Е.Ю., Цумарев Ю.А. Компьютерный конечно-элементный анализ несущей способности одношовных нахлесточных сварных соединений // Технология машиностроения. 2019. № 1. С. 48-53.
13. Гайдашев М.Н. Основные аспекты графического представления деталей // Технические и гуманитарные проблемы энергетики, природопользования, экологии, цифровизации информационных систем и технических средств в производстве: сб. материалов студенческой науч.-практ. конф. Брянск: Брянский ГАУ, 2023. С. 315-319.
14. Макаревич Л.О., Улезько А.В. Модели развития агроэкономических систем: сущность и классификация // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 4. С. 14-18.

15. Михальченков А.М., Лялякин В.П., Соловьев Р.Ю. Влияние приемов сварки на уровень остаточных напряжений при заделке трещин в корпусных деталях из серого чугуна // Сварочное производство. 2017. № 4. С. 27-32.

16. Галанина О.В. Приоритетные направления цифровизации АПК РФ и проблемы ее интенсификации // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологий. СПб., 2021. С. 486-488.

Информация об авторах:

Н.Д. Ульянова - кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, ulyanova@bgsha.com

А.А. Лямзин - учебный мастер кафедры технического сервиса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, lyamzin.denis5@gmail.com.

С.А. Феськов - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, feskovwork@gmail.com

Information about the authors:

N.D. Ulyanova - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Informatics, Information Systems and Technologies, Bryansk State Agrarian University, ulyanova@bgsha.com.

A.A. Lyamzin - Educational Master of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University, lyamzin.denis5@gmail.com.

S.A. Fes'kov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University, feskovwork@gmail.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 14.11.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2024, принята к публикации 26.03.2024 .

The article was submitted 14.11.2023; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Ульянова Н.Д., Лямзин А.А., Феськов С.А.

Научная статья
УДК 626/627:681.5

О ПРИМЕНЕНИИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

Ольга Евгеньевна Широбокова, Антон Михайлович Никитин

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы автоматизации производственных процессов и контроля технологических параметров, а именно применение датчика, позволяющего измерять неэлектрические величины электрическим методом. Принцип работы датчика давления жидкости основан на механической деформации мембраны под воздействием давления. При увеличении давления, мембрана сжимается и изменяет свою форму. Это приводит к изменению электрического сигнала на измерительном элементе, который преобразует механическую деформацию в электрический сигнал. Затем этот сигнал передается на специальное устройство для его обработки и преобразования в конечный результат – значение давления. Основной характеристикой предложенного в работе датчика давления является его точность.

Ключевые слова: диэлектрический датчик давления, ёмкостные датчики, технологические параметры, механические деформации.

Для цитирования: Широбокова О.Е., Никитин А.М. О применении диэлектрического датчика давления // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 68-71.

Original article

ON APPLICATION OF DIELECTRIC PRESSURE SENSOR

Ol'ga E. Shirobokova, Anton M. Nikitin

Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The issues of automation of production processes and control of technological parameters, namely the use of a sensor that allows measuring non-electrical quantities using an electric method, are discussed in the article. The principle of operation of the liquid pressure sensor is based on mechanical deformation of the membrane under the influence of pressure. As the pressure increases, the membrane contracts and changes its shape. This leads to a change in the electrical signal on the measuring element, which converts the mechanical deformation into an electrical signal. Then this signal is transmitted to a special device for its processing and conversion into the final result – the pressure value. The main characteristic of the pressure sensor proposed in operation is its accuracy.

Keywords: dielectric pressure sensor, capacitive sensors, technological parameters, mechanical deformations.

For citation: Shirobokova O.E., Nikitin A.M. On application of dielectric pressure sensor // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 68-71.

Введение. Для контроля состояния гидротехнических сооружений (ГТС), природных и техногенных воздействий, а также оценки безопасности гидротехнических сооружений, Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» в редакции от 29.05.2023 № 191-ФЗ установлена необходимость проведения мониторинга технического состояния и безопасности гидросооружений [3,9].

Автоматизированные системы мониторинга ГТС позволяют контролировать ряд параметров, таких как:

- напряженно-деформированное состояние (НДС) строительных конструкций и бетона сооружения;
- пьезометрические напоры и фильтрационные расходы;
- осадками, горизонтальными смещениями сооружений и взаимными смещениями их частей, отклонение конструкций от угла нормали [3,5].

Автоматизация производственных процессов и контроля технологических параметров, а также усовершенствование техники научных экспериментов требует широкого класса совершенных первичных преобразователей, то есть разработки различных датчиков, позволяющих измерять неэлектрические величины электрическим методом [3].

Для измерения давления, характеризующего состояние системы и являющегося одной из важных технологических величин, служат датчики давления.

