

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

ВЕСТНИК БРЯНСКОЙ ГСХА

Научный журнал

Издаётся с марта 2007 года

Выходит один раз
в два месяца

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-rf.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. Агрохимия, 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).

№ 4 (98)
ИЮЛЬ-АВГУСТ 2023
СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Бишутин К.И., Сверчков Д.Г.	3
Продуктивный потенциал, структура урожая зерна при возделывании раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на юго-западе Центрального Нечерноземья	
Белоус И.Н., Малявко Г.П., Белоус Н.М., Воробьева Л.А., Адамко В.Н., Мельникова О.В.	9
Влияние предшественников и систем удобрения на урожайность озимой ржи	
Пакшина С.М., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Белоус И.Н., Смольский Е.В.	14
Влияние весенне-летнего дефицита почвенной влаги на удельную активность ¹³⁷ Cs воздушно-сухой массы кормовых культур	
Шпилев Н.С., Лебедько Л.В., Шепелев С.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В.	19
Тритикале – важная кормовая культура	
Поцепаи С.Н., Анищенко Л.Н., Малявко Г.П., Семышев М.В.	24
Эколого-ресурсоведческий мониторинг луговых лекарственных растений Брянской области	
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Подольников М.В.	29
Повышение мясных качеств цыплят-бройлеров под воздействием оздоровительной добавки кормовой (ОДК) «Гумэл Люкс»	
Кривопушкин В.В.	34
Рост, мясная продуктивность, гистологическая структура и прочность пястных костей бычков абердин-ангусской породы	
Лемеш Е.А., Гамко Л.Н., Гулаков А.Н., Подольников В.Е.	38
Минерально-витаминное питание лактирующих коров	
Яковлева С.Е., Шепелев С.И.	42
Влияние принадлежности к маточным семействам на показатели воспроизводства кобыл	
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Михальченков А.М., Гуцан А.А., Феськов С.А.	46
Импортозамещение при восстановлении составных лемехов с использованием утилизированных материалов	
Ожерельев В.Н., Медведев Д.С.	52
Особенности взаимодействия с почвой инъекционного игольчатого барабана	
Сакович Н.Е., Адьлин И.П., Шилин А.С.	57
Обеспечение пожарной безопасности транспортных средств в сельскохозяйственном производстве	
Панова Т.В., Панов М.В.	63
Повышение качества измельчения древесно-растительных отходов	
Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е.	67
Проблемные вопросы борьбы с пылью на предприятиях производства комбикормов	
№ 4 (98) July- August 2023 AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT	
Dronov A.V., Bel'chenko S.A., Mameev V.V., Bishutin K.I., Sverchkov D.G.	3
Productive potential, grain yield structure when cultivating early-season and mid-early corn hybrids in the south-west of the Central Non-Black Soil Zone.	
Belous I.N., Malyavko G.P., Belous N.M., Vorobyova L.A., Adamko V.N., Melnikova O.V.	9
The influence of precursors and fertilizer systems on the yield of winter rye	
Pakhshina S.M., Belous N.M., Malyavko G.P., Belous I.N., Smol'ski E.V.	14
The effect of spring-summer soil moisture deficiency on the specific activity of ¹³⁷ Cs air-dry mass of fodder crops	
Shpil'ov N.S., Lebed'ko L.V., Shepelev S.I., Torikov V.E., Mel'nikova O.V.	19
Triticale is an important forage crop	
Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Malyavko G.P., Semyshev M.V.	24
Ecological and resource-based monitoring of meadow medicinal plants of the Bryansk region	
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE	
Podol'nikov V.E., Gamko L.N., Podol'nikov M.V.	29
Improving the meat qualities of broiler chickens under the influence of a health-improving feed additive (UEC) "Gumel Lux"	
Krivopushkin V.V.	34
Growth, meat productivity, histological structure and strength of the metacarpal bones of Aberdene-Angus bull-calves	
Lemesh E.A., Gamko L.N., Gulakov A.N., Podol'nikov V.E.	38
Mineral and vitamin nutrition of lactating cows	
Yakovleva S.E., Shepelev S.I.	42
Influence of belonging to uterine families on the indicators of mare reproduction	
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	
Mikhal'chenkov A.M., Gutsan A.A., Fes'kov S.A.	46
Import substitution when restoring composite ploughshares using recycled materials	
Ozherel'ev V.N., Medvedev D.S.	52
Peculiarities of interaction with soil of the injection needle drum	
Sakovich N.E., Adylin I.P., Shilin A.S.	57
Ensuring fire safety of vehicles in agricultural production	
Panova T.V., Panov M.V.	63
Improving the quality of wood and plant waste shredding	
Khristoforov E.N., Sakovich N.E.	67
Problematic issues of dust control at compound feed production enterprises	

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

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. Малайко – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); О.В. Мельникова – 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); Е.В. Просянников – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); С.М. Сычев – д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); В.Ф. Шаповалов – 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.И. Купреенко – д-р техн. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); А.М. Михальченков – д-р техн. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); В.Н. Ожерельев – д-р с.-х. 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.В. Крапивина – д-р биол. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); 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); И.И. Усачев – д-р вет. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область).

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.

Учредитель: ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, регистрационный номер ПИ № ФС77-28094 от 27 апреля 2007 г. Издание зарегистрировано в Национальном агентстве ISSN Российской Федерации, номер ISSN: 2500-2651.

Тираж 250 экз. Подписано к печати 09.08.2023.

Дата выхода в свет 24.08.2023.

Свободная цена.

Издатель: ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Адрес редакции и издательства: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 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, 2023

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

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); O.V. Melnikova – 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); E.V. Prosyannikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); S.M. Sychyov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.F. Shapovalov – 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.I. Kupreenko – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); A.M. Mihal'chenkov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.N. Ozherel'ev – Doctor of Agricultural 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.V. Krapivina – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); 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); I.I. Usachev – Doctor of Veterinary Science, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region).

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.
Founder: FSBEI HE Bryansk SAU.

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

Circulation of 250 copies. Signed to printing - 09.08.2023.

The release date is 24.08.2023.

Free price.

Publisher: FSBEI HE Bryansk SAU.

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, 2023



АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

Научная статья

УДК 633.15:631.527 (470.33)

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-3-9

**ПРОДУКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, СТРУКТУРА УРОЖАЯ ЗЕРНА
 ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ
 НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

**Александр Викторович Дронов, Сергей Александрович Бельченко,
 Василий Васильевич Мамеев, Кирилл Игоревич Бишутин, Дмитрий Геннадьевич Сверчков**
 ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В данной статье представлены результаты изучения особенностей продукционного процесса гибридов кукурузы (ФАО 100-300) отечественной и зарубежной селекции в условиях юго-запада Центрального Нечерноземья (Брянская область). Основная задача заключалась в научном обосновании особенностей формирования урожайности зерна раннеспелых и среднеранних гибридов, их зерновой структуры, эффективности возделывания перспективных генотипов по зерновой технологии в условиях региона. На серых лесных почвах опытного поля Брянского ГАУ в течение 2021-2022 гг. проведены демонстрационные посевы раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы различного эколого-географического происхождения. Во время агроэкологического испытания на посевах кукурузы проведён мониторинг наступления основных фаз роста и развития, морфобиометрических показателей посева, определены биологическая урожайность и элементы структуры зерна. В результате конкурсного испытания выделены и рекомендованы производству Воронежский 175 АСВ, Каскад 195 СВ и гибрид LG 30189, которые формировали урожайность зерна на уровне 7,3-8,0 т/га. Из среднеранней группы: П 8500, «Pioneer», Франция - 8,80 т/га, Жаклин, «Limagrain Semences», Франция - 8,40 т зерна и Коринт Saaten Union, Германия - 8,33 т/га в пересчёте на стандартную влажность. Большую экономическую эффективность при возделывании кукурузы на зерно показал среднеранний гибрид Атрасьон (RosАгроТрейд, Россия), рентабельность которого составила 143,4%, что оказалась выше на 11,9-33,1%, чем у других перспективно выделенных гибридов.

Ключевые слова: кукуруза, раннеспелые и среднеранние гибриды, урожайность, структура, зерновая технология.

Для цитирования: Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Бишутин К.И., Сверчков Д.Г. Продуктивный потенциал, структура урожая зерна при возделывании раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на юго-западе Центрального Нечерноземья // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 3-9. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-3-9>.

Original article

**PRODUCTIVE POTENTIAL, GRAIN YIELD STRUCTURE WHEN CULTIVATING
 EARLY-SEASON AND MID-EARLY CORN HYBRIDS IN THE SOUTH-WEST
 OF THE CENTRAL NON-BLACK SOIL ZONE**

Alexandr V. Dronov, Sergei A. Bel'chenko, Vasili V. Mameev, Kirill I. Bishutin, Dmitry G. Sverchkov
 Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. This article presents the results of studying the features of the production process of corn hybrids (FAO 100-300) of domestic and foreign breeding in the conditions of the south-west of the Central Non-Black Soil Zone (Bryansk region). The main task was to scientifically substantiate the features of forming grain yields of early-season and mid-early hybrids, their grain structure, the efficiency of cultivating promising genotypes by using grain technology in the conditions of the region. Demonstration crops of early-season and mid-early corn hybrids of various ecological and geographical origins were carried out on gray forest soils of the experimental field of the Bryansk State Agrarian University during 2021-2022. During the agroecological test on corn crops the monitoring of the main phases of growth and development, morphobiometric indicators of sowing was carried out, biological yields and elements of grain structure were determined. As a result of a comparative testing, Voronezhskii 175 DIA, Kaskad 195 CB and hybrid LG 30189 were identified and recommended for production, which formed grain yields at the level of 7.3-8.0 t/ha. From the middle early group: P 8500, "Pioneer", Frantsia - 8.80 t/ha, Zhaklin, "Limagrain Semences", Frantsia - 8.40 t of grain and Korint Saaten Union, Germaniya - 8.33 t/ha in terms of standard humidity. The mid-early hybrid Атрасьон (RosАgroTrade, Russia) showed greater economic efficiency in cultivating corn

for grain, the profitability of which was 143.4%, which turned out to be 11.9-33.1% higher than that of other promising hybrids.

Keywords: corn, early-season and mid-early hybrids, yields, structure, grain technology.

For citation: *Dronov A.V., Bel'chenko S.A., Mameev V.V., Bishutin K.I., Sverchkov D.G. Productive potential, grain yield structure when cultivating early-season and mid-early corn hybrids in the south-west of the Central Non-Black Soil Zone. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 3-9 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-3-9>.*

Введение. Кукуруза (*Zea mays* L.) является широко распространённой и одной из рентабельных сельскохозяйственных культур мирового земледелия, имеет достаточно многопрофильный характер использования. Сегодня она занимает третье место по значимости и площади распространения, уступая лишь пшенице и рису. Кукуруза возделывается в более чем 60 странах, её площади занимают 190 млн. гектаров и годовой объём производства зерна в мире составил в 2022 году почти 1,2 млрд. тонн (первое место по валовому сбору зерна, занимает лидирующую позицию). Согласно данным Международной Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации (ФАО) при ООН рекордная урожайность кукурузного зерна 30,9 т/га отмечена в 2022 году при возделывании по системе нулевой обработки почвы на неорошаемых землях фермера Рассела Хендрика штата Северная Каролина (США). В Российской Федерации максимальный урожай 18,63 т/га зерна кукурузы гибрида P0023 (фирма Pioneer), полученный в 2019 году в сельскохозяйственном предприятии ООО «ФАТ-Агро» РСО-Алания, держится до сих пор. И как показывают многолетние исследования и передовой опыт, что только при условии строгого соблюдения технологии возделывания возможно получение таких высоких урожаев. Передовые агротехнологии кукурузы на зерно включают использование адаптированных и высокоурожайных гибридов, сбалансированное питание с применением высокоэффективных видов и форм минеральных удобрений, химических средств защиты растений. Этот комплекс взаимосвязанных агротехнических мероприятий и их своевременное выполнение позволяет обеспечить рациональное использование природных ресурсов при одновременном повышении урожайности кукурузы и качества получаемой продукции [1].

По данным Росстата в 2022 году валовый сбор зерна кукурузы составил 15 млн. 850 тыс. тонн. Урожайность культуры с общей посевной площади 2 млн. 852,4 тыс. га достигла рекордных 6 т/га, что составило 112,8% к 2021 году. Согласно официальным сведениям департамента по сельскому хозяйству Правительства Брянской области площадь посева кукурузы составила в 2022 году 121,5 тыс. га или 32,5 % от общей площади зерновых культур. Весьма отрядным отмечается Министерством сельского хозяйства РФ, что Брянская область за последние два года попадает в ТОП-10 регионов в общем объёме производства кукурузы в России, так в 2022 году заняла 5-е место - 6,1% от валового объёма или 966,87 тыс. тонн.

Зерно кукурузы - ценный концентрированный корм и сырьё для комбикормовой промышленности. В 1 кг зерна кукурузы содержится 1,34 корм. ед. или 12,2 МДж обменной энергии для крупного рогатого скота и 13,6 МДж - для свиней, отличается высокой переваримостью (90%). Зерно используется на корм при силосовании початков в фазе молочно-восковой спелости, которое по питательности не уступает зерну полной спелости. Из измельченного зерна с влажностью 25% вместе с измельчёнными стержнями початков получают зерностержневую кормовую массу, а из дроблёного зерна (корнаж).

В настоящее время возделывание кукурузы по зерновой технологии является актуальным и весьма востребованным направлением растениеводства для условий Брянской области, расположенной на юго-западе Центрального Нечерноземья. Брянщина со своими почвенно-климатическими условиями довольно благоприятна для производства стабильных и высоких урожаев зелёной массы раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы с початками восковой и молочно-восковой спелости зерна, в виде зерностержневой смеси и зерна, что говорит о том, что кукуруза располагает большими резервами и возможностями в регионе [2,3,4,5,6].

Таким образом, разработка оптимальных агротехнологий перспективных раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы с высоким продуктивным потенциалом, обеспечивающих получение высоких урожаев зерна в условиях Брянской области, является актуальной задачей и имеет большое практическое значение.

Целью данной работы явилась оценка продуктивного потенциала гибридов кукурузы (ФАО 100-300) различного эколого-географического происхождения в агроклиматических условиях Брянской области. Основная задача заключалась в изучении особенностей формирования урожайности зерна раннеспелых и среднеранних гибридов, их зерновой структуры, эффективности возделывания перспективных генотипов по зерновой технологии в условиях региона.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований при конкурсном ис-

пытании были 24 и 30 гибридов (ФАО 100-300) отечественной и зарубежной селекции в рамках проведения демонстрационных посевов «День Брянского поля 2021 и 2022». Почвенный покров представлен серой лесной легкосуглинистой почвой, сформированной на карбонатных лессовидных суглинках. Реакция почвенного раствора гумусового горизонта - 5,5-5,7 (рН солевой вытяжки), содержание органического вещества (гумуса) - 3,5-3,6 % (по Тюрину), подвижных форм фосфора 285-302 мг/кг, калия 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову). Почва характеризуется высокой степенью насыщенности основаниями 85,6% (по Каппену и Гельковицу). Обеспеченность доступными формами микроэлементов, как молибден, цинк, кобальт - слабая.

Экспериментальную работу проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ видов *Zea mays* L. [7] и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8]. Технология возделывания кукурузы на стационаре опытного поля Брянского ГАУ соответствовала общепринятой для кормовых и силосных культур в данной зоне. Предшественник - зернобобовые культуры. Подготовка почвы включала: зяблевая вспашка, весной - обработка дисковым, предпосевная культивация АКШ. Минеральные удобрения в виде азофоски вносили весной под предпосевную культивацию $N_{80}P_{80}K_{80} + N_{40}$ в подкормку в фазу 6-7 листьев на запланируемую урожайность зерна 10 т/га. Срок сева: 17 мая 2021 году и 13 мая 2022 г. Посев проводили сеялкой СПЧ-6 на глубину 7-8 см с шириной междурядий - 70 см и нормой высева 80 тыс. шт. всхожих семян/га. В течение вегетационного периода испытываемых гибридов осуществляли фенологические наблюдения за ростом и развитием, определяли высоту растений и прикрепления початка, длину и ширину листьев. Учёт биологической урожайности зерна проводили вручную, с каждой делянки (гибрид) отбирали по 10 типичных растений (початков) в 4-х кратной повторности. Определяли элементы структуры урожая зерна: длина початка, число рядов зёрен, их количество в ряду, масса зёрен с початка, урожайность зерна в пересчёте на стандартную - 14% влажность, масса 1000 шт. Лабораторные анализы качества зерна выполнены в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ с помощью инфракрасного анализатора ИнфраЛюм ФТ 12, оснащенного программным обеспечением «СпектраЛюм/Про». Результаты исследований обработаны статистически методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [9]. Экономическую оценку возделывания кукурузы на зерно определяли по методическим данным Всероссийского НИИ экономики сельского хозяйства с использованием типовых технологических карт и действующих цен 2022 года. Для представления результатов и оформления научной статьи использовали компьютерные программы MS Excel 07, MS Word 10.

Результаты и их обсуждение. Агроэкологическое испытание гибридов кукурузы в течение 2021-2022 гг. проходило при достаточно контрастных метеорологических условиях. По данным метеостанции Брянского ГАУ погодные условия вегетационных периодов за годы исследований различались как среднесуточными температурами воздуха, так и количеством выпавших осадков. Вегетационный период роста и развития растений гибридов кукурузы в 2021 году отличился выпадением 517 мм осадков, что выше климатической нормы на 205 мм или 65,7 %, особенно в мае, июне и сентябре превысив среднегодовое значения в 2,3, 2,7 и 2,8 раза соответственно. Среднемесячная температура воздуха за вегетацию составила 16,9°C, что выше климатической нормы на 1,7°C.

Для весенне-летнего вегетационного периода 2022 года погодные условия характеризовались своей контрастностью: чередованием прохладной и влажной весны с жарким и дождливым июнем, прохладным июлем, сухим августом и нежелательными обильными осадками в сентябре, негативно отразившимся на формировании зерна и достижения начала полной спелости изучаемого селекционного материала кукурузы.

Анализируя полученные экспериментальные данные в таблице 1 за два года агроэкологического испытания гибридов отечественного и иностранного происхождения, следует особенно отметить выделенные раннеспелые генотипы, которые характеризовались созреванием зерна, но с его повышенной до 26-28% влажностью в условиях Брянской области. В среднем за два года получена урожайность зерна при 14% стандартной влажности от 6,6 до 8,0 тонн с 1 га. Нами выявлено, что среди исследуемых гибридов раннеспелой группы выделились 8 перспективных, а в среднем за два года лучшими среди отечественных отмечен гибрид Каскад 195 СВ, среди генотипов зарубежной селекции - LD 30189, которые обеспечили урожайность зерна соответственно 7,99 и 7,29 тонн с единицы площади. Высокая биологическая урожайность зерна кукурузы у перспективных гибридов определялась несколькими факторами, такими как увеличение массы 1000 зёрен до 300 г, массы зерна с одного початка свыше 210 г и выхода зерна до 80-81% гибридов Воронежский 175 АСВ, Каскад 195 СВ и LD 30189.

Основными структурными элементами урожайности зерна кукурузы являются: длина початка, число рядов, число зёрен в ряду, масса зерна с одного початка, влажность зерна, масса 1000 штук, натура.

Таблица 1 – Урожайность зерна раннеспелых гибридов кукурузы за 2021-2022 гг. в пересчёте на 14-% влажность, т/га

Гибрид	Индекс спелости ФАО	2021 г.	2022 г.	Средняя урожайность за 2 года
Воронежский 175 АСВ (стандарт)	180	8,02	7,26	7,64
Золотой початок 180 МВ	180	5,95	8,77	7,34
Каскад 195 СВ	190	7,78	8,20	7,99
Золотой початок 200 СВ	200	6,49	8,48	7,49
Дельфин (Lidea, Франция)	190	7,09	6,25	6,67
Сирриус (Lidea, Франция)	200	6,16	7,00	6,59
LD 30189 (LG, Франция)	180	5,77	8,81	7,29
LD 30215 (LG, Франция)	200	6,45	7,73	7,09
НСР ₀₅		0,52	0,73	

На основании проведенного структурного анализа выделенных гибридов кукурузы (табл. 2) нами установлено, что Воронежский 175 АСВ (ФАО 180) генотип отечественной селекции характеризовался высокой озернёностью початка (788,5 шт.), длинным початком (22,0 см), большим количеством зёрен в ряду (44,8 шт.) и выходом зерна (82,0 %).

Таблица 2 – Структура урожайности зерна перспективных гибридов кукурузы (ФАО 100-200), 2022 г.

Показатели	Воронежский 175 АСВ (стандарт)	Золотой початок 200 СВ	LD 30189
Длина початка, см	22,0	18,6	19,4
Количество зёрен в ряду, шт.	44,8	37,4	36,8
Количество рядов в початке, шт.	17,6	17,2	13,2
Озернёность початка, шт.	788,5	643,3	485,8
Масса 1 початка при уборочной влажности, г	273,9	267,3	256,0
Масса зерна с 1 початка, г	224,4	217,2	206,0
Выход зерна, %	81,9	81,2	80,5

В таблице 3 приведены урожайные данные зерна перспективных среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300) по годам конкурсного испытания. Урожайность кукурузного зерна при 14 % влажности колебалась от 6,21 до 9,21 т/га. Среди исследуемых гибридов данной группы спелости в среднем за два года лучшими выявлены посевы следующих гибридов: Р 8500 (Pioneer, Франция), Жаклин (Limagrain Semences, Франция) и Коринт (Saaten Union, Германия), которые обеспечивали урожайность зерна соответственно 8,80 т/га, 8,40 и 8,33 т/га. Высокая урожайность зерна кукурузы перспективных гибридов была обусловлена увеличением массы 1000 зёрен (около 300 г), массой одного початка (свыше 230 г) и выходом зерна - 79-81% у таких гибридов, как Р 8500, Жаклин, Коринт, Атрасьон, Тонача.

Изучаемые гибриды среднеранней группы спелости отечественной и зарубежной селекции различались по ряду отдельных количественных признаков структуры початков. Отмечено, что большинство из них имели хорошо выровненный и полностью вызревший внешний вид, особенно початки гибридов кукурузы компании Лимагрэн - Жаклин, Каролин.

Таблица 3 – Биологическая урожайность зерна выделенных среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300), т/га в среднем за 2021-2022 гг.

Гибрид (индекс спелости ФАО), оригинатор	Урожайность зерна		Средняя урожайность за 2 года
	2021 г.	2022 г.	
Р 8500 (ФАО 210), Pioneer	8,90	8,79	8,80
Тонача (ФАО 220), Saaten Union	6,81	8,35	7,58
Коринт (ФАО 240), Saaten Union	8,87	7,79	8,33
Жаклин (ФАО 230), LG	9,21	7,59	8,40
Каролин (ФАО 230), LG	8,10	6,33	7,22
Р 8307 (ФАО 230), Pioneer	6,21	6,52	6,37
Атрасьон (ФАО 250), РосАгроТрейд	7,37	8,37	7,87
Микси (ФАО 280), RAGT	6,22	7,68	6,94
КСС 5290 (ФАО 290), Кубанская опытная станция	6,67	7,41	7,04
Средняя урожайность по опыту	7,71	7,67	7,69
НСР ₀₅	1,1	0,92	

В целом характерно, что длина початка сказалась на количестве зёрен в ряду, среднее число зёрен в ряду в зависимости от гибрида колебалась незначительно от 34,6 до 39,2 шт. (табл. 4).

Таблица 4 – Структура урожайности зерна перспективных среднеранних гибридов кукурузы, 2022 г.

Показатели	Аттрасьон	Жаклин	Коринт	П 8500
Длина початка, см	20,1	19,4	20,4	20,2
Количество зёрен в ряду, шт.	36,0	35,0	34,6	39,2
Количество рядов в початке, шт.	16,8	15,2	15,6	17,6
Озернённость початка, шт.	604,8	532,0	539,8	690,0
Масса 1 початка на момент уборочной влажности, г	243,0	236,5	256,0	248,4
Масса зерна с 1 початка, г	194,4	192,1	206,1	198,2
Выход зерна, %	80,0	81,8	80,5	79,8

Тенденция увеличение числа зёрен в ряду прямо пропорционально сказалось на озёрнённости початков. Наибольшее количество зёрен в початке было сформировано у гибрида П 8500 фирма «Пионер», Франция (690,0 шт.) и Аттрасьон (РосАгроТрейд) - 604,8шт. Влажность зерна при наступлении физиологической спелости («чёрная точка» у основания зерновки) перспективных гибридов среднеранней группы различалась и была выявлена прямая зависимость от условий вегетационного периода по годам испытания - от количества выпавших осадков и среднесуточной температуры. Перспективный гибрид селекционной фирмы «Пионер» П 8500 (ФАО 210) на момент учёта и уборки в условиях Брянской области характеризовался наименьшей влажностью зерна (31,9%) и был самым урожайным среди испытываемых гибридов - 8,80 т/га (2022 г.)

Эффективность внедрения в производство агротехнологий, как известно, оценивается не только влиянием их на урожай, но и экономическими показателями. Оценка экономической эффективности возделывания на зерно урожайных среднеранних гибридов кукурузы в условиях Брянской области представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Экономическая эффективность возделывания перспективных гибридов кукурузы на зерно в условиях Брянской области, 2022 г.

Показатели	Аттрасьон (Россия)	П 8500 (Франция)	Тонача (Германия)
Урожайность зерна, т/га	8,37	8,80	8,35
Стоимость зерна, руб./т	12 500		
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	104 625	108 750	104 375
Производственные затраты на 1 га, руб.	42 985	51 427	49 643
Производственная себестоимость 1 т, руб.	5135,6	5911,1	5945,3
Условный чистый доход с 1 га, руб.	61 640	57 323	54 732
Рентабельность производства, %	143,4	111,5	110,3

Из приведенных данных расчёта экономических показателей эффективности агротехнологии кукурузы на зерно в таблице 5 следует, что наибольшую эффективность при возделывании показал отечественный гибрид Аттрасьон (РосАгроТрейд, Россия), рентабельность которого составила 143,4%, что оказалась выше на 11,9-33,1%, чем у других перспективных выделенных гибридов П 8500 (Пионер, Франция) и Тонача (Saaten Union, Германия). При расчёте производственных затрат следует обратить внимание на такой факт, что у гибридов кукурузы зарубежной селекции высокая стоимость посевной единицы (95-100 евро/за п.е.). В то время как цена за семена перспективных отечественных гибридов кукурузы на половину ниже, что экономически объясняет необходимость импортозамещения. Условный чистый доход (ЧД) при возделывании отечественного гибрида Аттрасьон (РосАгроТрейд) составил 61 640 руб. и производственная себестоимость 1т зерна 5135,6 руб.

Выводы. В среднем за 2 года высокоурожайными отмечены посевы гибридов раннеспелой группы (100-200) отечественной селекции Воронежский 175 АСВ, Каскад 195 СВ и гибрид фирмы Limagrain Europe (Франция) - LG 30189, которые формировали урожайность зерна на уровне 7,3-8,0 т/га. Среди гибридов кукурузы среднеранней группы спелости (ФАО 201-300): П 8500 (ФАО 210), «Пионер», Франция - 8,80 т/га, Жаклин (ФАО 230), «Limagrain Semences», Франция - 8,40 т зерна и Коринт (ФАО 240) Saaten Union, Германия - 8,33 т/га в пересчёте на 14%-ную (стандартную) влажность. Выделенные гибриды рекомендуются производству для дальнейшего внедрения и получения качественного фуражного зерна кукурузы.

Список источников

1. Серов К.Н. Современное состояние производства кукурузы // Молодой учёный. 2021. № 22 (364). С. 78-79.
2. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России: монография / В.Е. Ториков, С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.В. Дьяченко, В.В. Ланцев. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 208 с.
3. Дронов А.В., Бельченко С.А., Ланцев В.В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 4. С. 30-34.
4. Дронов А.В., Мамеев В.В., Нестеренко О.А. Развитие и зерновая продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от абиотических факторов и приёмов агротехнологии в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 3. С. 3-8.
5. Развитие АПК Брянской области (2018-2022 гг.) / С.М. Сычев, С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, А.А. Осипов // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 5. С. 3-10.
6. Эффективность возделывания гибридов кукурузы разных групп спелости на юго-западе Центрального региона России: монография / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, Г.П. Малявко, О.В. Мельникова, Д.С. Бельченко. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. 180 с.
7. Широкий унифицированный анализатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. Павловск: Типография ВИР, 1977. 80 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 197 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Serov K.N. *Sovremennoe sostoyanie proizvodstva kukuruzy* // *Molodoy uchyonyj*. 2021. # 22 (364). S. 78-79.
2. *Kukuruza i sorgo v intensivnom zemledelii yugo-zapada Czentral'nogo regiona Rossii: monografiya* / V.E. Torikov, S.A. Bel'chenko, A.V. Dronov, V.V. D'yachenko, V.V. Lanczev. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2018. 208 s.
3. Dronov A.V., Bel'chenko S.A., Lanczev V.V. *Adaptivnost' i urozhajnost' gibridov kukuruzy razlichny'kx po skorospelosti v usloviyakh Bryanskoj oblasti* // *Vestnik Bryanskoj GSKXA*. 2018. # 4. S. 30-34.
4. Dronov A.V., Mameev V.V., Nesterenko O.A. *Razvitie i zernovaya produktivnost' rannespely'kx gibridov kukuruzy v zavisimosti ot abioticheskikh faktorov i priyomov agrotekhnologii v Bryanskoj oblasti* // *Vestnik Bryanskoj GSKXA*. 2019. # 3. S. 3-8.
5. *Razvitie APK Bryanskoj oblasti (2018-2022 gg.)* / S.M. Sy'chev, S.A. Bel'chenko, V.E. Torikov, A.V. Dronov, A.A. Osipov // *Vestnik Bryanskoj GSKXA*. 2022. # 5. S. 3-10.
6. *E'ffektivnost' vozdeleyvaniya gibridov kukuruzy razny'kx grupp spelosti na yugo-zapade Czentral'nogo regiona Rossii: monografiya* / S.A. Bel'chenko, V.E. Torikov, A.V. Dronov, G.P. Malyavko, O.V. Mel'nikova, D.S. Bel'chenko. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2023. 180 s.
7. *Shirokij unificirovannyj analizator SEV i mezhdunarodnyj klassifikator SEV vidov Zea mays L.* Pavlovsk: Tipografiya VIR, 1977. 80 s.
8. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyajstvenny'kx kul'tur. Vy'p. 2.* M.: Goskomissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyajstvenny'kx kul'tur, 1989. 197 s.
9. *Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij).* M.: Al'yans, 2014. 351 s.

Информация об авторах

А.В. Дронов - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, dronov.bsgha@yandex.ru.

С.А. Бельченко - доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.В. Мамеев - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

К.И. Бишутин - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.Г. Сверчков - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors

A.V. Dronov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, dronov.bsgha@yandex.ru.

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

V.V. Mameev - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

K.I. Bishutin - Postgraduate Student, Bryansk State Agrarian University.

D.G. Sverchkov - Postgraduate 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 10.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 10.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Бишутин К.И., Сверчков Д.Г.

Научная статья

УДК 631.82:631.559:633.14"324"

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-9-13

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

¹Игорь Николаевич Белоус, ¹Галина Петровна Малявко, ¹Николай Максимович Белоус,

²Людмила Алексеевна Воробьева, ²Василий Николаевич Адамко,

¹Ольга Владимировна Мельникова

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

²Новozybkovская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
Брянская область, Опытная станция, Россия

Аннотация. Представлены результаты 12 летних исследований по изучению влияния бобовых предшественников и различных систем удобрения на урожайность озимой ржи в природно-климатических условиях юго-запада Брянской области. Исследования проводили в длительном стационарном опыте на дерново-подзолистой песчаной почве в восьмипольном севообороте: люпин на зеленое удобрение, озимая рожь, картофель, овес, сераделла, озимая рожь, люпин на зерно, гречиха. Изучаемые предшественники оказали равноценное влияние на урожайность зерна и соломы озимой ржи, которая составила 9,7-21,1 и 24,3-48,5 ц/га соответственно по люпину и 9,9-20,8 и 20,5-46,7 ц/га соответственно по сераделле. Наиболее высокая урожайность зерна озимой ржи 21,1 ц/га по люпину и 20,8 ц/га по сераделле и соломы 48,5 и 46,7 ц/га соответственно получена при совместном применении 20 т/га навоза и минерального удобрения N₁₂₀P₉₀K₁₂₀. Максимальное накопление ¹³⁷Cs в зерне озимой ржи 171 Бк/кг по люпину и 142 Бк/кг по сераделле отмечено на контроле. Систематическое применение минерального и органоминерального удобрения способствовало значительному снижению содержания ¹³⁷Cs в основной и побочной продукции озимой ржи как по люпину, так и по сераделле.

Ключевые слова: предшественник, удобрения, урожайность, озимая рожь, зерно, солома, ¹³⁷Cs.

Для цитирования: Белоус И.Н., Малявко Г.П., Белоус Н.М., Воробьева Л.А., Адамко В.Н., Мельникова О.В. Влияние предшественников и систем удобрения на урожайность озимой ржи // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 9-13. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-9-13>.

Original article

THE INFLUENCE OF PRECURSORS AND FERTILIZER SYSTEMS ON THE YIELD OF WINTER RYE

¹Igor N. Belous, ¹Galina P. Malyavko, ¹Nikolai M. Belous, ²Lyudmila A. Vorob'yova,

²Vasili N. Adamko, ¹Olga V. Mel'nikova

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

²Novozybkov AES –the branch of FSC «All-Russia Williams Fodder Research Institute»,
Bryansk Region, Experimental Station Russia

Abstract. The results of 12 years of research on the influence of legume precursors and various fertilizer systems on the yield of winter rye in the natural and climatic conditions of the southwest of the Bryansk region have been presented. The studies were carried out in a long-term stationary experiment on soddy-podzolic sandy soil in an eight-field crop rotation: lupine for green manure, winter rye, potatoes, oats, seradella, winter rye, lupine for grain, buckwheat. The studied precursors had an equivalent effect on the yield of grain and straw of winter rye, which amounted to 9.7-21.1 and 24.3-48.5 c/ha, respectively, after lupine and 9.9-20.8 and 20.5-46.7 c/ha respectively after seradella. The highest grain yield of winter rye 21.1 c/ha after lupine and 20.8 c/ha after seradella and straw 48.5 and 46.7 c/ha, respectively, was obtained by joint application of 20 t/ha of manure and mineral fertilizer N₁₂₀P₉₀K₁₂₀. The maximum accumulation of ¹³⁷Cs in

the grain of winter rye 171 Bq/kg after lupine and 142 Bq/kg after seradella was noted in the control. The systematic use of mineral and organomineral fertilizers contributed to a significant decrease in the content of ^{137}Cs in the main and by-products of winter rye, both after lupine and seradella.

Keywords: precursors, fertilizers, yields, winter rye, grain, straw, ^{137}Cs .

For citation: Belous I.N., Malyavko G.P., Belous N.M., Vorobyova L.A., Adamko V.N., Melnikova O.V. The influence of precursors and fertilizer systems on the yield of winter rye. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 9-13 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-9-13>.

Введение. Одной из острых проблем в земледелии Нечерноземной зоны России является недостаточное внесение органических и минеральных удобрений и, как следствие, формирование большей части урожая за счет элементов питания почвы, что приводит к снижению ее плодородия. В сложившихся хозяйственно-экономических условиях одним из реально возможных, экономически выгодных направлений развития аграрного сектора страны является биологизация земледелия, в системе которой ведущее место занимают бобовые кормовые культуры, обладающие высокими средоулучшающими свойствами и кормопродукционным потенциалом [1-2]. Оказывая положительное влияние на плодородие почв, бобовые предшественники способствуют росту урожайности сельскохозяйственных культур. Исследованиями ряда ученых [3-5] отмечено, что люпин является хорошим предшественником для не бобовых культур, оставляя после себя до 300 кг/га биологического азота. Корневая система многих сидератов способна извлекать из глубоких слоев почвы элементы питания (фосфорную кислоту, калий, кальций, магний и др.). После заделки зеленого удобрения и минерализации эти элементы становятся доступными для растений и способствуют росту урожайности сельскохозяйственных культур [6]. При ведении сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения в результате аварии на ЧАЭС необходимо учитывать все факторы, влияющие в той или иной степени на урожайность и переход ^{137}Cs из почвы в получаемую продукцию [7-9]. Следует также отметить, что оценка влияния предшественников на поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры изучена недостаточно.

Цель исследований – оценка влияния различных предшественников и систем удобрения на урожайность зерна и соломы озимой ржи, и содержание в них ^{137}Cs .

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на дерново-подзолистой песчаной почве в длительном стационарном опыте, который заложен в 1954-1955 годах на Новозыбковской государственной сельскохозяйственной опытной станции в восьмипольном севообороте со следующим чередованием культур: люпин на зеленое удобрение, озимая рожь, картофель, овес, сераделла, озимая рожь, люпин на зерно, гречиха. Размеры посевных делянок $38,4 \times 7,2 = 276,48 \text{ м}^2$, учетных – $5,2 \times 30 = 156 \text{ м}^2$. Повторность вариантов опыта трехкратная.

В опыте применяли аммиачную селитру (N - 34,4%), двойной гранулированный суперфосфат (P_2O_5 – 48%), хлористый калий (K_2O – 56%), в качестве известкового материала – мел местного месторождения в дозе 5 т/га. Агротехника возделывания культур севооборота общепринятая для условий Брянской области.