Методы и материалы исследований. В настоящее время существует большое разнообразие датчиков, отличающихся своей конструкцией. Примером могут служить датчики, основанные на со-общающихся сосудах, пьезоэффекте, прогибах мембран и др. [2,4].

Большинство перечисленных датчиков позволяет определять давление вблизи исследуемого объекта, то есть не допускает дистанционного контроля. При этом датчики имеют самые различные параметры и пределы их измерений не превышают 1000 кг/см^2 .

Существуют ёмкостные датчики, основанные на изменении электроёмкости в зависимости от давления. В датчиках такого типа принципиально возможно, в качестве прокладки, использовать сегнетокерамику чистого титана бария BaTiO_3 , диэлектрическая проницаемость которого убывает при одностороннем механическом сжатии [1,7,10].

На рисунке 1 показана элементарная схема датчика. В данной схеме последовательно с сегнетокерамическим конденсатором C_x , включен эталонный конденсатор C_0 , с известной ёмкостью, напряжение на котором измеряется обычным вольтметром. При подаче давления ёмкость C_x уменьшается, что в свою очередь приводит к уменьшению напряжения на C_0 и соответствующему изменению показаний вольтметра [6,8].

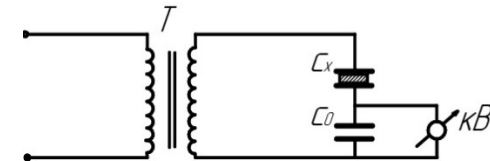


Рисунок 1 - Элементарная схема датчика

Предложенный датчик характеризуется простотой изготовления, высокой механической прочностью, хорошим воспроизведением результатов. К недостаткам можно отнести необходимость высокого напряжения для работы датчика, которое находится в пределах от 600 до 1200В, в зависимости от толщины сегнетокерамической прокладки. Пределы измерений предложенного датчика не превышают 600 кг/см^2 .

Рассмотрим датчик давления, применение которого возможно для контроля технологических параметров гидротехнических сооружений.

На рисунке 2 приведена принципиальная схема для измерения давления резонансным методом. Используется конденсатор с прокладкой из сегнетокерамики BaTiO_3 . Он имеет следующие размеры площадь $S=0,25 \text{ см}^2$, толщину $\alpha=0,3 \text{ см}$, закреплен в держателе и последовательно подсоединен к стандартной катушке индуктивности $L=6 \text{ мГн}$. На вход колебательного контура подается от генератора стандартных сигналов (ГСС) напряжение от 0,08 до 12 В, с частотой от одного до трех кГц.

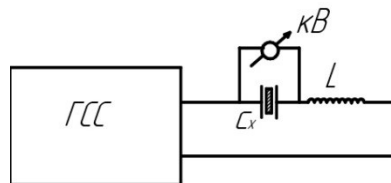


Рисунок 2 - Принципиальная схема для измерения давления резонансным методом

Индикатором служит катодный вольтметр ВЗ-6, присоединённый параллельно к сегнетокерамическому конденсатору. Термостатический подогрев образца осуществляется через латунный цилиндр с большой теплоёмкостью, который служит одновременно электродом. Температура измеряется термопарой.

На рисунке 3 показаны резонансные кривые контура с воздушным и сегнетокерамическим конденсаторами.

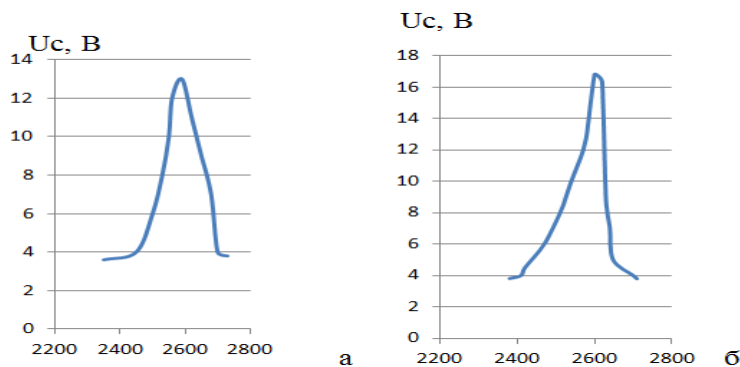


Рисунок 3 - Резонансная кривая с сегнетокерамическим конденсатором (а), с воздушным конденсатором (б)

Из рисунка 3 видно, что при замене воздушного конденсатора сегнетокерамическим, изменяется незначительно острота резонансной кривой, изменяется также полуширина резонансной кривой - она уменьшается на 20%.

Как известно, падение напряжения на конденсаторе U_c определяется зависимостью:

$$U_c = \frac{U_0}{C\omega\sqrt{(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 + R^2}}; \quad (1)$$

где U_c - напряжение на конденсаторе колебательного контура;

U_0 - напряжение на входе контура.

Вблизи резонанса $L\omega - \frac{1}{C\omega}$ и $(C-C_p)$ очень малые величины, где C_p – ёмкость конденсатора при резонансе.

Разлагая формулу 1 в ряд вблизи резонанса, получаем:

$$U_c = \frac{U_0}{\omega R} \left[\frac{1}{C_p} - \frac{1}{C^2 p} (C - C_p) + \frac{1}{C^2 p} (C - C_p)^2 \dots \right] \left[1 - \frac{1(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}{2R^2} \dots \right] \quad (2)$$

Ограничиваясь членами первой степени, получим:

$$U_c \cong \frac{2U_0}{\omega RC_p} - \frac{U_0}{\omega RC^2 p} \cdot C. \quad (3)$$

Из формулы (3), следует, что вблизи резонанса напряжение на конденсаторе находится в линейной зависимости от ёмкости конденсатора.

Кроме того, можно принять, что в слабых полях электроёмкость убывает с увеличением давления P по закону

$$C = C_0 - kP. \quad (4)$$

Следовательно, вблизи резонанса напряжение на конденсаторе будет меняться от давления по тому же закону

$$U_c = U_{c0} \pm kP; \quad (5)$$

По данным В.В. Кубанкина, проведшего серию экспериментов следует, что при комнатной температуре при одностороннем механическом сжатии расчетная зависимость (5) выполняется до $P=3 \cdot 10^8$ Н/м².

При цене деления катодного вольтметра в 0,1В погрешность измерения не превышает $5 \cdot 10^6$ Н/м², что соответствует номинальной относительной погрешности в 2,5% и находится в пределах допустимой погрешности.

Воспроизводимость показаний, при изменении статистических или медленно меняющихся давлений допустимая. Можно измерить давление и до $P = 3 \cdot 10^8$ Н/м², но при этом после нескольких измерений необходимо заменить прокладку конденсатора. При повторных измерениях чувствительность датчика увеличивается и остаётся неизменной в течение всех последующих измерений. После длительного отдыха чувствительность немного уменьшается, но вновь восстанавливается после нескольких последующих измерений.

При максимальной механической нагрузке отклонение стрелки измерительного прибора составляет 60...70 % шкалы. Следовательно, подбор шкалы измерительного прибора может увеличить точность измерения давления.

Также следует отметить, что при колебаниях температуры от 10°С до 30°С стабильность показаний остаётся в пределах погрешности

Выводы. Достоинством данного метода измерения давления является достаточно высокий предел измерения $P = 2 \cdot 10^8$ Н/м², при этом не требуются высокие электрические напряжения (входное напряжение составляет доли вольта). Сегнетокерамический конденсатор обладает высокой механической прочностью и прост в изготовлении. Чувствительность $U_c(P)$ не зависит от того, на какой ветви резонансной кривой производится измерение, только если на левой ветви (рис. 3), то с повышением давления U_c уменьшается, а если на правой, то U_c увеличивается.

Контроль над показателями состояния на большинстве ГТС до сих пор осуществляется вручную в соответствии с Программами натуральных наблюдений с применением контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). Приведенный выше обзор оборудования для мониторинга дает представление о количестве параметров, которые необходимо контролировать во время наблюдений за состоянием ГТС и позволяет сделать вывод в пользу автоматизации проводимых наблюдений. Автоматизация мониторинга позволяет собственнику оптимизировать количество используемых материальных и человеческих ресурсов, получать достоверную информацию о состоянии гидротехниче-

ского объекта в режиме реального времени, а значит минимизировать риски возникновения ЧС и исключить сопутствующие материальные и человеческие потери.

Список источников

1. Гейнц Ю.Э., Минин И.В., Минин О.В. Связанные оптические резонансы в диэлектрической микросфере. Физический концепт миниатюрного оптического датчика давления // Оптика атмосферы и океана. 2022. Т. 35, № 7 (402). С. 581-588.
2. <https://monsol.ru/primenenie/baza-znaniy/poleznye-stati/oborudovanie-dlya-avtomatizirovannogo-monitoringa-gidrotehnicheskikh-sooruzheniy/>.
3. Осипов М.Н., Сергеев Р.Н., Лимов М.Д. Применение резонансного метода и метода спекл-интерферометрии для измерения динамических характеристик конструкций // Динамика и виброакустика. 2023. Т. 9, № 1. С. 33-41.
4. Смирнов В.В., Скидан А.А., Джемилев Э.Р. Применение резонансного метода передачи электроэнергии // Энергетические установки и технологии. 2020. Т. 6, № 3. С. 71-75.
5. Замеры давления в условиях агрессивных сред / А.П. Адамов, А.А. Адамова, С.Г. Семенов и др. // Надежность и качество сложных систем. 2020. № 1 (29). С. 67-75.
6. Симутин А.Н., Дейнеко А.В., Зерцалов М.Г. Опыт использования отечественной автоматизированной системы гидростатического нивелирования «монитор» при мониторинге гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2021. № 5. С. 14-19.
7. Емельянов О.А., Плотноков А.П. Определение зависимости ёмкости сегнетокерамических конденсаторов от напряжения методом импульсного разряда // Измерительная техника. 2017. № 9. С. 44-48.
8. <https://lolilu.ru/avto/membrannyi-dacik-davleniya-zidkosti-princip-raboty-primenenie-i-osobnosti>.
9. <https://normativ.kontur.ru/document>.
10. Жезмер В.Б., Матвеев А.В. Принципы обеспечения эффективной и безопасной работы ГТС гидромелиоративного комплекса // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 2. С. 5-12.