Агрохимическая характеристика почвы длительного опыта на период проведения исследования: рНксл 4,6, Нг – 2,83 мг-экв/100 г – почвы, содержание подвижного фосфора и обменного калия (341 и 56 мг/кг соответственно). Удельная активность ^{137}Cs в среднем 859 кБк/м².

Учет урожайности зерна озимой ржи проводили сплошным поделяночным способом комбайном «Сампо», соломы - по пробному снопу, отбираемому с каждой делянки (4 пробы по 0,5 м², всего 2 м²). Чтобы исключить загрязнение зерна и соломы радиоактивной пылью, поднимаемой комбайном при работе, для спектрометрирования использовали зерно и солому с пробных снопов.

Определение содержания ^{137}Cs проводили в литровых сосудах Маринелли на гамма-спектрометре «Гамма – С» в трехкратной повторности.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались как благоприятные для роста и развития озимой ржи. В течение вегетации (апрель-июль) сумма атмосферных осадков варьировала от 352 до 224 мм при среднемноголетней норме 236,4 мм.

Результаты исследований. За годы исследований средняя урожайность зерна озимой ржи на контроле составила 9,7 ц/га по заделке люпина и 9,9 ц/га по заделке сераделлы (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность озимой ржи (среднее за 12 лет)

Вариант	Показатель		Соотношение зерно: солома	По сераделле, ц/га		Соотношение зерно: солома
	По люпину, ц/га	зерна		соломы	зерна	
онтроль	9,7	24,3	2,5	9,9	20,5	2,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,5	41,0	2,4	16,9	37,3	2,2
Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,5	40,1	2,3	17,6	39,2	2,2
Навоз 20 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,9	44,9	2,3	19,8	43,6	2,2
Навоз 20 т/га + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	21,1	48,5	2,3	20,8	46,7	2,1

Применение минерального удобрения в дозе N₉₀P₆₀K₉₀ обеспечило урожайность зерна озимой ржи по люпину 17,5 ц/га, прибавка к контролю составила 7,8 ц/га, по сераделле урожайность составила 16,9 ц/га, прибавка 7,0 ц/га.

При внесении 20 т/га навоза совместно с минеральным удобрением в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ не отмечено существенного роста урожайности зерна озимой ржи как по люпину, так и по сераделле. При внесении 20 т/га навоза совместно с минеральным удобрением в дозе N₉₀P₆₀K₉₀ урожайность зерна по люпину составила 18,9 ц/га, прибавка 9,2 ц/га, по сераделле - 19,8 ц/га, прибавка 9,9 ц/га.

Увеличение уровня минерального питания при совместном применении 20 т/га навоза способствовало росту урожайности зерна озимой ржи по люпину до 21,1 ц/га (прибавка - 11,4 ц/га), по сераделле до 20,8 ц/га (прибавка 10,9 ц/га).

При урожайности зерновых 30-40 ц/га в почву с соломой возвращается 15-20 кг азота (N), 7-10 кг – фосфора (P₂O₅) и 26-42 кг калия (K₂O). Солома является энергетическим материалом для образования органического вещества, повышения микробиологической активности почвы. В химический состав соломы зерновых культур входит большое количество безазотистых веществ (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) при небольшом содержании азота и минеральных элементов. В сочетании с соответствующим минеральным удобрением, жидким навозом или с используемыми в качестве сидератов бобовыми культурами солома по действию на содержание органического вещества в почве часто не уступает эквивалентному количеству навоза [10-13].

В наших опытах выход соломы озимой ржи по люпину был выше, чем по сераделле. На контрольном варианте урожайность соломы по люпину составила 24,3 ц/га, по сераделле 20,5 ц/га.

При применении минерального удобрения в дозе N₉₀P₆₀K₉₀ урожайность соломы по люпину составила 41,0 ц/га, прибавка к контролю 16,7 ц/га, по сераделле - 37,3 ц/га, прибавка 16,8 ц/га. Сочетание 20 т/га навоза с N₉₀P₆₀K₉₀ обеспечило урожайность соломы по люпину 44,9 ц/га, прибавка 20,6 ц/га, по сераделле - 43,6 ц/га, прибавка 23,1 ц/га.

Наиболее высокая урожайность соломы озимой ржи 52,2 ц/га получена по люпину, прибавка 27,9 ц/га, по сераделле - 46,7 ц/га, прибавка 26,2 ц/га.

В среднем за 12 лет проведения исследований урожайность соломы по всем вариантам опыта по люпину составила 39,7 ц/га, по сераделле 37,4 ц/га (прибавка по люпину - 2,3 ц/га).

На контроле, где запахивали только зеленую массу люпина и сераделлы на 1 кг зерна, приходилось по 2,5 кг соломы озимой ржи. Система удобрения оказала положительное влияние на такой элемент структуры урожая как соотношение зерно: солома. В вариантах с применением удобрения по люпину соотношение составило 1:(2,3-2,4), по сераделле 1:(2,1-2,2). По сераделле наименьшее количество соломы 2,1 кг на 1 кг зерна озимой ржи было в варианте навоз 20 т/га + N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Полученные данные не выявили определенного влияния различных предшественников на поступление ¹³⁷Cs в зерно и солому озимой ржи. Максимальное накопление ¹³⁷Cs в зерне озимой ржи отмечено на контроле (без удобрения) по люпину – 171 Бк/кг, по сераделле 142 Бк/кг (табл. 2). Снижение поступления ¹³⁷Cs в зерно и солому озимой ржи в различных вариантах опыта было обусловлено внесением минеральных удобрений, в первую очередь калийных. Применение минерального и органоминерального удобрения снижало содержание ¹³⁷Cs в зерне озимой ржи как по люпину, так и по сераделле.

Таблица 2 – Содержание ¹³⁷Cs в зерне озимой ржи (среднее за 12 лет), Бк/кг

Вариант	По люпину	Ксн	По сераделле	Ксн
Контроль	171	-	142	-
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	137	1,3	138	+1,1
Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	113	1,5	112	-1,3
Навоз 20 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	107	1,6	106	1,4
Навоз 20 т/га + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	110	1,6	102	1,4

Максимальная удельная радиоактивность соломы озимой ржи 476 Бк/кг по люпину и 479 Бк/кг по сераделле отмечается в варианте без применения удобрений (контроль).

Таблица 3 – Содержание ^{137}Cs в соломе озимой ржи (среднее за 12 лет), Бк/кг

Вариант	По люпину	Ксн	По сераделле	Ксн
Контроль	476	-	479	-
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	379	1,3	426	1,1
Навоз 20 т/га + $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	301	1,6	431	1,1
Навоз 20 т/га + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	330	1,4	432	1,1
Навоз 20 т/га + $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	332	1,4	264	1,8

Достоверное снижение радиоактивности соломы по люпину отмечается во всех вариантах опыта с применением удобрения. По сераделле в варианте, где применяли 20 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$. В остальных вариантах опыта радиоактивность соломы была ниже контрольного варианта, хотя это снижение статистически недостоверно.

Заключение. В результате исследований выявили, что изучаемые предшественники были равноценными по влиянию на урожайность зерна и соломы озимой ржи, которая составила 9,7-21,1 и 24,3-48,5 ц/га соответственно по люпину и 9,9-20,8 и 20,5-46,7 ц/га соответственно по сераделле. Наибольшая урожайность зерна озимой ржи по люпину 21,1 ц/га и 20,8 ц/га по сераделле получена при совместном применении навоза 20 т/га и минерального удобрения $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$. Максимальная удельная радиоактивность 171 Бк/кг зерна и 479 Бк/кг соломы озимой ржи получена на контроле. Систематическое применение минерального и органоминерального удобрения способствовало значительному снижению содержания ^{137}Cs в основной и побочной продукции озимой ржи по обоим предшественникам.

Список источников

1. Фролова Л.Д., Новиков М.Н. Биологизация земледелия как фактор оптимизации кормовых севооборотов с кукурузой в Нечерноземной зоне // *Агрехимия*. 2020. № 4. С. 13-18.
2. Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // *Земледелие*. 2021. № 1. С. 11-15.
3. Люпин: селекция, возделывание, использование: коллектив. монография / В.М. Косолапова, Г.Л. Яговенко, М.И. Лукашевич и др. Брянск: ГУП «Брянское областное полиграфическое объединение», 2020. 304 с.
4. Селиванов Е.Н., Белоус Н.М. Влияние систем удобрения на продуктивность люпина узколистного и его последствие как предшественника озимой пшеницы // *Агрехимический вестник*, 2021. № 5. С. 92-96.
5. Яговенко Г.Л., Белоус Н.М., Яговенко Л.Л. Люпин в земледелии Центрального региона России: влияние на агрохимические свойства лесной почвы и продуктивность севооборотов: монография. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. 182 с.
6. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // *Плодородие*. 2018. № 2 (101). С. 26-29.
7. Малякко Г.П., Белоус И.Н., Шаповалов В.Ф. Эффективность агрохимических средств при возделывании озимой ржи на техногенно загрязненной почве // *Вестник Брянской ГСХА*. 2019. № 6 (76). С. 3-8.
8. Корнев В.Б., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Урожайность кормовых и зерновых культур и накопление ^{137}Cs в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // *Вестник Брянской ГСХА*. 2013. № 5. С. 3-6.
9. Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве в зависимости от применяемых средств химизации / Н.Н. Андрушина, И.Н. Белоус, В.Н. Адамко, С.Н. Поцепай, В.В. Мамеев, В.Ф. Шаповалов, С.М. Сычѳв // *Аграрная наука*. 2022. № 9. С. 98-103.
10. Белоус И.Н., Харкевич Л.П., Адамко В.Н. Влияние систем удобрения на урожай и качество зерна озимой ржи // *Агрехимический вестник*. 2014. № 1. С. 38-40.
11. Лобков В.Т., Наполов В.В. Эффективность использования соломы бобовых и злаковых культур как удобрения в зависимости от способа ее размещения в посевном слое // *Агрехимия*. 2019. № 9. С. 53-59.
12. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна / И.Н. Белоус, Л.П. Харкевич, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малякко // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 3 (57). С. 3-8.
13. Системы удобрения озимой ржи в условиях радиоактивного загрязнения почв / И.Н. Белоус, Г.П. Малякко, В.Ф. Шаповалов, Л.П. Харкевич, Л.А. Воробьева. Москва: ООО «Русайнс», 2023. 302 с.

References

1. Frolova L.D., Novikov M.N. *Biologizatsiya zemledeliya kak faktor optimizatsii kormovoy`kx sevooborotov s kukuruzoj v Nечernozemnoj zone* // *Agrokhimiya*. 2020. # 4. S. 13-18.
2. Lukin S.V. *Vliyanie biologizatsii zemledeliya na plodorodie pochv i produktivnost` agrocenozov (na pri-mere Belgorodskoj oblasti)* // *Zemledelie*. 2021. # 1. S. 11-15.
3. *Lyupin: selektsiya, vzdely`vanie, ispol`zovanie: kollektiv. monografiya* / V.M. Kosolapova, G.L. Yagovenko, M.I. Lukashevich i dr. Bryansk: GUP «Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob`edinenie», 2020. 304 s.

4. Selivanov E.N., Belous N.M. Vliyanie sistem udobreniya na produktivnost' lyupina uzkolistnogo i ego posledejstvie kak predshestvennika ozimoy psheniczy' // *Agrokhimicheskij vestnik*, 2021. # 5. S. 92-96.
5. Yagovenko G.L., Belous N.M., Yagovenko L.L. Lyupin v zemledelii Czentral'nogo regiona Rossii: vliyanie na agrokhimicheskie svojstva lesnoj pochvy' i produktivnost' sevooborotov: monografiya. Bryansk: Izd-vo Bryanskaya GSKXA, 2011. 182 s.
6. Loshakov V.G. Zelenoe udobrenie kak faktor povы'sheniya plodorodiya pochvy', biologizaczii i e'kologizaczii zemledeliya // *Plodorodie*. 2018. # 2 (101). S. 26-29.
7. Malyavko G.P., Belous I.N., Shapovalov V.F. E'ffektivnost' agrokhimicheskikh sredstv pri vozdel'vanii ozimoy rzhi na tekhnogenno zagryaznennoj pochve // *Vestnik Bryanskoj GSKXA*. 2019. # 6 (76). S. 3-8.
8. Korenev V.B., Vorob'eva L.A., Belous I.N. Urozhajnost' kormovy'kx i zernovy'kx kul'tur i nakoplenie ¹³⁷Cs v zavisimosti ot vnoseniya vozrastayushhikx doz kalijny'kx udobrenij // *Vestnik Bryanskoj GSKXA*. 2013. # 5. S. 3-6.
9. Urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy rzhi vozdel'vaemoj na dervno-podzolistoj radioaktivno zagryaznennoj pochve v zavisimosti ot primenyaemy'kx sredstv kximizaczii / N.N. Andryushina, I.N. Belous, V.N. Adamko, S.N. Poczepaj, V.V. Mameev, V.F. SHapovalov, S.M. Sy'chyov // *Agrarnaya nauka*. 2022. # 9. S. 98-103.
10. Belous I.N., KXarkevich L.P., Adamko V.N. Vliyanie sistem udobreniya na urozhaj i kachestvo zerna ozimoy rzhi // *Agrokhimicheskij vestnik*. 2014. # 1. S. 38-40.
11. Lobkov V.T., Napolov V.V. E'ffektivnost' ispol'zovaniya solomy' bobovy'kx i zlakovy'kx kul'tur kak udobreniya v zavisimosti ot sposoba ee razmeshheniya v posevnom sloe // *Agrokhimiya*. 2019. # 9. S. 53-59.
12. Vliyanie sistem udobreniya ozimoy rzhi na urozhajnost' i tekhnologicheskie kachestva zerna / I.N. Be-lous, L.P. Kxarkevich, V.F. Shapovalov, G.P. Malyavko // *Zernovoe kxozyajstvo Rossii*. 2018. # 3 (57). S. 3-8.
13. Sistemy' udobreniya ozimoy rzhi v usloviyakx radioaktivnogo zagryazneniya pochv / I.N. Belous, G.P. Ma-lyavko, V.F. SHapovalov, L.P. KXarkevich, L.A. Vorob'eva. Moskva: OOO «Rusajns», 2023. 302 s.

Информация об авторах:

И.Н. Белоус - доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

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

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

В.Н. Адамко – врио руководителя, кандидат сельскохозяйственных наук, Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ngsos-vniia@yandex.ru.

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

Information about the authors:

I.N. Belous - Doctor 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.

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

L.A. Vorob'yova - Candidate of Agricultural Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology

V.N. Adamko - Acting Head, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, ngsos-vniia@yandex.ru.

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

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

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

Статья поступила в редакцию 11.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 11.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Белоус И.Н., Малявко Г.П., Белоус Н.М., Воробьева Л.А., Адамко В.Н., Мельникова О.В.

Научная статья

УДК 633.2:546.36:631.432.2

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-14-18

ВЛИЯНИЕ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО ДЕФИЦИТА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ НА УДЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ^{137}Cs ВОЗДУШНО-СУХОЙ МАССЫ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Светлана Михайловна Пакшина, Николай Максимович Белоус, Галина Петровна Малявко, Игорь Николаевич Белоус, Евгений Владимирович Смольский
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению роли транспирации в изменении поглощения гамма-лучей и ^{137}Cs воздушно-сухой массой кормовых культур. Полевые опыты проводили на Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции, филиал «ФНЦ ВИК им В.Р. Вильямса» в 2011-2013 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая песчаная, окультуренная с удельной активностью ^{137}Cs в среднем 859 кБк/м². В качестве объектов исследования использовали: люпин желтый (*Lupinus luteus L.*), овёс посевной (*Avena sativa L.*), райграс однолетний (*Lolium multiflorum Lam.*), суданскую траву (*Sorghum sudanense Pers.*), просо посевное (*Panicum miliaceum L.*). Определена роль транспирирующей влаги, поглощения ^{137}Cs и γ -излучения. Имеет место влияние γ -излучения на удельную активность ^{137}Cs . Обнаружено ранее неизвестное явление зависимости удельной активности ^{137}Cs от поглощения гамма-излучения. При увеличении доли поглощения γ -излучения транспирирующей влагой уменьшается удельная активность ^{137}Cs в воздушно-сухой массе кормовых культур. При снижении доли поглощенного гамма-излучения имеет место повышение относительной активности ^{137}Cs в воздушно-сухой массе кормовых культур. Для увеличения поглощения гамма-излучения - необходимо понизить испаряемость, что возможно при орошении посевов кормовых культур, возделываемых в засушливые годы на радиоактивно загрязненных почвах.

Ключевые слова: кормовые культуры, дерново-подзолистая почва, транспирация, γ – излучения, ^{137}Cs , поглощение.

Для цитирования: Пакшина С.М., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Белоус И.Н., Смольский Е.В. Влияние весенне-летнего дефицита почвенной влаги на удельную активность ^{137}Cs воздушно-сухой массы кормовых культур // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 14-18. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-14-18>.

Original article

THE INFLUENCE OF SPRING-SUMMER SOIL MOISTURE DEFICIENCY ON THE ^{137}Cs SPECIFIC ACTIVITY OF AIR-DRY MASS OF FODDER CROPS

Svetlana M. Pakshina, Nikolai M. Belous, Galina P. Malyavko, Igor N. Belous, Evgeni V. Smol'ski
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The results of researches on the role of transpiration in changing the absorption of gamma rays and ^{137}Cs by the air-dry mass of fodder crops have been presented. The field experiments were carried out on the Novozybkov Agricultural Experimental Station, the branch of FSC «All-Russia WilliamsFodder Research Institute», in 2011-2013. The soil of the experimental plot was soddy-podzolic sandy, cultivated with a specific activity of ^{137}Cs on average 859 kBq/m². The objects of study were: yellow lupine (*Lupinus luteus L.*), common oats (*Avena sativa L.*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum Lam.*), Sudanese grass (*Sorghum sudanense Pers.*), common millet (*Panicum miliaceum L.*). The role of transpiring moisture, absorption of ^{137}Cs and γ -radiation has been determined. There is an effect of γ -radiation on the specific activity of ^{137}Cs . A previously unknown phenomenon of the dependence of the specific activity of ^{137}Cs on the absorption of gamma radiation was discovered. With an increase in the proportion of absorption of γ -radiation by transpiring moisture, the specific activity of ^{137}Cs in the air-dry mass of fodder crops decreases. With a decrease in the proportion of absorbed gamma radiation, there is an increase in the relative activity of ^{137}Cs in the air-dry mass of fodder crops. To increase the absorption of gamma radiation, it is necessary to reduce volatility, which is possible when irrigating forage crops cultivated in dry years on radioactively contaminated soils.

Keywords: fodder crops, soddy-podzolic soil, transpiration, γ -radiation, ^{137}Cs , absorption.