Информация об авторах:

О.Е. Широбокова - кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электро-технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

А.М. Никитин - кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехнологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

O.E. Shirobokova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Engineering, Bryansk State Agrarian University.

A.M. Nikitin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Engineering, 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 28.11.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2024, принята к публикации 26.03.2024 .

The article was submitted 28.11.2023; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Широбокова О.Е., Никитин А.М.

Научная статья
УДК 628.511.132: 621.928.9

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ДИСПЕРСНОГО АНАЛИЗА ПЫЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

¹Татьяна Ивановна Белова, ²Евгений Михайлович Агашков, ¹Степан Николаевич Камовский

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

²ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орловская область, Орёл, Россия

Аннотация. Эффективность улавливания пыли определяется размером частиц, информация о которых отсутствует для комбикормовых и зерноперерабатывающих производств за исключением мукомольной отрасли, переработки подсолнечника и ряда других производств. Определение дисперсного состава пыли основано на её физико-химических свойствах и может отличаться от метода исследования, среди которых широкое распространение получили ситовой, седиментометрический, центробежной сепарации, оптический и микроскопирования. Также для оперативного определения дисперсного состава пыли используются счетчики частиц, которые определяют количество частиц в единице объёма воздуха без предварительного осаждения. Наиболее современным методом является оптический, основанный на способе лазерной дифракции, где осуществляется лазерное зондирование отобранных проб пыли. Но из всех методов подходящим для пылей комбикормового производства является метод микроскопирования аналитических фильтров с определенной концентрацией пыли в воздухе, который реализуется с помощью светового микроскопа и цифровой камеры. В этом случае имеется возможность определения линейных размеров частиц и их формы, по которым рассчитывается аэродинамический диаметр частиц. По этим характеристикам определяется дисперсный состав пыли до выгрузки подсолнечного шрота по количеству частиц, проводится оценка распределения их по массе и за счёт установленной концентрации на основе гравиметрического метода согласно логарифмическому нормальному закону были получены данные содержания частиц размером до 2,5 мкм и до 10 мкм (параметры РМ 2.5 и РМ10).

Ключевые слова. Комбикормовое производство, пыль, дисперсный состав, размер частиц, форма частиц, фракционный состав.

Для цитирования: Белова Т.И., Агашков Е.М., Камовский С.Н. Современные способы дисперсного анализа пыли при производстве комбикормов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 72-77.

Original article

MODERN METHODS OF DISPERSE DUST ANALYSIS IN MIXED FODDER PRODUCTION

¹Tat'yana I. Belova, ²Evgeny M. Agashkov, ¹Stepan N. Kamovski

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

² Oryol State University named after I.S. Turgenev, Oryol region, Oryol, Russia

Abstract. The efficiency of dust capture is determined by the size of particles, information about which is not available for mixed fodder and grain processing industries, with the exception of the flour milling industry, sunflower processing and a number of other industries. The determination of the disperse composition of dust is based on its physicochemical properties and may differ from the research method, among which sieve, sedimentometric, centrifugal separation, optical and microscopy are widespread. Also, particle counters are used to quickly determine the disperse composition of dust, which determine the number of particles per unit volume of air without preliminary precipitation. The most modern method is optical, based on the method of laser diffraction, where laser probing of selected dust samples is carried out. But of all the methods suitable for the dust of mixed fodder production is the method of microscopy of analytical filters with a certain concentration of dust in the air, which is implemented using a light microscope and a digital camera. In this case, it is possible to determine the linear dimensions of the particles and their shape, from which the aerodynamic diameter of the particles is calculated. According to these characteristics, the disperse composition of dust before unloading sunflower meal is determined by the number of particles, their mass distribution is estimated, and due to the established concentration on the basis of the gravimetric method, according to the logarithmic normal law, data on the content of particles up to 2.5 microns and up to 10 microns were obtained (parameters PM 2.5 and PM 10).