For citation: Pakshina S.M., Belous N.M., Malyavko G.P., Belous I.N., Smol'ski E.V. The effect of spring-summer soil moisture deficiency on the specific activity of ^{137}Cs air-dry mass of fodder crops. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 14-18 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-14-18>.

Введение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС примерно 3,5% продуктов деления и

активизации, накопленных в реакторе четвертого блока, были выброшены в атмосферу. При выпадении искусственных радионуклидов в виде осадков произошло значительное по масштабу радиоактивное загрязнение окружающей среды [1].

Основная доля выпавших на поверхность почвы радионуклидов (98–99%) находилась в течение длительного времени в верхнем 1-2 сантиметровом слое почвы. Через 5 лет из попавших в почву радионуклидов 60-85% находилось в верхнем 3-5 сантиметровом слое. При этом наиболее подвижными оказались ^{90}Sr и ^{144}Cs , а наименее – ^{106}Ru и ^{137}Cs . При определенных почвенных условиях подвижность радионуклидов может значительно увеличиваться. Так, если специфические места сорбции в кристаллических структурах минералов оказываются полностью насыщенными или емкость катионного обмена почв низкая, то ^{137}Cs может сорбироваться по типу обменно-ионного поглощения. В этом случае создаются условия, обеспечивающие повышенную доступность ^{137}Cs для корневых систем растений [2-4].

Существенным фактором, влияющим на переход в растения радионуклидов, является время взаимодействия их с почвой, а в миграции радионуклидов по почвенному профилю и далее в растения – водный режим. Исследованиями [5-7] установлено, что увеличение количества атмосферных осадков способствует некоторому повышению накопления радионуклидов растениями, особенно при отсутствии или слабой изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур. Одновременное возрастание количества осадков и значительное увеличение урожайности практически не влияют на концентрацию радионуклидов в растениях.

Механизм влияния почвенной влаги на подвижность ^{137}Cs связан со скоростью перемещения капиллярно-сорбционной влаги, на которое могут накладываться более динамичные процессы разбавления грунтовых и поверхностных вод, а также прочная фиксация ^{137}Cs твердой фазой почв и грунтов [8, 9].

Уменьшение удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухой массы кормовых культур под действием увеличения урожайности получило название «разбавления» [10-12].

При этом существует и обратное явление – с увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, увеличивается удельная активность ^{137}Cs . Для выявления причины возникновения данного явления были проведены наши исследования на полевом опыте с кормовыми культурами.

Цель исследования – выявить роль транспирации в изменении поглощения гамма-лучей и ^{137}Cs воздушно-сухой массой кормовых культур.

Материалы и методы исследования. Для реализации цели исследования были проанализированы результаты полевого опыта Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции, филиал «ФНЦ ВИК им В.Р. Вильямса» с пятью разными кормовыми культурами.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая песчаная, окультуренная, подстилаемая с глубины 1,2 м мощными водноледниковыми песками. Мощность гумусового горизонта 18-23 см. Содержание органического вещества (по Тюрину) составляет 2,13–2,4%; pH_{KCl} – 6,5–6,8; сумма поглощенных оснований – 7,1–9,2 мг-экв. на 100 г почвы; гидролитическая кислотность – 0,58–0,72 мг-экв. на 100 г почвы; степень насыщенности основаниями равна 91–92%; содержание подвижных форм фосфора и калия соответственно 356–379 и 70–108 мг/кг почвы (по Кирсанову). Обеспеченность почвы органическим веществом – высокое, фосфором – очень высокое, калием – среднее, почва не нуждается в известковании. Удельная активность ^{137}Cs почвы опытного участка была равна в среднем 859 кБк/м².

В качестве объектов исследования использовали следующие сорта одновидовых посевов кормовых культур: Престиж, люпин желтый (*Lupinus luteus L.*), Скакун, овёс посевной (*Avena sativa L.*), Изорский, райграс однолетний (*Lolium multiflorum Lam.*), Кинельская-100, суданская трава (*Sorghum sudanense Pers.*), Квартет, просо посевное (*Panicum miliaceum L.*).

Площадь опытных делянок – 70 м², учетная площадь – 30 м². Повторность – трехкратная, размещение – рендомизированное. Агротехника общепринятая для Брянской области. Норма высева семян составляла соответственно: 1,2; 5,0; 2,0; 8,0; 5,0 млн. шт./га. Посев опытных делянок проводили сеялкой СН-10 в первой декаде мая. Учет зелёной массы одновидовых посевов кормовых культур проводили вручную. Удельную активность ^{137}Cs в растительных образцах проводили на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением «Прогресс – 2000».

Методы исследования включали следующие расчеты: транспирацию рассчитывали по формуле Пенмана, испаряемость – по формуле Н.Н. Иванова, емкость катионного обмена корней кормовых культур была взята из работы [4].

В таблице 1 представлены некоторые фитоклиматические показатели в период весенне-летней вегетации сельскохозяйственных культур за годы проведения исследований.

Таблица 1 – Фитоклиматические показатели весенне-летней вегетации

Показатель \ Год	$\sum_B Q_c$	$\sum_B Q_\phi$	t, C	L	$\sum_B E_0$	$\sum_B H$	$\sum_B H - \sum_B E_0$	KY
2011	590	378	19,3	2,458	240	162	-78	0,67
2012	597	397	19,4	2,458	243	199	-124	0,49
2013	720	472	21,6	2,45	294	99	-195	0,34

Примечание: $\sum_B Q_c$ – сумма суточных значений радиационного баланса в период вегетации, МДж/м²; $\sum_B Q_\phi$ – сумма суточных значений в течение вегетации фотосинтетической активной радиации, МДж/м²; T – температура воздуха в градусах Цельсия; L – удельная теплота парообразования, МДж/кг; $\sum_B E_0$ – испаряемость за период вегетации, мм; $\sum_B H$ – сумма осадков за период вегетации, мм; $\sum_B H - \sum_B E_0$ – дефицит атмосферной влаги в период вегетации, мм; KY – коэффициент увлажнения.

Анализ фитоклиматических показателей весенне-летней вегетации в период исследований выявил, что 2013 год характеризовался повышенными значениями радиационного баланса, ФАР и испаряемости. Период 2012-2013 годов исследования характеризовался периодически промывным типом водного режима, наблюдали отсутствие или неполное восполнение весенне-летнего дефицита – осенне-зимними осадками, в данный период возделываемые кормовые культуры испытывали недостаток почвенной влаги. Период 2011 года исследования характеризовался промывным типом водного режима и оптимальным водным режимом (табл. 1).

Результаты исследований и их обсуждение. Влажность почвы зависит от размеров восполнения дефицита весенне-летнего сезона осенне-зимними осадками. В 2011, 2012, 2013 годах размеры восполнения дефицита почвенной влаги составляли соответственно 300, 215, 28 мм. Размер восполнения составил соответственно в 2011-2012 годах в 2,4 и 1,7 раз больше весенне-летнего дефицита. В 2013 году сумма восполнения весенне-летнего дефицита была меньше дефицита почвенной влаги. Относительная транспирация является количественным показателем доступности почвенной влаги корневой системе культур. В 2011 году культуры возделывали при оптимальной влажности почвы. В 2012 году недостаток влаги испытывал райграсс однолетний. В 2013 году культуры возделывали при недостатке доступной влаги.

При возделывании кормовых культур, выявили, что в среднем за три года, наибольшая урожайность 5,8 т/га воздушно-сухой массы люпина желтого. Урожайность овса, райграсса однолетнего, проса и суданской травы была ниже в сравнении с люпином желтым (табл. 2).

В среднем за годы исследований наибольшая удельная активность ¹³⁷Cs 678 Бк/кг воздушно-сухой массы отмечена при возделывании люпина желтого с колебанием по годам исследований от 518 до 996 Бк/кг.

В кормовых культурах (овес посевной, райграсс однолетний, суданская трава, просо посевное) удельная активность ¹³⁷Cs воздушно-сухой массы составила соответственно 289, 342, 244, 323 Бк/кг, что в 2 и более раз ниже, чем на люпине жёлтом (табл. 2).

Таблица 2 – Экспериментальные значения урожайности (У) и удельной активности ¹³⁷Cs (УА) в воздушно-сухой массе кормовых культур

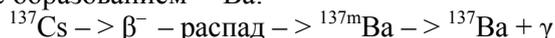
Показатель \ Год	2011		2012		2013		Среднее	
	У, т/га	УА, Бк/кг						
Люпин желтый	3,8	996	6,7	518	6,8	520	5,8	678
Овес посевной	1,6	406	2,2	338	2,1	124	2,0	289
Райграсс однолетний	2,1	549	1,4	318	4,0	158	2,5	342
Суданская трава	4,5	204	3,6	356	3,0	171	3,7	244
Просо посевное	4,0	343	2,7	253	3,6	389	3,4	323

Поглощение ¹³⁷Cs растениями из почвы зависит от многих факторов: химико-минералогической природы почвы, ее структуры, физического состояния, плотности, дисперсности, рН_{KCl}, интенсивности движения почвенных вод, влажности и гранулометрического состава.

Для выявления причины явления – увеличения удельной активности ¹³⁷Cs с увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, нами были рассчитанные значения поглощения ¹³⁷Cs и γ -излучения кормовыми культурами (табл. 3).

Нами установлено, что при увеличении поглощения электромагнитного излучения уменьшается удельная активность ¹³⁷Cs, а при снижении поглощения электромагнитного излучения увеличивается удельная активность ¹³⁷Cs в воздушно-сухой массе культур. Данная закономерность позволила обнаружить ранее неизвестную зависимость значений удельной активности ¹³⁷Cs в воздушно-сухой массе культур и поглощение γ -излучения. Различия в значениях удельной активности ¹³⁷Cs у разных культур объясняется поверхностной плотностью зарядов корней.

Техногенный, долгоживущий (период полураспада ^{137}Cs составляет 30,08 лет) радионуклид ^{137}Cs претерпевает β -распад с образованием ^{137}Ba :



Переход из метастабильного в стабильное состояние может происходить путём гамма-изомерного перехода, с испусканием гамма-квантов. ^{137}Cs поглощается почвой и корневой системой растений и с транспортирующей влагой переносится в надземную массу культур.

Процесс распада и превращения элементов означает самопроизвольный переход атомных ядер из менее устойчивого энергетического состояния в более устойчивое, сопровождающееся выделением энергии, уносимой выбросом α -, β - и γ -частицами. В конце вегетации энергия γ -частиц затухает и рассеивается.

Выявлено, что основной явления является поглощение транспирационной влагой электромагнитного излучения (γ -излучения).

Таблица 3 – Рассчитанные значения поглощения ^{137}Cs и γ -излучения

Показатель, год	Биовынос ^{137}Cs , с 1 т транспирирующей влаги, Бк/кг		Поглощение γ -излучения		Поглощение ^{137}Cs , %	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Культура						
Люпин желтый	1200	1000	67	80	33	20
Овес посевной	700	500	29	40	71	60
Райграсс однолетний	800	400	37	75	63	25
Суданская трава	300	300	67	67	33	33
Просо посевное	300	500	33	56	67	44

Нами установлено, что увеличение поглощения γ -излучения сопровождается снижением поглощения ^{137}Cs в воздушно-сухой массе кормовых культур, при уменьшении поглощения γ -излучения увеличивается удельная активность ^{137}Cs в массе культур (табл. 3).

Заключение. В результате проведенных исследований по выявлению роли почвенной влаги по средствам транспирации в изменении поглощения гамма-лучей и ^{137}Cs воздушно-сухой массой кормовых культур пришли к следующему заключению: установлена определенная роль транспирирующей влаги в поглощении ^{137}Cs и γ -излучения кормовыми культурами, открыто влияние γ -излучения на изменения удельной активности ^{137}Cs , что обнаруживает ранее неизвестное явление зависимости удельной активности ^{137}Cs от поглощения γ -излучения. При увеличении доли поглощения γ -излучения транспирирующей влагой уменьшается удельная активность ^{137}Cs , а при снижении доли поглощенного γ -излучения имеет место повышение удельной активности ^{137}Cs в наземной массе кормовых культур. Отсюда следует, что для увеличения поглощения γ -излучения – необходимо снизить испаряемость. Для этого можно проводить орошение посевов сельскохозяйственных культур, выращиваемых на радиоактивно загрязненных почвах в засушливые годы.

Список источников

1. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия. 1986. Т. 61, Вып. 5. С. 307–320.
2. Алексахин Р.М. Проблемы радиозащиты: Эволюция идей. Итоги. М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2006. 880 с.
3. Пакшина С.М., Белоус Н.М. Биовынос из почвы цезия-137 продукцией растениеводства. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 125 с.
4. Пакшина С.М., Белоус Н.М. Закономерности биовыноса из почвы элементов питания кормовыми травами. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. 90 с.
5. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве / Н.М. Белоус, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко и др. Рязань, 2010. 362 с.
6. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Черноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012. С. 239.
7. Механизмы «максимизации» урожайности культур при недостатке почвенной влаги в зоне корневой системы растений / С.М. Пакшина, Н.М. Белоус, С.М. Сычев и др. // Агротехнический вестник. 2022. № 4. С. 49–54.
8. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология: учеб. пособие для студентов вузов. М.: МГУП, 2009. 413 с.
9. Оценка поглощения ^{137}Cs корневой системой сельскохозяйственных культур по данным электродиффузионной модели / С.М. Пакшина, Н.М. Белоус, Г.П. Малякко и др. // Вестник Курской ГСХА. 2022. № 6. С. 45–53.
10. Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Алексахин Р.М. динамика биологической доступности ^{137}Cs в системе почва-растение после аварии на Чернобыльской АЭС // Доклады РАСХН. 1994. Т. 338, № 4. С. 564–566.
11. Реабилитация зон локальных радиоактивных загрязнений / А.В. Панов, С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова, Р.М. Алексахин // Атомная энергия. 2006. Т. 100, Вып. 2. С. 125–134.

12. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) // В.Г. Сычев, М.И. Лунев, П.М. Орлов, Н.М. Белоус. М.: ВНИИА, 2016. 184 с.

References

1. Informacziya ob avarii n Chernoby`l'skoj AE`S i ee posledstviyax, podgotovlennaya dlya MAGATE` // Atomnaya e`nergiya. 1986. T. 61, Vy`p. 5. S. 307–320.
2. Aleksaxin R.M. Problemy` radioe`kologii: E`volyucziya idej. Itogi. M.: Rossel`khozakademiya – GNU VNIISKXRAE`, 2006. 880 s.
3. Pakshina S.M., Belous N.M. Biovy`nos iz pochvy` czeziya-137 produkcziej rastenievodstva. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2019. 125 s.
4. Pakshina S.M., Belous N.M. Zakonomernosti biovy`nosa iz pochvy` e`lementov pitaniya kormovy`mi travami. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2022. 90 s.
5. Sovremennyye` problemy` radiologii v sel`skokhozyajstvennom proizvodstve / N.M. Belous, I.N. Belous, S.A. Bel`chenko i dr. Ryazan`, 2010. 362 s.
6. E`ffektivnost` tekhnologij vozdely`vaniya sel`skokhozyajstvenny`kx kul`tur v sevooborotax yugo-zapada Nechernozemnoj zony` Rossii / N.M. Belous, M.G. Draganskaya, I.N. Belous, S.A. Bel`chenko. Bryansk, 2012. S. 239.
7. Meksanizmy` «maksimizaczi» urozhajnosti kul`tur pri nedostatke pochvennoj vlagi v zone kornevoj sistemy` rastenij / S.M. Pakshina, N.M. Belous, S.M. Sy`chev i dr. // Agroksimicheskij vestnik. 2022. # 4. S. 49–54.
8. Vasilenkov V.F., Vasilenkov S.V., Kozlov D.V. Vodokhozyajstvennaya radiologiya: ucheb. posobie dlya studentov vuzov. M.: MGUP, 2009. 413 s.
9. Ocenka pogloshheniya ¹³⁷Cs kornevoj sistemoj sel`skokhozyajstvenny`kx kul`tur po dannym e`lektro-diffuznoj modeli / S.M. Pakshina, N.M. Belous, G.P. Malyavko i dr. // Vestnik Kurskoj GSKXA. 2022. # 6. S. 45–53.
10. Sanzharova N.I., Fesenko S.V., Aleksaxin R.M. dinamika biologicheskoy dostupnosti ¹³⁷Cs v sisteme pochva-rastenie posle avarii na Chernoby`l'skoj AE`S // Doklady` RASKXN. 1994. T. 338, # 4. S. 564–566.
11. Reabilitacziya zon lokal`ny`kx radioaktivny`kx zagryaznenij / A.V. Panov, S.V. Fesenko, N.I. Sanzharova, R.M. Aleksaxin // Atomnaya e`nergiya. 2006. T. 100, Vy`p. 2. S. 125–134.
12. Chernoby`l': radiacziornyj monitoring sel`skokhozyajstvenny`kx ugodij i agroksimicheskie aspekty` posledstvij radioaktivnogo zagryazneniya pochv (k 30-letiyu tekhnogennoj avarii na Chernoby`l'skoj AE`S) // V.G. Sy`chev, M.I. Lunev, P.M. Orlov, N.M. Belous. M.: VNIIA, 2016. 184 s.

Информация об авторах:

С.М. Пакшина - доктор биологических наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, pakshina_s_m@mail.ru

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

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

И.Н. Белоус - доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

Information about the authors:

S.M. Pakshina - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, pakshina_s_m@mail.ru

N.M. Belous - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, 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, gpmalyavko@yandex.ru.

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

E.V. Smol'ski - Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, sev_84@mail.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 11.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 11.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Пакшина С.М., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Белоус И.Н., Смольский Е.В.

Научная статья

УДК 633.112.9:636.084

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-19-24

ТРИТИКАЛЕ – ВАЖНАЯ КОРМОВАЯ КУЛЬТУРА

Николай Серафимович Шпилев, Людмила Васильевна Лебедько, Сергей Иванович Шепелев, Владимир Ефимович Ториков, Ольга Владимировна Мельникова
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Обеспечение животноводства кормовой базой происходит в основном за счёт возделывания зерновых культур. Наибольшее распространение нашли такие культуры как озимая мягкая пшеница, ячмень, овёс и другие культуры. Активно растут посевные площади сои, обеспечивает такой рост создание сортов северного экотипа, вегетационный период которых хорошо вписывается в период вегетации многих регионов. По нашему мнению, одним из перспективных направлений улучшения кормопроизводства может стать использование озимой гексаплоидной тритикале. Создание и допуск к производству новых интенсивных сортов этой культуры является гарантией успеха. Лучшие сорта при государственном сортоиспытании успешно превысили урожайность зерна – 100 ц/га. Это при том, что еще полностью не реализован генетический потенциал этой культуры. Высокая урожайность в сочетании с положительной биохимической характеристикой обеспечивает получение сбалансированного комбикорма по таким показателям, как содержание протеина, и его усвояемости, повышенное содержание аминокислот, прежде всего – лизина триптофана и другие. Нами доказана высокая эффективность включения компонента зерна тритикале в комбикорм для откормочного молодняка свиней. Отличные результаты были получены при возделывании тритикале на зелёный корм. При возделывании тритикале на зелёный корм сорта Слон урожайность составила 407,1 ц/га, что на 106,8 ц/га превышает урожайность сорта Пуховчанка. Срок технологической спелости тритикале хорошо вписывается в зелёный конвейер, который наступает на седьмой день позже, чем у ржи. Благодаря высокой устойчивости к таким наиболее распространённым и вредоносным болезням как бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса – зелёный корм тритикале в период технологической спелости сохраняет потребительские качества на высоком уровне.