Key words: mixed fodder production, dust, disperse composition, particle size, particle shape, fractional composition.

For citation: Belova T.I., Agashkov E.M., Kamovski S.N. Modern methods of disperse dust analysis in mixed fodder production // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 2(102). 72-77.

Введение. На всех предприятиях по переработке сырья растительного происхождения существует проблема запыленности воздуха рабочей зоны и потери ценных материалов в ходе технологических процессов [1,2,3]. Откуда возникают две задачи: 1 – снижение запыленности и улавливание пыли для дальнейшего использования в производстве; 2 – степень воздействия её на организм человека, что обусловлено размером частиц пыли. Сегодня существуют данные о дисперсном составе пыли при сжигании углей и горючих сланцев, в металлургии, химических производствах, при производстве строительных материалов, муки, переработке подсолнечника, но отсутствуют в полной мере при производстве комбикормов [4,5].

Получение этих данных возможно использованием различных методов проведения дисперсного анализа, результаты которых разнятся, которые дают такие результаты, но при этом их можно использовать при проектировании устройств обеспыливания, функционирующих на разных принципах улавливания пыли.

Методы и способы определения дисперсного состава пылей. По способу отбора проб определение дисперсного состава пыли делится на методы с предварительным осаждением и без предварительного осаждения пыли. Во втором случае дисперсный состав определяется непосредственно в воздухе на основе оптических свойств пыли. Для этого могут быть использованы счётчики частиц отечественного производства (АЗ-5, АЗ-10) и зарубежные (FLUKE 983, FLUKE 985) [6,7]. Счётчики позволяют определять в одном литре воздуха количество частиц размером $> 0,3$ мкм, $> 0,5$ мкм, $> 1,0$ мкм, $> 2,0$ мкм, $> 5,0$ мкм, $> 10,0$ мкм. Достоинствами этих приборов являются простота эксплуатации, возможность непрерывного контроля, получение оперативных данных о дисперсном составе аэрозоля в количественном отношении с достаточно высокой точностью. Необходимо отметить, что основным применением указанных приборов является определение класса чистоты помещений и зон [8].

Недостатки счётчиков частиц связаны с: проблематичностью оценки дисперсного состава в долях по массе из-за отсутствия учёта формы частиц, использованием их только при температуре воздуха в пределах от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, что не позволяет проводить измерения запыленности на всех процессах производства комбикормов, и достаточно высокой ценой.

Эти недостатки можно устранить с использованием методов с предварительным осаждением пыли, к которым относятся ситовый, седиментометрический, центробежной сепарации, лазерной дифракции и микроскопирования [9].

Ситовый метод основан на последовательном просеивании образца пыли через набор лабораторных сит с различными размерами ячеек и последующим взвешиванием прохода или остатка на сите. Существуют сита с размером квадратных ячеек в 5 мкм и выше. Для анализа требуется наличие двух навесок массой не менее 500 мг, и чтобы отклонения по массе каждой фракции в навесках составляли не более 2%. В этом случае ситовый анализ представляет собой достаточно простой метод в использовании, но предъявляет высокие требования к ситам по прочности, по инертности к электростатическим и адгезионным свойствам пыли, и необходимости использования специальной вибрационной машины. Также к недостаткам ситового метода следует отнести отсутствие возможности определения формы частиц, которая определяет их скорость витания.

Получение данных о дисперсном составе пыли, которые могут быть использованы для более точного расчета инерционных аппаратов пылеочистки и для оценки вероятности проникновения пыли в организм человека, возможно с использованием методов седиментометрического и центробежной сепарации.

При использовании седиментометрического метода происходит осаждение частиц в жидкостях, где скорость осаждения зависит от их размера. В дальнейшем происходит отбор пыли из жидкости и их последующего взвешивания. Осаждение также можно производить в ротаметрических классификаторах, где за счёт задачи скорости движения воздуха определяют массу осевшей пыли и рассчитывают аэродинамический диаметр частиц. Недостатками метода являются необходимость наличия достаточно больших навесок пыли, постоянного контроля за осаждением частиц, чтобы вовремя производить отбор осевшей пыли для взвешивания, и зависимость результатов от физико-химические процессы взаимодействия жидкости и пыли. Для частиц размером менее 5 мкм скорости витания составляют менее 1 мм/с, что приводит к увеличению длительности исследования, а также – габаритов оборудования и погрешности измерений.

Метод центробежной сепарации позволяет ускорить процесс осаждения частиц пыли разного диаметра, так как действие центробежной силы больше, чем силы тяжести. При этом имеется возможность качественного разделения частиц пыли на фракции, но предъявляются высокие требования к качеству исполнения оборудования, так как возможно не только забивание отверстий частиц пыли, но и их измельчение вследствие соударения со стенками прибора на больших скоростях. Исследова-

ние дисперсного состава слипающихся и волокнистых пылей в этом случае также затруднительна. Кроме этого, как и в случае использования ситового и седиментометрического методов, является необходимость достаточно большой навески пыли. Поэтому эти методы часто используются при анализе порошков и имеют ограничения по исследованию запыленности в воздухе при концентрации менее 1 мг/м^3 .

В методе лазерной дифракции также необходимо использовать только предварительно осевшую пыль, и зачастую результаты дисперсного анализа представляются в количественном отношении. Но за счет использования оптического анализатора возрастает скорость проведения исследования, а также имеется возможность фиксирования частиц размером $0,01 \text{ мкм}$ [9]. При этом, как и в случае других оптических методов, отсутствует возможность оценки формы частиц, что приводит к некорректным результатам при расчёте инерционных аппаратов, и некорректной оценки дисперсного состава пыли по массе, либо имеется возможность оценки размера и формы частиц (размером более 5 мкм) в жидкой среде. Оборудование для проведения лазерной дифракции достаточно дорогостоящее, что ограничивает его использование на предприятиях.

Метод микроскопирования позволяет определить дисперсный состав пыли путём рассматривания образцов в световом микроскопе при увеличении не менее $40\times$. Причём образцы могут быть получены гравиметрическим методом на аналитических фильтрах, и путём осаждения на предметные стёкла, другие специальные поверхности. В современных условиях для упрощения проведения исследований используют цифровые камеры, которые позволяют получить микрофотографии высокого разрешения для последующей обработки. При этом можно определить достаточно точные параметры дисперсного состава по количеству частиц, а при получении распределения по массе возможна только оценка, так как из-за сложной формы частиц их объём только оценивается. Как правило, современные программные средства кроме линейных размеров частиц позволяют получать коэффициенты, учитывающие форму частиц, по которым определяют эффективный диаметр частиц, близкий к аэродинамическому. Существуют государственные стандарты на определение дисперсного состава пылей и для определения форм частиц порошкообразных материалов, в которых используются микроскопические исследования [9, 10].

На выбор метода исследования дисперсного состава пылей влияют токсичность пыли, её концентрация, способ отбора проб, необходимая точность, наличие необходимого оборудования. При наших исследованиях на выбор метода повлияли отборы проб гравиметрическим способом, необходимость получения данных о дисперсном составе в количественном и массовом распределении и наличие микроскопа с цифровой камерой.

Методика и результаты исследования. Для отбора пробы пыли подсолнечного шрота с приёмного пункта комбикормового предприятия был использован гравиметрический метод с помощью аспиратора ПУ-4Э, аналитических фильтров АФА-ВП-10 при концентрации пыли в воздухе в пределах $3,15\text{-}2380 \text{ мг/м}^3$.

Приведены сведения [6] о дисперсном составе пыли подсолнечного шрота до разгрузки по максимальному линейному размеру, что приводит к необходимости определения параметров с учётом формы частиц. Для этого аналитические фильтры подвергались микроскопированию на микроскопе с объективом увеличением $10\times$ и дальнейшей обработке в программах Paint.net и ImageJ [4, 5, 11, 12].

На рисунке 1 представлены микрофотографии пыли подсолнечного шрота до его выгрузки.

На основе дальнейшей обработки изображений в программе ImageJ получены данные для каждой обнаруженной частицы о максимальном линейном размере, площади проекции, периметре, отношении максимального линейного размера к минимальному размеру. На основании этих данных производим расчеты аэродинамического диаметра, а также определяем параметры дисперсного состава по количеству (средний размер частиц $d_{\text{срк}}$, мкм, и логарифмическое среднеквадратическое отклонение $\lg \sigma_k$) и производим оценку параметров дисперсного состава по массе (средний размер частиц $d_{\text{срм}}$, мкм, логарифмическое среднеквадратическое отклонение $\lg \sigma_m$, содержание частиц размером до $2,5 \text{ мкм PM}_{2.5}$, мг/м^3 , и до 10 мкм PM_{10} , мг/м^3).