Ключевые слова: тритикале, протеин, зелёный корм, комбикорм, молодняк свиней, зелёный конвейер, урожайность.

Для цитирования: Шпилев Н.С., Лебедько Л.В., Шепелев С.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В. Тритикале – важная кормовая культура // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 19-24 <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-19-24>.

Original article

TRITICALE IS AN IMPORTANT FORAGE CROP

**Nikolai S. Shpilyov, Lyudmila V. Lebed'ko, Sergei I. Shepelev,
Vladimir E. Torikov, Olga V. Mel'nikova**
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. Animal husbandry is provided with a forage base mainly due to the cultivation of grain crops. The most widespread crops are winter soft wheat, barley, oats and other crops. Soybean sown areas are actively growing, this growth is ensured by the creation of varieties of the northern ecotype, the growing season of which fits well with the growing season of many regions. In our opinion, one of the promising areas for improving fodder production can be the use of winter hexaploid triticale. Creation and admission to the production of new intensive varieties of this crop is a guarantee of success. The best varieties in the state variety testing successfully exceeded the grain yield - 100 c/ha. This is despite the fact that the genetic potential of this culture has not yet been fully realized. High yield in combination with a positive biochemical characteristic provides a balanced compound feed in terms of such indicators as protein content and its digestibility, an increased content of amino acids, primarily trintophan lysine and others. We have proved the high efficiency of inclusion of the triticale grain component in feed for fattening young pigs. Excellent results were obtained in the cultivation of triticale for green fodder. When cultivating triticale for green fodder of the Elephant variety, the yield was 407.1 c/ha, which is 106.8 c/ha higher than the yield of the Pukhovchanka variety. The term of technological ripeness of triticale fits well into the green conveyor, which comes on the seventh day later than that of rye. Due to the high resistance to such most common and harmful diseases as leaf and stem rust, powdery mildew - triticale green fodder in the period of technological ripeness retains consumer qualities at a high level.

Keywords: triticale, protein, green fodder, mixed fodder, young pigs, green conveyor, yield.

For citation: Shpilyov N.S., Lebed'ko L.V., Shepelev S.I., Torikov V.E., Mel'nikova O.V. *Triticale is an important forage crop. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 19-24 (In Russ.).* <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-19-24>.

Введение. Тритикале как культура активно внедряется в сельскохозяйственное производство благодаря сочетанию таких положительных особенностей, как высокий потенциал урожайности, благоприятная биохимическая и технологическая характеристики и другим критериям, что нашло широкое отображение в научной литературе [1-5]. Качественная характеристика тритикале обеспечила разностороннее использование данной культуры: хлебопечение, для производства этола в кондитерской промышленности, при приготовлении пива и других направлений. Особую ценность тритикале представляет для кормопроизводства, при этом тритикале выращивают с целью получения зелёной массы и зерна. По данным Т.А. Гориной [6] в зелёной массе тритикале, по сравнению с пшеницей и рожью, содержится больше жира, сахара, каротина. Зерно тритикале, как показывают исследования многих авторов [7-10], содержит больше протеина при этом, хорошо сбалансированного по аминокислотному составу и белковым фракциям, и обладает высокой. Кроме этого, он обладает высокой энергетической сбалансированностью. Следовательно, зерно тритикале по содержанию протеина превосходит по данному показателю все зерновые культуры, и на основании, таким образом, тритикале безусловно является важной кормовой культурой. Изучение особенностей её выращивания и использования будет способствовать реализации постановления Правительства РФ от 01.12. 2022 г. № 2201 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия».

Методика исследований. Изучение возможности и результативности использования тритикале в кормопроизводстве проводили на новых сортах – Форте, Слон, Илия, включённых в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к производственному использованию в Центральном регионе в 2022 г. и в других регионах, отличающихся высоким потенциалом урожайности, иммунитетом и интенсивностью. Так, например, сорт Форте в 2022 г. на Большеболдинском ГСУ дал урожайность -114, 8 ц/га. Сорт тритикале Слон силосного назначения, Илия и Форте – тритикале зернового назначения, Влади – пшеница зернового назначения.

Посев тритикале и ржи проводили в оптимальные для региона сроки, с 25.08 по 10.09 сеялкой СН-16 с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на га на опытной станции Брянского ГАУ в 2020 г. по 2023 г. Площадь делянки 35 м², повторность трехкратная, размещение вариантов систематическое. Уборку ржи и тритикале на зелёный корм проводили в фазу колошение – цветение вручную. Уборку на зерно проводили комбайном Террион 250 в фазе полной спелости. Содержание протеина определяли методом Кьельдаля, количество минеральных удобрений по М.К. Каюмову (1989), М.А. Альберт, Р.Р. Галееву, Е.А. Ковалеву (2022), рассчитанных на получение урожайности зерна тритикале 100 ц/га и зелёной массы – 300-400 ц/га, для обеспечения такой урожайности вносили минеральные удобрения N₁₂₀P₁₃₀K₁₃₀. Статистическую обработку и сопутствующие наблюдения проводили по Доспехову (2012). Исследование по изучению применения зерна тритикале в составе полноценных комбикормов проводились в период с 2022 по 2023 годы в условиях свиного комплекса ООО «БМПК» Брянской области. Материалом исследований явились полнорационные комбикорма для молодняка свиней на откорме при включении разного уровня зерна тритикале путём замещения зерна пшеницы в стандартных полнорационных комбикормах СПК-7 и СПК-8. Объектом исследований служил помесный трёхпородный (Крупная белая х Ландрас х Дюрок) молодняк свиней на откорме. Для опыта было отобрано по 10 голов молодняка свиней по принципу пар – аналогов с учётом породности, пола, возраста и живой массы. Общая продолжительность опыта составила 90 суток. Схема исследований представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов	Средняя живая масса на начало опыта, кг/гол.
1-контроль	10	44,31±0,52
2-опытная	10	44,26±0,46
3-опытная	10	44,30±0,57
4-опытная	10	44,27±0,56
5-опытная	10	44,32±0,48

В соответствии со схемой опыта первая опытная группа являлась контрольной и получала основной рацион в состав которого входил полнорационный комбикорм СПК-7 первого СПК-8 второго

периода откорма с содержанием зерна пшеницы на уровне 45,6%. Во второй опытной группе применялся основной рацион с замещением зерна пшеницы на зерно тритикале на уровне 10% по составу комбикорма, в третьей группе с замещением на 20%, в четвёртой группе – на 30% и в пятой опытной группе с замещением на 40%. Полученные в результате исследований данные были обработаны методом вариационной статистики [13] с помощью пакета прикладной компьютерной программы статистического анализа Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований. Рожь занимает важное место в зелёном конвейере, однако, продолжительность использования зелёного корма ржи ограничено фазой развития-колошение. Продолжение снабжения зелёным кормом можно достичь возделыванием тритикале, колошение которых, по нашим данным (табл.2) наступает на 7-8 дней позже, что хорошо вписывается в зелёный конвейер.

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода, дн.

Культура, сорт	Всходы – колошение		Всходы – полная спелость	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Рожь Пуховчанка	268	270	320	323
Тритикале Слон	276	277	328	329
Тритикале Форте	275	277	329	330
Пшеница Влади	271	273	324	326

Урожайность сортов тритикале рекомендованных для получения зелёного корма имеют больший потенциал в сравнении с другими зерновыми культурами. Полученные результаты показывают (табл. 3), что урожайность специализированного сорта тритикале Слон в среднем за два года достоверно превышает по этому показателю другие культуры и сорта и составляет 407,1 ц/га.

Таблица 3 – Урожайность зелёной массы, ц/га

Культура, сорт	2021 г.				2022 г.				Среднее
	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	
Рожь Пуховчанка	293	287	300	293,3	307	315	301	307,6	300,4
Тритикале Слон	407	415	402	408,0	403	416	400	406,3	407,1
Тритикале Форте	396	394	368	386,6	376	389	387	384,0	385,3
Пшеница Влади	210	197	203	202,6	211	207	198	205,3	203,9
НСР ₀₅				19,85				11,55	

Учитывая высокую иммунологическую характеристику по отношению к таким болезням как бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, полученный корм характеризовался высокими потребительскими свойствами.

Сочетание положительных особенностей ржи (многоколосковость колоса) и многоцветковость пшеницы позволяет увеличить продуктивность колоса с сохранением сопоставимой густоты стояния стеблей и формировать значительно большую урожайность среди изучаемых культур. В среднем за два года (табл. 4) урожайность тритикале зернового направления сорта Форте составила 91,4 ц/га.

Таблица 4 – Урожайность зерна, ц/га

Культура, сорт	2021 г.				2022 г.				Среднее
	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	
Рожь Пуховчанка	42,3	41,9	43,3	42,5	44,0	43,2	42,6	43,2	42,8
Тритикале Слон	79,5	80,2	78,7	79,4	80,1	76,5	74,9	77,1	78,2
Тритикале Форте	91,7	92,6	93,0	92,4	93,2	94,4	83,8	90,4	91,4
Пшеница Влади	82,4	83,8	81,9	82,7	85,5	87,0	82,2	84,9	83,8
НСР ₀₅				1,64				4,94	

Наш анализ содержания протеина в зерне изучаемых культур, сортов показал, что в зерне ржи сорта Пуховчанка содержится 12,4% протеина, в зерне тритикале сорта Слон – 14,9%, в зерне тритикале сорта Форте – 15,2%, в зерне пшеницы сорта Влади – 14,1%. Расчёты показывают, что возделывание перечисленных сортов позволяет получать с одного гектара посевов соответственно – 5,3; 11,6; 13,8; 11,8 ц/га. Таким образом, зерно тритикале является самым высокобелковым среди зерновых культур, что делает её важным компонентом в приготовлении фуража. Нами был проведён анализ основных показателей, характеризующих интенсивность роста откормочного молодняка свиней и затрат корма, при включении в состав полнорационных комбикормов различного уровня зерна тритикале (табл. 5).

Таблица 5 – Динамика живой массы и среднесуточных приростов у молодняка свиней на откорме

Показатель	Группа				
	1 контроль	2 опытная	3 опытная	4 опытная	5 опытная
Живая масса на начало периода, кг	44,31±0,52	44,28±0,46	44,30±0,57	44,29±0,56	44,30±0,48
Живая масса на конец периода, кг	112,42±1,34	113,27±1,25	114,32±1,41	114,71±1,52	114,25±1,67
Абсолютный прирост, кг	68,11±0,72	68,99±0,69	70,02±0,78	70,42±0,76*	69,95±0,81
Среднесуточный прирост, г/гол.	801,29±8,54	811,65±8,43	823,76±8,76	828,47±9,08*	822,94±10,14
в % от контроля	100,00	101,29	102,8	103,39	102,70
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	3,23	3,19	3,19	3,12	3,15

Примечание: *при росте $p < 0,05$

Результаты проведенных исследований показали, что при включении различного уровня зерна тритикале в состав полнорационных комбикормов путём замещения пшеницы, во всех опытных группах произошло увеличение живой массы свиней по сравнению с контрольной группой. Это, по нашему мнению, связано, с одной стороны, с более высоким уровнем содержания протеина в зерне тритикале по сравнению с зерном пшеницы, а, с другой стороны и с более высоким уровнем содержания незаменимой аминокислоты лизин, уровень которой в комбикормах, основу которых составляет зерно пшеницы, является недостаточным.

На основании данных проведенных исследований установлено, что с увеличением уровня включения зерна тритикале в состав полнорационных комбикормов показатель абсолютного прироста живой массы свиней во всех опытных группах повысился по сравнению с контрольной. При этом необходимо отметить, что из всех опытных групп, наиболее высокий уровень увеличения абсолютного прироста – 70,42±0,94 кг и среднесуточного прироста 828,47±12,28 г/гол., за период исследований был получен в четвертой опытной группе, при включении зерна тритикале в состав полнорационных комбикормов на уровне 30%. Дальнейшее увеличение доли зерна тритикале не приводит к росту привесов. По нашему мнению, это связано с более высоким содержанием 5 – алкилрезорцинолов в зерне тритикале по сравнению с пшеницей, среднее превышение составляет 24 мг/кг.

Необходимо отметить, что применение зерна тритикале в составе рационов при откорме свиней оказало влияние на снижение затрат комбикормов на прирост живой массы, затраты в четвертой опытной группе ниже по сравнению с контрольной на 3,41%, или на 0,11 кг. таким образом, на основании данных, полученных при проведении исследований по применению зерна тритикале в составе полнорационных комбикормов, можно сделать вывод о возможности его применения на уровне 30%, обеспечивающем наиболее интенсивный рост при откорме свиней.

Заключение. Возделывание новых сортов озимой тритикале позволяет получать урожайность значительно выше в сравнении с традиционными культурами, превышение по урожайности зерна тритикале сорта Форте составило 7,6 ц/га, по урожайности зелёной массы тритикале сорта Слон на 106,7 ц/га. Содержание протеина в зерне тритикале превышает этот показатель у пшеницы на 1,1%, а у ржи на 2,8%. Использование зелёной массы тритикале позволит стабилизировать потребности зелёного корма в конце весны и начале лета для крупного рогатого скота. Включение зерна тритикале в состав полнорационных комбикормов при откорме молодняка свиней вместо пшеницы на уровне 30% позволяет увеличить привесы и уменьшить расход кормов и сбалансировать рацион питания.

Список источников

1. Мазуров В.Н., Санова З.С., Джумаева Н.Е. Площенное зерно тритикале в рационах дойных коров // Тритикале: материалы международной научно-практической конференции. Ч. II. Ростов н/Д.: Юг, 2016. С. 55-60.
2. Миронцева А.А., Цед Е.А., Волкова С.В. Обоснование применения биоактивированного зерна тритикале в спиртовом производстве // Техника и технология пищевых продуктов. 2018. Т. 48, № 1. С. 57-65.
3. Роль тритикале в повышении продуктивности кормопроизводства / В.Я. Ковтуненко, Л.А. Беспалова, В.В. Панченко и др. // Кормопроизводство. 2019. № 2. С. 14-17.
4. Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.В. Мамеев, Н.С. Шпилев, А.А. Осипов, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2022. № 8. С. 22-30.
5. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур / Н.С. Шпилев, В.Е. Ториков, С.М. Сычев и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 92-97.

6. Горина Т.А. Урожайность и качество зелёной массы озимых культур в зависимости от сроков скашивания // Кормопроизводство. 2019. № 6. С. 23-27.
7. Линкевич С.А., Абраскова С.В., Шишлова Н.П. Биохимический состав и питательная ценность различных сортов тритикале // Зоотехническая наука Беларуси. 2007. Т. 42. С. 321-326.
8. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на урожайность и качество зерна ячменя при возделывании на радиоактивно загрязненной почве / М.М. Кизюля, А.Г. Калинов, Л.П. Харкевич и др. // Агробиохимический вестник. 2019. № 4. С. 54-57. DOI 10.24411/0235-2516-2019-10060.
9. Технология возделывания и использования кормового озимого тритикале / А.И. Грабовец, В.А. Василенко, А.И. Клименко, В.Н. Лукьянчук. Ростов н/Д.: Изд-во «Юг», 2021. 50 с.
10. Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России / Т.И. Васькина, А.В. Дронов, С.А. Бельченко и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 131-136.
11. Каюмов М.К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1989. 317 с.
12. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Особенности программирования урожайности зерновых культур при точном земледелии в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник Новосибирского ГАУ. 2022. (4). С. 5-11. – Режим пользования: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-5-11>.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Альянс, 2011. 352 с.
14. Кердяшов Н.Н. Вариационная статистика. Пенза: ПГАУ, 2018. 131 с. // Лань: ЭБС. – Режим пользования: URL: <https://e.lanbook.com/book/131161>.
15. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области / С.М. Сычѳв, А.О. Храменкова, А.А. Кузьмицкая и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 84-91.
16. Лебедько Л.В., Ториков В.Е., Шпилев Н.С. Совершенствование селекционно-семеноводческого процесса полевых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 1(41). С. 45-50.

References

1. Mazurov V.N., Sanova Z.S., Dzhumaeva N.E. Plyushhenoe zerno tritikale v racionax dojnykh korov // Tritikale: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferenczii. CH. I'I. Rostov n/D.: Yug, 2016. S. 55-60.
2. Mironczewa A.A., Czed E.A., Volkova S.V. Obosnovanie primeneniya bioaktivirovannogo zerna tritikale v spirtovom proizvodstve // Tekhnika i tekhnologiya pishhevy`kh produktov. 2018. T. 48, # 1. S. 57-65.
3. Rol` tritikale v povy`shenii produktivnosti kormoproizvodstva / V.Ya. Kovtunenکو, L.A. Bepalova, V.V. Panchenko i dr. // Kormoproizvodstvo. 2019. # 2. S. 14-17.
4. Urozhajnost` i kachestvo zerna sortov ozimoy tritikale v zavisimosti ot urovnya mineral`nogo pitaniya i norm vy`seva semyan / V.E. Torikov, O.V. Mel`nikova, V.V. Mameev, N.S. Shpilev, A.A. Osipov, G.E. Dorny`kh // Vestnik Kurskoj GSKXA. 2022. # 8. S. 22-30.
5. Innovacii v selekcionno-semenovodcheskom proczesse zernovy`kh kul`tur / N.S. Shpilev, V.E. Torikov, S.M. Sy`chev i dr. // Agrarnaya nauka. 2022. # 9. S. 92-97.
6. Gorina T.A. Urozhajnost` i kachestvo zelyonoy massy` ozimy`kh kul`tur v zavisimosti ot srokov skashivaniya // Kormoproizvodstvo. 2019. # 6. S. 23-27.
7. Linkevich S.A., Abraskova S.V., Shishlova N.P. Biokhimicheskij sostav i pitatel`naya czennost` razlichny`kh sortov tritikale // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. 2007. T. 42. S. 321-326.
8. Vliyanie mineral`ny`kh udobrenij i biopreparata Gumistim na urozhajnost` i kachestvo zerna yachmenya pri vzdelyvanii na radioaktivno zagryaznennoj pochve / M.M. Kizyulya, A.G. Kalinov, L.P. KXarkevich i dr. // Aгробиохимический вестник. 2019. # 4. S. 54-57. DOI` 10.24411/0235-2516-2019-10060.
9. Tekhnologiya vzdely`vaniya i ispol`zovaniya kormovogo ozimogo tritikale / A.I. Grabovecz, V.A. Vasilenko, A.I. Klivenko, V.N. Luk`yanchuk. Rostov n/D.: Izd-vo «Yug», 2021. 50 s.
10. Optimizacziya elementov vzdely`vaniya sorго kormovogo na yugo-zapade CZentral`nogo regiona Rossii / T.I. Vas`kina, A.V. Dronov, S.A. Bel`chenko i dr. // Agrarnaya nauka. 2022. # 9. S. 131-136.
11. Kayumov M.K. Programmirovaniye urozhaya sel`skokhozyajstvenny`kh kul`tur. M.: Agropromizdat, 1989. 317 s.
12. Al`bert M.A., Galeev R.R., Kovalev E.A. Osobennosti programmirovaniya urozhajnosti zernovy`kh kul`tur pri tochnom zemledelii v lesostepi Novosibirskogo Priob`ya // Vestnik Novosibirskogo GAU. 2022. (4). S. 5-11. – Rezhim pol`zovaniya: <https://doi`.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-5-11>.
13. Dospekxov B.A. Metodika polevogo opy`ta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovanij). M: Al`yans, 2011. 352 s.
14. Kerdyashov N.N. Variaczionnaya statistika. Penza: PGAU, 2018. 131 s. // Lan`: E`BS. – Rezhim pol`zovaniya: URL: <https://e.lanbook.com/book/131161>.
15. Vozmozhnosti i prioritety` razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Bryanskoj oblasti / S.M. Sy`chyov, A.O. KXramchenkova, A.A. Kuz`miczkaya i dr. // Agrarnaya nauka. 2022. # 9. S. 84-91.
16. Lebed`ko L.V., Torikov V.E., SHpilev N.S. Sovershenstvovaniye selekcionno-semenovodcheskogo proczessa polevy`kh kul`tur // Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`. 2022. # 1(41). S. 45-50.