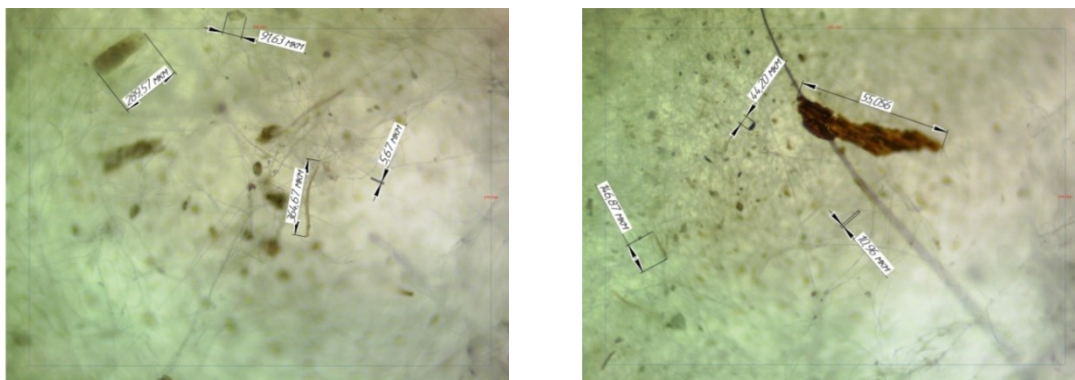


Рисунок 1 - Микрофотографии пыли подсолнечного шрота до выгрузки

После этого производится обработка полученных изображений в программе ImageJ с получением контрастных фотографий, где отображаются частицы пыли.

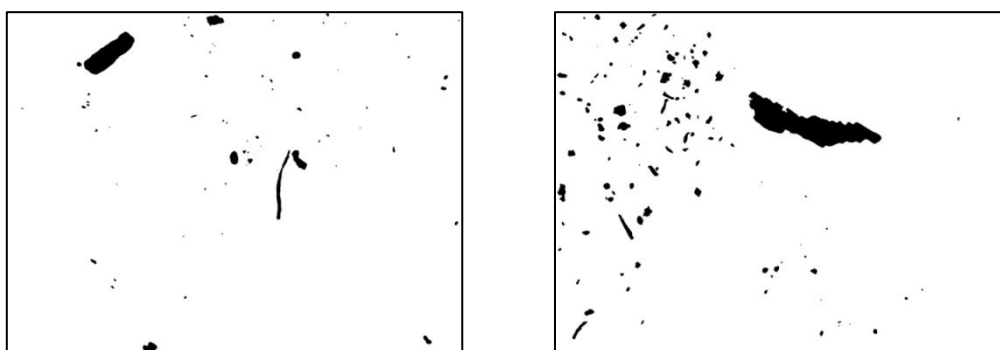


Рисунок 2 – Микрофотографии с выделенными частицами

В результате обработки изображений было обнаружено 3345 частиц, из которых наименьший линейный размер составлял 2,17 мкм, наибольший линейный размер – 734,53 мкм, наименьшая площадь проекции частицы – 1,89 мкм², наибольшая площадь проекции частицы – 79961,42 мкм² и наибольшее отношение размеров частиц – 13,72.

В таблице 1 представлены параметры дисперсного состава пыли до разгрузки подсолнечного шрота.

Таблица 1 - Параметры дисперсного состава пыли до выгрузки подсолнечного шрота

Наименование параметра	Размер частиц фракции, мкм						
	≤ 2,5	2,5-5	5-10	10-25	25-50	50-100	100≤
Дисперсный состав по количеству							
φ _л , %	0,21	2,77	15,36	46,45	26,64	7,34	1,23
φ _а , %	1,20	6,69	25,69	52,07	13,12	1,23	1,20
d _{ср} , мкм:							
- по максимальному линейному размеру	19,01						
- по аэродинамическому диаметру	12,8						
lg σ:							
- по максимальному линейному размеру	0,309						
- по аэродинамическому диаметру	0,282						
Оценка дисперсного состава по массе							
φ _л , %	1,36 · 10 ⁻⁴	0,01	0,30	9,10	30,59	39,37	20,64
φ _а , %	1,06 · 10 ⁻³	0,04	1,13	23,39	45,46	29,98	0,04
d _{ср} , мкм:							
- по максимальному линейному размеру	58,61						
- по аэродинамическому диаметру	36,9						
lg σ:							
- по максимальному линейному размеру	0,267						
- по аэродинамическому диаметру	0,271						

Примечание. φ_л – содержание согласно экспериментальным данным по наибольшему линейному размеру; φ_а – содержание согласно экспериментальным данным по аэродинамическому диаметру

Исходя из этих значений концентрации частиц размером до 2,5 мкм и 10 мкм в пыли до выгрузки подсолнечного шрота составляли $6,27 \cdot 10^{-5}$ и $0,12 \text{ мг/м}^3$, соответственно.

Для полноты исследования и возможности использования полученных значений (табл. 2, рис. 1) приведены характеристики форм частиц [10].

Таблица 2 – Формы частиц пыли по фракциям до выгрузки подсолнечного шрота

Форма частиц	Размер частиц фракции, мкм						
	≤ 2,5	2,5-5	5-10	10-25	25-50	50-100	100≤
Доля частиц по максимальному линейному размеру, %							
сферическая	28,57	25	28,18	21,04	12,64	6,15	4,88
округлая	57,14	67,39	63,99	64,79	61,17	50,82	31,71
угловатая	14,29	7,61	7,83	14,17	25,73	40,98	26,83
стержневая	0	0	0	0	0,45	2,05	36,59
игольчатая	0	0	0	0	0	0	0
Доля частиц по аэродинамическому диаметру, %							
сферическая	22,50	17,94	23,01	17,23	16,25	6,15	17,07
округлая	62,50	64,57	61,57	62,54	59,73	50,82	73,17
угловатая	15,00	17,49	15,30	19,60	19,45	40,98	9,76
стержневая	0	0	0,12	0,63	4,58	2,05	0
игольчатая	0	0	0	0	0	0	0

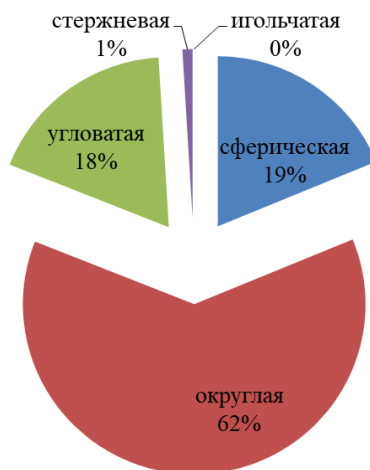


Рисунок 1 – Морфологический состав пыли до выгрузки подсолнечного шрота

Заключение. Использование метода микроскопирования при исследовании дисперсного состава пыли имеет место в случае запылённости воздуха рабочей зоны, концентрацию которой возможно определить гравиметрическим методом и выделяются различные виды пылей. Данная ситуация складывается при переработке зерновых и другого сырья растительного происхождения, т. е. на комбикормовых предприятиях, крупомольных, пищевых концентратных производствах и др. В дальнейшем данные о пыли до выгрузки подсолнечного шрота могут быть использованы для оценки риска получения профессиональных заболеваний и вероятности рассеивания пылевых частиц в воздухе производственных помещений и атмосферном.

Список источников

1. Горбачев И.В., Панова Т.В., Панов М.В. Моделирование и оптимизация процесса послеуборочной обработки зерна // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 279-287.
2. Grain drying complex based on an alternative energy source / A.I. Kupreenko, E.M. Baydakov, Kh.M. Isaev, A.N. Chenin // Труды ГОСНИТИ. 2020. Т. 120. С. 49
3. Ensuring the protection of the environment at the combined feed mills / T.I. Belova, E.M. Agaskov, E.G. Chernova, S.V. Terekhov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 698, Construction of roads, bridges, tunnels and airfields. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/7/077064/pdf>. (дата обращения: 23.10.2023)
4. Исследование запыленности воздуха при приемке подсолнечного шрота / Т.И. Белова, В.С. Шкрабак, Е.М. Агашков и др. // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 117-123.

5. Запыленность воздуха на приемном пункте после выгрузки подсолнечного шрота / Т.И. Белова, В.С. Шкрабак, Е.М. Агашков и др. // Известия международной академии аграрного образования .2023. № 66 . С. 18-26.

6. <https://all-pribors.ru/opisanie/54041-13-fluke-985-57572#ot>

7. <https://gazoanalit.ru/catalog/perenosnye1/schetchik-chastits-az-10/>

8. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Ч. 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц: ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017. Введ. 2018-12-01. М.: Стандартиформ, 2017. 30 с.

9. <https://www.fritsch.com.ru/izmerenie-razmera-chastic/staticheskoe-rassejanie-sveta/detali/produkty/lazernyi-pribor-dlja-izmerenija-razmera-chastic-analyssette-22-next-nano/>

10. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха: ГОСТ Р 56929-2016. Введ. 2017-02-01. М.: Стандартиформ, 2019. 16 с.

11. Проблемы определения дисперсного состава пыли в воздухе рабочей зоны комбикормовых предприятий / Т.И. Белова, В.С. Шкрабак, А.П. Савельев, Е.М. Агашков // Безопасность жизнедеятельности. 2022. № 9. С. 24-30.

12. Погрешности метода микроскопирования при определении размеров частиц пыли овса / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, Т.М. Осадца, К.А. Харченко // Безопасный и комфортный город: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. Орёл, 2023. С. 488-492.

Информация об авторах:

Т.И. Белова – доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, belova911@mail.ru

Е.М. Агашков - кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», evgenii-agashkov@mail.ru

С.Н. Камовский – студент, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Information about the authors:

T.I. Belova - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Bryansk State Agrarian University, panovatava@yandex.ru.

E.M. Agashkov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev».

S.N. Kamovski – Student, 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 10.11.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2024, принята к публикации 26.03.2024 .

The article was submitted 10.11.2023; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Белова Т.И., Агашков Е.М., Камовский С.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. 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: osipovaa@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.