Информация об авторах:

Н.С. Шпилев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, liudmila.lebedko@yandex.ru.

Л.В. Лебедко – старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, liudmila.lebedko@yandex.ru,

С.И. Шепелев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ 13fev@mail.ru.

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

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

Information about the authors:

N.S. Shpilyov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, liudmila.lebedko@yandex.ru.

L.V. Lebed'ko - Senior lecturer of the Department of Economics and Management, Bryansk State Agrarian University, liudmila.lebedko@yandex.ru.

S.I. Shepelev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, 13fev@mail.ru.

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

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

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 26.06.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 26.06.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Шпилев Н.С., Лебедко Л.В., Шепелев С.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В.

Научная статья

УДК 633.8:574.4

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-24-29

**ЭКОЛОГО-РЕСУРСОВЕДЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ЛУГОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹Светлана Николаевна Поцепай, ²Лидия Николаевна Анищенко, ¹Галина Петровна Малявко,
¹Михаил Васильевич Семьшев

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

²ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского»,
Брянская область, Брянск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены ресурсоведческие и эколого-химические свойства лекарственных луговых растений Брянской области. Все изученные виды разделены на три группы ресурсного статуса: 1 группа с возможной ежегодной заготовкой менее 100 кг (*Euphrasia officinalis* L., 66, 46 кг); 2 группа с возможной ежегодной заготовкой 100-1000 кг (*Viola tricolor*, 968,7 кг); 3 группа с возможной ежегодной заготовкой больше 1000 кг – *Cynoglossum officinale*, 2667,37 кг, *Pimpinella saxifraga*, 2000,9 кг, *Echium vulgare*, 10783,5 кг, *Herniaria glabra*, 7612,85 кг, *Polygonum aviculare*, 6678,57 кг. Наибольшее содержание ¹³⁷Cs отмечено в наземной биомассе *Chelidonium majus*, *Thymus serpyllum*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, *Mentha arvensis*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia absinthium*, в корневищах *Potentilla erecta* и корнях *Cichorium intybus*; наименьшее – в наземной биомассе *Melilotus albus*, *Tanacetum vulgare*.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырьё, ресурсные запасы, эколого-химическое качество биомассы, Брянская область.

Для цитирования: Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Малявко Г.П., Семьшев М.В. Эколого-ресурсоведческий мониторинг луговых лекарственных растений Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 24-29. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-24-29>.

Original article

ECOLOGICAL AND RESOURCE-BASED MONITORING OF MEADOW MEDICINAL PLANTS OF THE BRYANSK REGION

¹Svetlana N. Potsepai, ²Lidiya N. Anishchenko, ¹Galina P. Malyavko, ¹Mikhail V. Semyshev

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

²Bryansk State University named after acad. I. G. Petrovsky, Bryansk Region, Bryansk, Russia

Abstract. The paper considers the resource-based and ecological-chemical properties of medicinal meadow plants in the Bryansk region. All studied species are divided into three groups of resource status: group 1 with a possible annual harvest of less than 100 kg (*Euphrasia officinalis* L., 66.46 kg); group 2 with a possible annual harvest of 100-1000 kg (*Viola tricolor*, 968.7 kg); group 3 with a possible annual harvest of more than 1000 kg – *Cynoglossum officinale*, 2667.37 kg, *Pimpinella saxifraga*, 2000.9 kg, *Echium vulgare*, 10783.5 kg, *Herniaria glabra*, 7612.85 kg, *Polygonum aviculare*, 6678.57 kg. The highest content of ¹³⁷Cs in the terrestrial biomass of *Chelidonium majus*, *Thymus serpyllum*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, *Mentha arvensis*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia absinthium*, in the rhizomes of *Potentilla erecta* and the roots of *Cichorium intybus*. The roots of *Cichorium intybus* actively accumulate ¹³⁷Cs, the rhizomes (underground escape) of *Potentilla erecta* – accumulate ¹³⁷Cs, lowest content in terrestrial biomass of *Melilotus albus*, *Tanacetum vulgare*.

Keywords: medicinal plant raw materials, resource reserves, ecological and chemical quality of biomass, Bryansk region.

For citation: Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Malyavko G.P., Semyshev M.V. Ecological and resource-based monitoring of meadow medicinal plants of the Bryansk region. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 24-29 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-24-29>.

Введение. В изученном регионе – Брянской области – исследование ресурсного запаса лекарственного сырья, произрастающего на лугах естественного происхождения, очень важно для организации их целесообразного применения местным населением, возможного восстановления промышленных заготовок [1-4]. В агроэкологический мониторинг входит группа исследований лекарственного растительного сырья как одного из основных ресурсных показателей. Изучение химического состава и ресурсных запасов лекарственного растительного сырья открывает широкие возможности по эффективности оптимизации использования видов, увеличивает вероятность заготовки растительного сырья высокого экологического качества, возможность поиска дублирующих растений для замены редких в ареалогическом плане, но востребованных видов [3, 5].

Для Брянской области данная работа – продолжение исследований, выполненных под руководством В.Н. Мокрогузовой (Шапурко) [3, 5], Э.М. Величкина [6], которая расширит и дополнит биоресурсные данные.

Цель работы – представить данные ресурсно-сырьевых и эколого-химических характеристик растительного лекарственного сырья, произрастающего в естественных луговых сообществах Брянской области.

Материалы и методы исследований. Исследования ресурсных запасов и сырья растительного происхождения на лугах Брянской области проводились в местообитаниях, ранее не обследованных по маршрутным учётам. Все особенности распространения сырьевых лекарственных луговых видов обусловлены климатическими, геоморфологическими и другими факторами рельефа. Запасы биомассы лекарственных видов определялись на конкретных зарослях растений методом ключевых участков. В каждом из местообитаний тщательно инвентаризировались все факты возможного проявления длительного развития популяций лекарственных видов растений, проводились замеры куртинок растений, а также площадей, на которых распространены диагностируемые виды [7, 8]. Видовой состав ресурсных лекарственных растений определялся в процессе визуального обследования, диагностика проводилась с учётом общепринятых определителей, данные сверялись с современными списками лекарственных видов официальных ресурсоведческих сводок. При исследовании биомассы видов на пробных площадках, проводились обработки данных согласно методическим требованиям, рассчитывали эксплуатационный запас и возможные ежегодные заготовки сырья [7, 8]. Устанавливались нормативные экологические группы разного ресурсного статуса в зависимости от ресурсных запасов каждого из видов лекарственных растений. В интервалах в 200-500 кг были выделены 4 категории лекарственных видов разного ресурсного статуса, для которых планируют разные заготовки в объёме, который способствует поддержанию не только промышленных зарослей, но и отдельных ценопопуляций лекарственных растений [7]. Растительное лекарственное сырьё луговых местообита-

ний подвергали соответствующей термической обработке в лабораторных условиях, определяли наличие радионуклидов. В соответствии с ГОСТ 10 259-2000 проводили подготовку пробы почвогрунта, собранного под растениями, данные обрабатывались статистически [9, 10].

Проведено обследование 24 административных районов Брянской области для 7 видов лекарственных растений: Брянский (Бр. Р.), Брасовский (Брас. Р.), Рогнединский (Рогн. Р.), Выгоничский (Выг. Р.), Дубровский (Дуб. Р.), Жуковский (Жук. Р.), Жирятинский (Жир. Р.), Мглинский (Мгл. Р.), Суражский (Сур. Р.), Навлинский (Нав. Р.), Почепский (Поч. Р.), Погарский (Пог. Р.), Карачевский (Кар. Р.), Севский (Сев. Р.), Дятьковский (Дятък. Р.), Клиновский (Клин. Р.), Стародубский (Стар. Р.), Суземский (Суз. Р.), Гордеевский (Гор. Р.), Красногорский (Крас. Р.), Клетнянский (Клет. Р.), Трубчевский (Труб. Р.), Климовский (Клим. Р.), Комаричский (Ком. Р.).

Установленные показатели радионуклидного состава сравнивали с ранее полученными результатами для сравнительной характеристики [3, 9]. Математическую обработку данных осуществляли в соответствии с рекомендациями [10]. Сведения о ресурсных характеристиках приведены для некоторых фоновых видов в Брянской области, которые ранее не были исследованы В.Н. Мокрогузовой (Шапурко).

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе эколого-ресурсного анализа местообитаний и оценки ресурсных запасов лекарственных растений получены следующие результаты:

Очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis* L.) эксплуатационные запасы данного растения обладают следующими значениями в районах Брянской области (66, 46 кг): Бр.Р. - 4,7 кг, Нав. - Р. - 4,6 кг, Жир. Р. - 4,9 кг, Гор. Р. - 1,8 кг, Стар. Р. - 2,8 кг, Пог. Р. - 3,5 кг, Поч. Р. - 5,5 кг, Кар. Р. - 3,9 кг, Брас. Р. - 7,1 кг, Клин. Р. - 2,5 кг, Сев. Р. - 5,3 кг, Жук. Р. - 3,95 кг, Дуб. Р. - 4,66 кг, Клим. Р. - 4,25 кг, Сур. Р. - 4,5 кг, Труб. Р. - 2,5 кг.

Чернокорень лекарственный (*Cynoglossum officinale* L.) эксплуатационные запасы чернокорня обладают следующими значениями в районах Брянской области (2667,37 кг): Выг. Р. - 119,5 кг, Бр. Р. - 125,25 кг, Жир. Р. - 110,5 кг, Мгл. Р. - 128,4 кг, Нав. Р. - 219,72 кг, Гор. Р. - 147,4 кг, Сев. Р. - 120 кг, Поч. Р. - 170 кг, Пог. Р. - 108 кг, Стар. Р. - 111,4 кг, Клим. Р. - 100,2 кг, Ком. Р. - 107,5 кг, Клин. Р. - 125 кг, Кар. Р. - 155 кг, Сев. Р. - 178,5 кг, Брас. Р. - 160 кг, Жук. Р. - 180 кг, Дуб. Р. - 117,5 кг, Рогн. Р. - 183,5.

Фиалка трёхцветная (*Viola tricolor* L.) эксплуатационные запасы фиалки полевой обладают следующими значениями в районах Брянской области (968,7 кг): Выг. Р. - 80,1 кг, Бр. Р. - 72 кг, Клин. Р. - 61,6 кг, Жук. Р. - 73,6 кг, Гор. Р. - 59,3 кг, Сур. Р. - 82,6 кг, Мгл. Р. - 68,2 кг, Ком. Р. - 74 кг, Сев. Р. - 73,2 кг, Суз. Р. - 74,1 кг, Труб. Р. - 56,9 кг, Дуб. Р. - 86,5 кг, Рогн. Р. - 76,4 кг, Пог. Р. - 60,7 кг, Поч. Р. - 47,8 кг, Кар. Р. - 55,6 кг, Стар. Р. - 36,8 кг, Нав. Р. - 47,5 кг, Крас. Р. - 35,6 кг, Брас. Р. - 46,2 кг.

Бедренец камнеломка (*Pimpinella saxifraga* L.) эксплуатационные запасы бедренца камнеломки обладают следующими значениями в районах Брянской области (2000,9 кг): Выг. Р. - 140,1 кг, Бр. Р. - 112 кг, Клин. Р. - 131,6 кг, Жук. Р. - 143,6 кг, Гор. Р. - 128,6 кг, Сур. Р. - 109,3 кг, Мгл. Р. - 108,2 кг, Ком. Р. - 98,4 кг, Сев. Р. - 97,3 кг, Дуб. Р. - 89,9 кг, Рогн. Р. - 98,4 кг, Пог. Р. - 110,4 кг, Поч. Р. - 102,7 кг, Кар. Р. - 98,4 кг, Стар. Р. - 79,0 кг, Жир. Р. - 110,2 кг, Брас. Р. - 86,5 кг, Суз. Р. - 69,9 кг, Труб. Р. - 86,4 кг.

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) эксплуатационные запасы синяка обладают следующими значениями в районах Брянской области (10783,5 кг): Бр. Р. - 561,3, Нав. Р. - 514,6 кг, Жир. Р. - 429,6 кг, Гор. Р. - 548,5 кг, Стар. Р. - 487,8 кг, Пог. Р. - 678,3 кг, Поч. Р. - 585,6 кг, Кар. Р. - 436,0 кг, Брас. Р. - 487,3 кг, Клин. Р. - 576,2 кг, Сев. Р. - 658,4 кг, Жук. Р. - 532,7 кг, Дуб. Р. - 387,9 кг, Клим. Р. - 487,8 кг, Сур. Р. - 543,3 кг, Труб. Р. - 428,5 кг, Мгл. Р. - 422,6 кг, Клет. Р. - 346,9 кг, Выг. Р. - 399,5 кг, Рогн. Р. - 399,8 кг, Труб. Р. - 329,6 кг, Суз. Р. - 541,3 кг.

Грыжник голый (*Herniaria glabra* L.) эксплуатационные запасы грыжника обладают следующими значениями в районах Брянской области (7612,85 кг): Суз. Р. - 215,6 кг, Выг. Р. - 340,9 кг, Бр. Р. - 352,1 кг, Клин. Р. - 289,9 кг, Жук. Р. - 325,3 кг, Гор. Р. - 359,9 кг, Сур. Р. - 338,2 кг, Мгл. Р. - 338,9 кг, Ком. Р. - 435,4 кг, Сев. Р. - 338,5 кг, Дуб. Р. - 388,55 кг, Рогн. Р. - 396,3 кг, Пог. Р. - 408,7 кг, Поч. Р. - 354,9 кг, Кар. Р. - 438,8 кг, Стар. Р. - 441,3 кг, Брас. Р. - 398,7 кг, Сев. Р. - 498,6 кг, Труб. Р. - 310,5 кг, Клет. Р. - 278,1 кг.

Горец птичий, спорыш (*Polygonum aviculare* L.) эксплуатационные запасы спорыша обладают следующими значениями в районах Брянской области (6676,57 кг): Суз. Р. - 115,8 кг, Выг. Р. - 245,3 кг, Бр. Р. - 399,9 кг, Клин. Р. - 489,3 кг, Жук. Р. - 437, 8 кг, Гор. Р. - 409,6 кг, Сур. Р. - 389,6 кг, Мгл. Р. - 477,3 кг, Ком. Р. - 339,8 кг, Сев. Р. - 402,7 кг, Дуб. Р. - 451,1 кг, Рогн. Р. - 335,9 кг, Пог. Р. - 310,97 кг, Поч. Р. - 428,7 кг, Кар. Р. - 438,8 кг, Стар. Р. - 441,3 кг, Брас. Р. - 398,7 кг, Сев. Р. - 417,7 кг, Труб. Р. - 500,7 кг, Клет. Р. - 482,6 кг.

Во всех исследованных и описанных местообитаниях ежегодная возможная заготовка

Euphrasia officinalis L. не должна быть выше 66,46 кг; *Cynoglossum officinale* – не выше 2667,37 кг; *Viola tricolor* L. – не выше 968,70 кг.; *Pimpinella saxifraga* – не выше 2000,90 кг; *Echium vulgare* L. – не выше 10783,50 кг., *Herniaria glabra* – не выше 7612,85 кг; *Polygonum aviculare* L. – не выше 6676,57 кг. Рекомендуем ранжировать районы согласно перечню видов луговых лекарственных растений, установив главными зонами с целью сбора *Euphrasia officinalis* L. (Брасовский), *Cynoglossum officinale* (Навлинский, Жуковский, Севский), *Viola tricolor* L. (Суражский, Выгоничский), *Pimpinella saxifraga* L. (Жуковский, Выгоничский), *Echium vulgare* L. (Погарский, Севский, Почепский), *Herniaria glabra* L. (Севский, Стародубский), *Polygonum aviculare* L. (Жуковский, Мглинский).

В условиях Брянской области пристальное внимание привлечено к накоплению радионуклидов, в том числе по некоторым лекарственным растениям, широко используемым местным населением. Естественные радионуклиды – (^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{137}Cs) в лекарственном растительном сырье в местообитаниях территории выявлены для районов: Мглинского, Выгоничского и Гордеевского. Среди них по сбору на лекарственное сырьё используются листья – *Chamaenerion angustifolium* L., *Achillea millefolium* L., *Chelidonium majus* L., *Thymus serpyllum* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Melilotus albus* Medik., *Artemisia absinthium* L., *Mentha arvensis* L., *Tanacetum vulgare* L.; корни – *Cichorium intybus* L., подземные побеги – *Potentilla erecta* L. (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание радионуклидов в лекарственном растительном сырье

Виды лекарственных растений	Район пробоотбора	УА, Бк/кг (M±m)			
		^{40}K	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	Мгл. Р.	$2,1 \cdot 10^3 \pm 3,216 \cdot 10^3$	152,0±371	-31,0±319	196,0±258
<i>Cichorium intybus</i>	Мгл. Р.	$6,3 \cdot 10^2 \pm 2,410 \cdot 10^3$	-80,0±282	51,0±269	1192,0±342
<i>Achillea millefolium</i>	Гор. Р.	$6,4 \cdot 10^2 \pm 1,607 \cdot 10^3$	124,0±200	275,0±201	134,0±139
<i>Chelidonium majus</i>	Нов. Р.	$1,01 \cdot 10^3 \pm 4,411 \cdot 10^3$	-309,0±528	889±576	495±416
<i>Thymus serpyllum</i>	Гор. Р.	$9,2 \cdot 10^2 \pm 2,296 \cdot 10^3$	101,0±276	52±246	367±218
<i>Potentilla erecta</i>	Гор. Р.	322,0±992	15,0±119	104,0±119	638,0±158
<i>Potentilla erecta</i>	Выг. Р.	$1,9 \cdot 10^3 \pm 2,707 \cdot 10^3$	-24,0±293	178,0±285	297,0±234
<i>Melilotus officinalis</i>	Выг. Р.	$1,5 \cdot 10^2 \pm 3,162 \cdot 10^3$	-78,0±386	534,0±412	917,0±375
<i>Melilotus albus</i>	Гор. Р.	201,0±254	12,5±27,3	25,5±28,3	121,3±33,7
<i>Mentha arvensis</i>	Выг. Р.	$1,7 \cdot 10^3 \pm 3,655 \cdot 10^3$	234,0±445	-56,0±379	130,0±292
<i>Mentha arvensis</i>	Гор. Р.	$8,936 \cdot 10^2 \pm 2,116 \cdot 10^3$	43,0±251	363,0±257	629,0±241
<i>Tanacetum vulgare</i>	Гор. Р.	$1,1 \cdot 10^3 \pm 1,248 \cdot 10^3$	-38,0±132	94,0±129	58,4±92,5
<i>Tanacetum vulgare</i>	Гор. Р.	692,0±369	13,3±32,5	-15,3±28,0	34,1±24,6
<i>Artemisia absinthium</i>	Выг. Р.	$2,7 \cdot 10^3 \pm 3,938 \cdot 10^3$	-23,0±430	314,0±421	261,0±320
<i>Artemisia absinthium</i>	Гор. Р.	501,0±310	-16,6±26,7	12,8±25,9	55,9±25,2
ПДК для лекарственного растительного сырья		-	-	-	100

Наибольшее содержание ^{40}K зарегистрировано в наземной биомассе *Tanacetum vulgare*, *Artemisia absinthium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Chelidonium majus*, в корневищах *Potentilla erecta*, почве под *Artemisia absinthium*. Значительное содержание ^{226}Ra присутствует в наземной биомассе видов *Achillea millefolium*, *Chelidonium majus*, *Melilotus officinalis*, *Artemisia absinthium*. Значительная концентрация ^{137}Cs в наземной биомассе *Chelidonium majus*, *Thymus serpyllum*, *Melilotus officinalis*, *Mentha arvensis*, *Artemisia absinthium*, в корневищах *Potentilla erecta* и корнях *Cichorium intybus*, в почве под *Artemisia absinthium*. Содержание ^{232}Th в незначительных количествах обнаружено во всех образцах. Активно накапливают ^{137}Cs подземные побеги (корневища) *Potentilla erecta* и корень *Cichorium intybus*.

Заключение. Изучение видов лекарственных растений в разнообразных урочищах и биотопах Брянской области позволило определить и обосновать три группы лекарственных растений по ресурсному статусу, который регламентирует и их хозяйственное использование. Эти группы делятся на следующие категории: 1 группа лекарственных растений, для которых возможная заготовка в течение года менее 100 кг (очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis* L.) 66, 46 кг); 2 группа – для которых возможная заготовка в течение года – от 100-1000 кг (фиалка трехцветная (*Viola tricolor*) 968,7 кг); 3 группа лекарственных растений с возможной ежегодной заготовкой больше 1000 кг чернокорень лекарственный (*Cynoglossum officinale*) 2667,37 кг, бедронец камнеломка (*Pimpinella saxifraga*) 2000,9 кг, синяк обыкновенный (*Echium vulgare*) 10783,5 кг, грыжник голый (*Herniaria glabra*) 7612,85 кг, горец птичий, спорыш (*Polygonum aviculare*) 6678,57 кг.

Накопительные характеристики радионуклидов биомассой лекарственных растений носят видовой характер. Удельная активность радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{137}Cs в биомассе лекарственного растительного сырья достаточно высока, для ^{232}Th – незначительная, что обусловлено особенностями геохимической миграции и ландшафтов в исследуемых районах. Содержание ^{137}Cs в образцах растительного сырья, превышает допустимые уровни, что свидетельствует о значительном вкладе локальных источников загрязнения искусственными радионуклидами. Ежегодная заготовка для чувствительных видов обязана жёстко проверяться природозащитными организациями.

Список источников

1. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья в г. Воронеже и его окрестностях / Н.А. Великанова, Л.Л. Кукуева, С.П. Гапонов, А.И. Сливкин // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2013. № 1 (260). С. 238-242.
2. Егوشина Т.Л. Недревесные растительные ресурсы России. М.: НИА-Природа, 2005. 80 с.
3. Поцепай Ю.Г., Анищенко Л.Н., Мокрогузова В.Н. Эксплуатационные запасы и химические показатели лекарственных растений на территории Брянской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 3. С. 36-38.
4. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный Федеральный округ: Брянская область / под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митюкова. М.: НИА Природа, 2007. 1144 с.
5. Мокрогузова В.Н. Ресурсные виды флоры лекарственных растений и их экологическое качество в Брянском Полесье // Вестник Брянского государственного университета. Точные и естественные науки. 2012. № 4 (2). С. 202-206.
6. Изучение и картирование запасов лекарственных растений в Брянской области / под ред. Э.М. Велличкина. Брянск, 1987. 72 с.
7. Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И. О методических подходах к контролю динамики важнейших ресурсных видов лекарственной флоры республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5 (3). С. 113-115.
8. Шретер А.И., Крылова И.Л. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986. 33 с.
9. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-Об ГН 2.1.7.2042-06. Издание официальное. М., 2006.
10. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

References

1. *Ozenka radionuklidnogo zagryazneniya lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya v g. Voronezhe i ego okrestnostyakh* / N.A. Velikanova, L.L. Kukueva, S.P. Gaponov, A.I. Slivkin // *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2013. # 1 (260). S. 238-242.
2. *Egoshina T.L. Nedrevesnye rastitel'nye resury Rossii*. M.: NIA-Priroda, 2005. 80 s.
3. *Pozepai YU.G., Anishchenko L.N., Mokroguzova V.N. Eksplyuatazionnye zapasy i khimicheskie pokazateli lekarstvennykh rasteni na territorii Bryanskoi oblasti* // *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova*. 2013. # 3. S. 36-38.
4. *Prirodnye resursy i okruzhayushchaya sreda sub`ektov Rossiskoi Federazii. Zentral`nyi Federal`nyi okrug: Bryanskaya oblast` / pod red. N.G. Rybal'skogo, E.D. Samotesova, A.G. Mityukova*. M.: NIA Priroda, 2007. 1144 s.
5. *Mokroguzova V.N. Resursnye vidy flory lekarstvennykh rasteni i ikh ekologicheskoe kachestvo v Bryanskom Poles'e* // *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. Tochnye i estestvennye nauki*. 2012. # 4 (2). S. 202-206.
6. *Izuchenie i kartirovanie zapasov lekarstvennykh rasteni v Bryanskoi oblasti / pod red. E.M. Velichkina*. Bryansk, 1987. 72 s.
7. *Fedorov N.I., Zhigunova S.N., Mikhailenko O.I. O metodicheskikh podkhodakh k kontrolyu dinamiki vazhneishikh resursnykh vidov lekarstvennoi flory respubliki Bashkortostan* // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo zentra Rossiskoi akademii nauk*. 2011. T. 13, # 5 (3). S. 113-115.
8. *Shreter A.I., Krylova I.L. Metodika opredeleniya zapasov lekarstvennykh rasteni*. M., 1986. 33 s.
9. *Gigienicheskie normativy GN 2.1.7.2041-Ob GN 2.1.7.2042-06. Izdanie oficial'noe*. M., 2006.
10. *Zaizev G.N. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike*. M.: Nauka, 1984. 424 s.

Информация об авторах:

С.Н. Поцепай – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры иностранных языков, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, snpotsepai@yandex.ru.

Л.Н. Анищенко – доктор сельскохозяйственных наук; профессор кафедры географии, экологии землеустройства, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского».

Г.П. Малявко – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, gpmalyavko@yandex.ru.

М.В. Семышев – заведующий кафедрой иностранных языков, кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

S.N. Potsepai - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department Foreign Languages, Bryansk State Agrarian University, snpotsepai@yandex.ru.

L.N. Anishchenko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology of Land Management, Bryansk State University named after acad. I. G. Petrovsky

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

M.V. Semyshev - Head of the Department of Foreign Languages, Candidate of Pedagogical, Associate Professor, 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 16.06.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 16.06.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Малявко Г.П., Семьшев М.В.

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE

Научная статья

УДК 636.52/.58.087.7

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-29-34

ПОВЫШЕНИЕ МЯСНЫХ КАЧЕСТВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ДОБАВКИ КОРМОВОЙ (ОДК) «ГУМЭЛ ЛЮКС»

**Валерий Егорович Подольников, Леонид Никифорович Гамко,
Максим Валерьевич Подольников**

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В современных условиях интенсификации производства продукции птицеводства необходимо шире использовать научные разработки и практический опыт применения кормовых добавок природного происхождения, в т.ч. гуминовых веществ и комплексных продуктов, изготавливаемых на их основе. В научно-хозяйственном опыте изучена эффективность применения оздоровительной добавки кормовой (ОДК) «Гумэл Люкс» при выращивании цыплят-бройлеров кросса ROSS-308 в производственных условиях на большом поголовье (более 30 000 голов) при напольном способе их содержания. Отличительной особенностью эксперимента является использование изучаемой кормовой добавки не в составе комбикорма, как это обычно осуществляют при скармливании различных кормовых добавок, а через систему автопоения. Перед началом эксперимента была разработана схема потребления цыплятами воды и изучаемой кормовой добавки, начиная с 1-суточного возраста до конца периода их выращивания. Преимуществом такого способ применения слишком маленьких доз кормовой добавки является возможность более равномерно обеспечить ее потребление подопытными цыплятами-бройлерами. При этом биологическая активность кормовой добавки не изменяется. Единственным недостатком этого способа применения изучаемой кормовой добавки является невозможность ее выпаивания в дни проведения вакцинации и применения других лечебно-профилактических средств через систему автопоения. Результаты проведенного научно-хозяйственного опыта свидетельствуют о том, что применение ОДК «Гумэл Люкс» при выращивании цыплят-бройлеров через систему автопоения способствует повышению их продуктивности на 8,28%, убойного выхода на 0,9% и энергетической ценности мяса на 3,7 ккал в грудных мышцах и на 24,2 ккал в бедренных мышцах.

Ключевые слова: кормовые добавки, цыплята-бройлеры, продуктивность, мясные качества.

Для цитирования: Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Подольников М.В. Повышение мясных качеств цыплят-бройлеров под воздействием оздоровительной добавки кормовой (ОДК) «Гумэл Люкс» // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 29-34. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-29-34>.

Original article

INCREASING THE MEAT QUALITY OF BROILER CHICKENS UNDER THE INFLUENCE OF THE HEALTH FEED ADDITIVE (HFA) "GUMEL LYUKS"

Valeri E. Podol'nikov, Leonid N. Gamko, Maksim V. Podol'nikov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. In modern conditions of intensification of poultry production, it is necessary to make greater use of scientific developments and practical experience in the use of feed additives of natural origin, including humic substances and complex products manufactured on their basis. In the scientific and economic experience, the effectiveness of the use of a health feed additive (HFA) "Gumel Lyuks" was studied when raising broiler chickens of the ROSS-308 cross in production conditions on a large livestock (more than 30,000 heads) with a floor method of keeping them. A distinctive feature of the experiment is the use of the studied feed additive not as part of compound feed, as it is usually carried out when feeding various feed additives, but through an automatic watering system. Before starting the experiment, a scheme for the water consumption by chickens and the studied feed additive, starting from the age of 1 day until the end of their growing period was developed. The advantage of this method of using too small dosages of feed additives is the ability to more evenly ensure its consumption by experimental broiler chickens. At the same time, the biological activity of the feed additive does not change. The only drawback of this method of using the feed additive studied is the impossibility of its drinking on the days of vaccination and the use of other therapeutic and prophylactic agents through the auto-watering system. The results of the conducted scientific and economic experience indicate that the use of "Gumel Lyuks" when raising broiler chickens through the automatic watering system contributes to an increase in their productivity by 8.28%, slaughter yield by 0.9% and the energy value of meat by 3.7 kcal in the pectoral muscles and 24.2 kcal in the femoral muscles.

Keywords: feed additives, broiler chickens, productivity, meat qualities.

For citation: Podol'nikov V.E., Gamko L.N., Podol'nikov M.V. Improving the meat qualities of broiler chickens under the influence of a health-improving feed additive (UEC) "Gumel Lux". *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 29-34 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-29-34>.

Введение. В современных экономических и политических условиях в России увеличение производства продукции птицеводства имеет стратегическое значение. Интенсификация развития отрасли птицеводства способствует укреплению продовольственной безопасности страны, обеспечению населения высокоценными продуктами питания, доступными практически для всех граждан с различным уровнем финансового обеспечения. Однако продовольственная независимость будет реализована более полно, если в технологических процессах производства продукции птицеводства снизится использование в кормлении птицы компонентов зарубежных производителей и будут шире применяться альтернативные отечественные компоненты.

Изыскивая ресурсы для повышения продуктивности птицы, необходимо особое внимание уделить природным источникам, объемы которых на территории России способны обеспечить не только птицеводство, но и ряд других отраслей животноводства, а также растениеводства на многие десятилетия [1-4].

Одними из таких источников являются гуминовые вещества, которые входят в состав органических соединений торфа, угля, сапропеля, продуктов переработки древесины, некоторых типов почвы. В своем составе гуматы содержат соли гуминовых кислот, комплекс минеральных элементов, в т.ч. кремний, а также белки, витамины и другие вещества, обладающие биологической активностью. В живом организме гуминовые вещества участвуют в обменном процессе на клеточном уровне. Обладая иммуномодуляторными и лечебно-профилактическими свойствами, гуматы повышают защитные свойства живых организмов, стимулируют рост и развитие внутренних органов и организма в целом [5,6].

В наших исследованиях использовали комплексную кормовую добавку на основе гумата натрия, с коммерческим названием «Гумэл Люкс». Ранее проведенные исследования достаточно высоко оценили эффективность применения ОДК «Гумэл Люкс» в рационах цыплят-бройлеров и молодняка кур адлерской серебристой. Однако слишком маленькие дозировки создают некоторые затруднения равномерного смешивания ОДК «Гумэл Люкс» с комбикормом.

В связи с этим **целью наших исследований** явилось – изучить эффективность применения ОДК «Гумэл Люкс» при выращивании цыплят-бройлеров через систему автопоения птицы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в условиях ООО «Победа-Агро», Дятьковского района, Брянской области на поголовье цыплят-бройлеров кросса ROSS-308,

содержащихся в двух одинаковых корпусах со средней численностью 33 тысячи голов в каждом. Содержание птицы напольное. Контрольная группа, численностью 33906 голов на начало опыта, в качестве основного рациона получала полнорационные комбикорма ПК-5Р и ПК-6. Опытная группа, численностью 32452 головы, кроме основных кормов, начиная с 5-го дня жизни, получала дополнительно ОДК «Гумэл Люкс» в растворенном виде через систему автопоения птицы из расчета 225 мг на 1 литр воды. Исключения составили лишь 7, 10, 16, 21-26 дни, в которые проводилась вакцинация и выпаивание других лечебно-профилактических препаратов через систему автопоения. Суточное потребление воды и ОДК «Гумэл Люкс» подопытными цыплятами в опыте представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Суточное потребление воды и ОДК «Гумэл Люкс» цыплятами-бройлерами в опыте, в расчете на 1 голову

Возраст птицы, дней	Потребление воды, мл	Потребление ОДК «Гумэл Люкс», мг	Возраст птицы, дней	Потребление воды, мл	Потребление ОДК «Гумэл Люкс», мг
1	21	5,4	21	198	-
2	23	5,9	22	209	-
3	29	7,4	23	219	-
4	36	9,2	24	230	-
5	46	11,7	25	241	-
6	56	14,3	26	252	-
7	63	-	27	261	66,6
8	70	16,1	28	272	69,4
9	77	19,6	29	283	72,2
10	86	-	30	292	74,5
11	95	24,2	31	301	76,7
12	104	26,5	32	310	79,1
13	113	28,8	33	319	81,3
14	124	31,6	34	328	83,6
15	133	33,9	35	335	85,4
16	144	-	36	344	87,7
17	155	39,5	37	351	89,5
18	165	42,1	38	358	91,3
19	176	44,9	39	365	93,1
20	187	47,7	40	373	95,1

Динамику изменения живой массы подопытных цыплят изучали путем взвешивания на 9-й, 15-й, 21-й, 28-й и 35-й дни жизни. В конце опыта был произведен контрольный убой птицы в возрасте 42 дня и определены некоторые мясные качества – масса полупотрашенной тушки, убойный вес и убойный выход.

Результаты проведенных исследований. Генетически обусловленные мясные качества цыплят-бройлеров реализуются, главным образом, под воздействием внешних факторов – комфортных условий содержания и полноценного кормления. Ведущая роль здесь принадлежит кормовым факторам, т.е. обеспечению потребности птицы всеми необходимыми элементами питания и наличию в корме веществ, обладающих биологической активностью, способных улучшать обменные процессы и укреплять защитные функции организма [7].

В нашем эксперименте эффективность применения ОДК «Гумэл Люкс» при выращивании цыплят-бройлеров оказало положительное влияние на их рост и развитие. Наиболее продуктивное действие кормовой добавки отмечается после 15 дней ее выпаивания с водой (рис. 1).

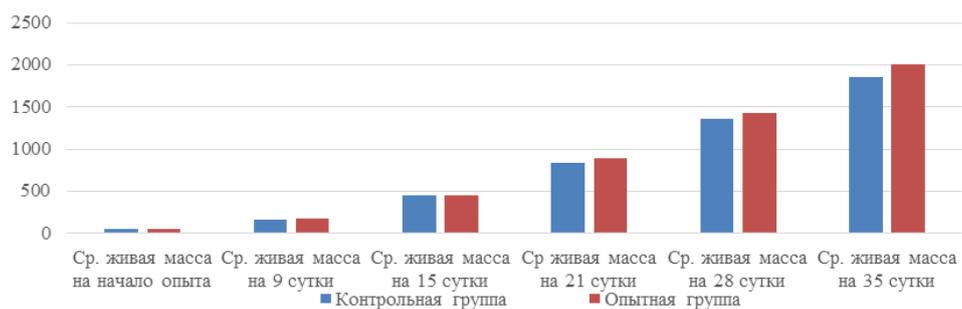


Рисунок 1 - Динамика изменения живой массы подопытных цыплят-бройлеров, г/гол

Показатели валовых и среднесуточных приростов живой массы подопытных цыплят представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели продуктивности цыплят-бройлеров за весь период опыта

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Ср. живая масса на начало опыта, г	40,0 ± 0,00	40,0 ± 0,00
Ср. живая масса в конце опыта, г	1856,0 ± 1,69	2010,0 ± 1,74*
Ср суточный прирост за опыт, г	51,9 ± 0,57	56,2 ± 0,64*
% к контролю	100,00	108,28

Примечание: p<0,05

За весь период опыта среднесуточный прирост цыплят, получавших ОДК «Гумэл Люкс» был достоверно выше, чем в контроле на 8,28%.

По результатам контрольного убоя птицы (на 42 сутки) установлено, что убойные качества цыплят опытной группы были выше, чем в контроле – предубойная живая масса на 8,01%, масса полупотрошенной тушки на 8,81%, убойный вес на 9,38%, убойный выход на 0,9% (табл.3).

Таблица 3 - Убойные качества цыплят бройлеров

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная живая масса, г	2234 ± 2,80	2413 ± 3,21
в % к контролю	100,00	108,01
Масса полупотрошенной тушки, г	1918 ± 2,83	2087 ± 3,25
в % к контролю	100,00	108,81
Убойный вес, г	1748 ± 2,79	1912 ± 3,01
в % к контролю	100,00	109,38
Убойный выход и, %	78,24	79,23
± к контролю	-	+0,9

Мясные качества птицы характеризуются также пищевой ценностью мышечной ткани - содержанием в ней жира и белка (табл4).

Таблица 4 – Содержание жира и белка в мясе подопытных бройлеров

Показатели	Группы	
	Контрольная	Опытная
Грудные мышцы		
Массовая доля белка, %	19,8 ± 0,98	19,8 ± 0,99
Массовая доля жира, %	1,9 ± 0,76	2,2 ± 0,82
Калорийность 100 г мяса, ккал	96,3	99,0
Бедренные мышцы		
Массовая доля белка, %	17,0 ± 1,01	17,2 ± 0,98
Массовая доля жира, %	6,8 ± 0,85	9,4 ± 0,94
Калорийность 100 г мяса, ккал	129,2	153,4

Расчет энергетической ценности мяса подопытной птицы показывает, что калорийность грудных мышц цыплят, получавших ОДК «Гумэл Люкс» была выше, чем в контроле на 3,7 ккал, а бедренных мышц – на 24,2 ккал, главным образом за счет накопление в мясе жира.

Результаты проведенных исследований во многом согласуются с результатами наших предыдущих исследований по скармливанию ОДК «Гумэл Люкс» сельскохозяйственной птице в составе комбикорма [8, 9], а также ряда других авторов, изучавших применение природного сырья в кормлении птицы [10, 11].

Заключение. Использование оздоровительной добавки кормовой «Гумэл Люкс» при выращивании цыплят-бройлеров через систему автопоения птицы, способствует повышению их продуктивности на 8,28%, убойного выхода на 0,9% и энергетической ценности мяса на 3,7 ккал в грудных мышцах и на 24,2 ккал в бедренных мышцах.

Список источников

1. Буяров В.С. Эффективность современных технологий выращивания цыплят-бройлеров // Агротехника и энергообеспечение. 2017. Т. 1, № 1 (14). С. 11-17.
2. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием новых кормовых добавок на основе лактулозы /

- М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, А.Г. Храмцов, З.Б. Комарова, М.В. Фролова, С.С. Курмашева, А.В. Рудковская // Птица и птицепродукты. 2021. № 1. С. 17-20.
3. Григорьева Е.Н. Природный стимулятор продуктивности для птицы // Птицеводство. 2017. № 1. С. 11-14.
4. Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Влияние растительной кормовой добавки на продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров // Состояние, проблемы и перспективы развития аграр. науки на соврем. этапе. Чебоксары: Чуваш. гос. с.-х. акад., 2020. С. 322-328.
5. Гюльбеков В.В., Козлов В.И. Применение гумата натрия в птицеводстве // Агрохимический вестник. 2002. № 1. С. 30-32.
6. Степченко Л.М. Участие гуминовых препаратов из торфа в управлении обменными процессами у цыплят бройлерного типа // Материалы междунар. конф. Минск, 2006. С. 143-145.
7. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю. Влияние кормового фактора на продуктивность цыплят-бройлеров // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1. С. 131-135.
8. Кормовая добавка на основе гуматов для повышения мясных качеств сельскохозяйственной птицы / В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко, Т.Л. Талызина, А.Г. Менякина, А.Н. Гулаков // Зоотехния. 2021. № 4. С. 8-12.
9. Подольников В.Е., Леонова А.Е. Химический состав и накопление тяжелых металлов в тканях и органах цыплят-бройлеров при введении в рацион кормовой добавки «Гумэл Люкс» // Вестник Ульяновской ГСХА. 2019. № 2 (46). С. 193-196.
10. Павлова О.Н., Токорев И.П. Эффективность использования кормовой добавки "Спирогумат" при выращивании цыплят-бройлеров // Изв. Самарской ГСХА. 2011. Вып. 1. С. 119-122.
11. Малова Н.М. Влияние препарата "Лигногумат калиевый КД" на развитие цыплят кросса хайсекс коричневый // Ветеринарная медицина. 2010. № 2. С. 16-19.

References

1. Buyarov V.S. *Effektivnost' sovremenny'kh tekhnologij vy'rashhivaniya cы'plyat-brojlerov* // *Agrotekhnika i e'nergoobespechenie*. 2017. T. 1, # 1 (14). S. 11-17.
2. *Vy'rashhivanie cы'plyat-brojlerov s ispol'zovaniem novy'kh kormovy'kh dobavok na osnove laktulozy'* / M.I. Slozhenkina, I.F. Gorlov, A.G. KХramczov, Z.B. Komarova, M.V. Frolova, S.S. Kurmasheva, A.V. Rudkovskaya // *Pticza i pticzeprodukty*. 2021. # 1. S. 17-20.
3. Grigor'eva E.N. *Prirodny'j stimulyator produktivnosti dlya pticy'* // *Pticzevodstvo*. 2017. # 1. S. 11-14.
4. Lavrent'ev A.YU., SHerne B.C. *Vliyanie rastitel'noj kormovoj dobavki na produktivnost' i kachestvo myasa cы'plyat-brojlerov // Sostoyanie, problemy' i perspektivy' razvitiya agrar. nauki na sovrem. e'tape. CHEboksary': CHuvash. gos. s.-kh. akad., 2020. S. 322-328.*
5. Gyul'bekov V.V., Kozlov V.I. *Primenenie gumata natriya v pticzevodstve* // *Agrokhimicheskij vestnik*. 2002. # 1. S. 30-32.
6. Stepchenko L.M. *Uchastie guminovy'kh preparatov iz torfa v upravlenii obmenny'mi processami u cы'plyat brojlerogo tipa* // *Materialy' mezhdunar. konf. Minsk, 2006. S. 143-145.*
7. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.YU. *Vliyanie kormovogo faktora na produktivnost' cы'plyat-brojlerov* // *Permskij agrarny'j vestnik*. 2018. # 1. S. 131-135.
8. *Kormovaya dobavka na osnove gumatov dlya povы'sheniya myasny'kh kachestv sel'skokhozyajstvennoj pticy'* / V.E. Podol'nikov, L.N. Gamko, T.L. Talyzina, A.G. Menyakina, A.N. Gulakov // *Zootekhnika*. 2021. # 4. S. 8-12.
9. Podol'nikov V.E., Leonova A.E. *KХimicheskij sostav i nakoplenie tyazhely'kh metallov v tkanyakh i organakh cы'plyat-brojlerov pri vvedenii v raczion kormovoj dobavki «Gume'l Lyuks»* // *Vestnik Ul'yanovskoj GSKXA*. 2019. # 2 (46). S. 193-196.
10. Pavlova O.N., Tokorev I.P. *Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoj dobavki "Spirogumat" pri vy'rashhivanii cы'plyat-brojlerov* // *Izv. Samarskoj GSKXA*. 2011. Vy'p. 1. S. 119-122.
11. Malova N.M. *Vliyanie preparata "Lignogumat kalievyy'j KD" na razvitie cы'plyat krossa kхajseks korichnevy'j* // *Veterinarnaya meditsina*. 2010. # 2. S. 16-19.

Информация об авторах

В.Е. Подольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор 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.

М.В. Подольников – кандидат биологических наук, аналитик 2-го разряда центра коллективного пользования приборным и научным оборудованием, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors

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

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

M.V. Podol'nikov – Candidate of Biological Sciences, Analyst of the 2nd category of the Center for Collective Use of Instrumentation and Scientific Equipment, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 18.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 18.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Подольников М.В.

Научная статья

УДК 636.222:636.061

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-34-38

РОСТ, МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ ПЯСТНЫХ КОСТЕЙ БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ

Владимир Васильевич Кривопушкин

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Исследованы живая масса, мясная продуктивность, гистологическая структура, прочность пястных костей на излом и сжатие у бычков абердин-ангусской породы разной интенсивности роста до 18 месяцев. Бычки 1 группы имели живую массу 550,73 кг, прирост 1127,45 г в сутки, масса туши 304,32 кг, масса внутреннего жира 5,78 кг. Выход туши 55,69 %, убойный выход 56,75 %. Критическая нагрузка, разрушившая пястную кость на излом 1230 кг, на сжатие 5820 кг. Бычки 2 группы имели живую массу 506,69 кг, прирост 981,86 г в сутки, масса туши 264,95 кг, масса внутреннего жира 5,21 кг. Выход туши 52,61 %, убойный выход 53,65%. Критическая нагрузка, разрушившая пястную кость на излом 1258 кг, на сжатие 5840 кг. Бычки 3 группы имели живую массу 465,23 кг, прирост 850,09 г в сутки, масса туши 238,88 кг, масса внутреннего жира 4,56 кг, выход туши 51,78 %, убойный выход 52,77 %. Критическая нагрузка, разрушившая кость на излом 1340 кг, на сжатие 6048 кг. Повышенная прочность пястных костей у медленно растущих бычков объясняется большей долей остеонов 98,15 %, обеспечивающих прочность кости и меньшей долей гаверсовых каналов 1,85 % от площади компакты. У интенсивно росших бычков 96,99 % площадь остеонов и 3,01 % площадь гаверсовых каналов, в которых расположены кровеносные сосуды и нервы.

Ключевые слова: бычки, живая масса, мясная продуктивность, прочность костей, гистологическое строение костей.

Для цитирования: Кривопушкин В.В. Рост, мясная продуктивность, гистологическая структура и прочность пястных костей бычков абердин-ангусской породы // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 34-38. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-34-38>.

Original article

GROWTH, MEAT PRODUCTIVITY, HISTOLOGICAL STRUCTURE AND STRENGTH OF METACARPAL BONES OF ABERDENE-ANGUS BULL-CALVES

Vladimir V. Krivopushkin

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. Live weight, meat productivity, histological structure, fracture and compression strength of metacarpal bones in Aberdeen-Angus bull-calves of different growth rates up to 18 months were studied. The bull-calves of the 1st group had live weight of 550.73 kg, gain of 1127.45 g per day, carcass weight of 304.32 kg, visceral fat mass of 5.78 kg. The carcass yield was 55.69%, the slaughter yield amounted 56.75%. The critical load that destroyed the metacarpal bone to the fracture was 1230 kg, and to the compression was 5820 kg. The bull-calves of the 2nd group had live weight of 506.69 kg, gain of 981.86 g per day, carcass weight of 264.95 kg, visceral fat mass of 5.21 kg. The carcass yield was 52.61%, the slaughter yield amounted 53.65%. The critical load that destroyed the metacarpal bone was 1258 kg to the fracture and 5840 kg to the compression. The bull-calves of the 3rd group had live weight of 465.23 kg, gain of 850.09 g per day, carcass weight of 238.88 kg, visceral fat mass of 4.56 kg, the carcass yield was 51.78%, the slaughter yield amounted 52.77%. The critical load that destroyed the metacarpal bone to the fracture was 1340 kg, and to the compression was 6048 kg. The increased strength of the metacarpal bones in the slow-growing bull-calves is explained by a greater proportion of osteons 98.15%, providing bone strength, and a smaller proportion of haversian canals 1.85% of the compacta area. The intensively growing bull-calves had 96.99% of the osteons area and 3.01% of the area of haversian canals, containing blood vessels and nerves.

Keywords: bull-calves, live weight, meat productivity, bone strength, histological structure of bones.

For citation: Krivopushkin V.V Growth, meat productivity, histological structure and strength of the metacarpal bones of Aberdene-Angus bull-calves. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 34-38 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-34-38>.

Введение. Мясное скотоводство сочетает в себе экстенсивную технологию подсосного выращивания телят от рождения до 8-месячного возраста с полуинтенсивным доращиванием до 12-месячного возраста и откормом животных до высоких убойных кондиций. По данным Левахина В.И. с соавторами: «Не все животные приспособлены к условиям промышленной технологии производства говядины» [1]. Часть животных, выбывает из технологического процесса, не достигнув высоких убойных кондиций. Это сопровождается недополученной прибылью, а при выбытии животного в молодом возрасте с невысокой мясной продуктивностью, приносит прямой убыток.

Цель наших исследований - изучение живой массы, мясной продуктивности, прочности и гистологической структуры пястных костей абердин-ангусских бычков разной интенсивности роста, для формирования рекомендаций по воспроизводству молодняка желательного типа.

Для достижения цели исследований решены следующие задачи:

1. Исследованы живая масса бычков и среднесуточные приросты живой массы;
2. Изучена мясная продуктивность бычков после завершения откорма;
3. Изучена прочность и гистологическая структура пястных костей бычков, отличавшихся

разной интенсивностью роста.

Материал и методы исследований. По принципу аналогов в возрасте 8 месяцев были отобраны 47 бычков абердин-ангусской породы, вырастили и откормили их до 18-месячного возраста в одинаковых условиях по технологии мясного скотоводства, применяемой в Брянской области. При снятии бычков с откорма, их разделили на 3 группы: 1 группа – среднесуточный прирост живой массы 1000 г. и более; 2 группа – 900 – 999 г.; 3 группа – менее 900 г. Живую массу бычков определяли взвешиванием индивидуально, за два контрольных смежных дня, с вычислением среднего значения признака в 8, 12, 15 и 18-месячном возрасте. Интенсивность роста определяли по среднесуточным приростам живой массы в конце каждого технологического периода. Все бычки содержались беспривязно в одинаковых условиях кормления. Поение организовано из четырёхшаровых поилок на 265 литров с подогревом воды до 12 °С. Мясную продуктивность учитывали по результатам контрольных убоев по 3 бычка из каждой группы по методу ВАСХНИЛ. ВИЖ. ВНИИМП [2]. Морфометрические показатели пястных костей изучены по методике В.И. Ипполитовой [3]. Механические свойства и гистологическое строение пястных костей изучено по методу Э.И. Обертаса [4]. Результаты исследований обработаны методами прикладной статистики на компьютере [5] с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение. Живая масса и её соответствие стандарту породы, являются маркером полноценности развития животных. Живая масса исследуемых бычков представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Живая масса бычков абердин-ангусской породы

Возраст бычков, мес.	Группы бычков		
	1	2	3
8 мес.	205,73±0,82	206,24±1,97	205,10±0,84
12 мес.	342,00±2,93	321,08±4,32	309,47±3,65
15 мес.	458,56±2,50	419,56±3,88	386,53±3,79
18 мес.	550,73±5,95	506,69±7,64	465,23±4,94

В возрасте 8 месяцев бычки всех групп не имели существенных различий по живой массе. В 12 месяцев живая масса бычков 1 группы на 21 кг или на 6,14 % больше, чем у бычков 2 группы, и на 32,53 кг или на 9,51 % больше живой массы бычков 3 группы. Масса бычков 2 группы была на 11,53 кг или на 3,59 % больше, чем масса бычков 3 группы. В возрасте 15 месяцев живая масса бычков 1 группы была на 39 кг или на 8,51 % больше живой массы бычков 2 группы, и на 72,03 кг или на 15,71 % больше живой массы бычков 3 группы. Масса бычков 2 группы на 33,03 кг или на 7,87 % больше, живой массы бычков 3 группы. В возрасте 18 месяцев средняя живая масса бычков 1 группы была на 44,04 кг или на 7,99 % больше живой массы бычков 2 группы, и на 85,5 кг или на 15,52 % больше живой массы бычков 3 группы. Масса бычков 2 группы на 41,46 кг или на 8,18 % больше, чем живая масса бычков 3 группы. Следовательно, по ГОСТ Р54315-211 «Крупный рогатый скот для убоя» живая масса бычков 1 группы соответствует категории супер, бычков 2 группы – категории прима, бычков 3 группы - категории экстра.

Среднесуточный прирост живой массы от 8 до 12 месяцев у бычков 1 группы был 1116,97 г, это на 176,31 г или 15,78 % больше, чем у бычков 2 группы, и на 261,47 г. или 23,41 % больше, чем у бычков

3 группы. В возрасте от 12 до 15 месяцев среднесуточный прирост живой массы бычков 1 группы был 1266,96 г, это на 195,65 г или 15,44 % больше, чем у бычков 2 группы и на 233,69 г или 33,88 % больше, чем у бычков 3 группы. В возрасте от 15 до 18 месяцев среднесуточный прирост живой массы бычков 1 группы был 1000,18 г, это на 54,78 г или 5,47 % больше, чем у бычков 2 группы и на 146,41 г или 14,61 % больше, чем у бычков 3 группы. За весь период исследований, среднесуточный прирост живой массы бычков 1 группы составил 1127,45 г, бычков 2 группы – 981,86 г, бычков 3 группы – 850,09 г.

Таблица 2 – Мясная продуктивность исследуемых бычков

Показатели	Группы животных		
	1	2	3
Средняя живая масса, кг.	550,14501,73±12,54	506,74±10,21	465,12±11,64
Предубойная масса, кг.	546,44±13,26	503,59±9,88	461,33±10,56
Масса туши, кг.	304,32±7,24	264,95±8,14	238,88±9,508
Масса внутреннего жира, кг.	5,78±0,04	5,21±0,04	4,56±0,05
Убойная масса, кг.	310,10±3,92	270,16±5,67	243,44±4,87
Выход туши, %	55,69±0,37	52,61±0,29	51,78±0,38
Выход внутреннего жира, %	1,06	1,03	0,99
Убойный выход, %	56,75	53,65	52,77

Анализ мясной продуктивности показал, что бычки 1 группы имели тушу массой 304,32 кг, это на 39,37 кг или 12,93 % больше, чем у бычков 2 группы и на 65,44 кг или на 21,50 % больше, чем у бычков 3 группы. Масса туши бычков 2 группы была на 26,07 кг или на 9,84 % больше, чем у бычков 3 группы. Эта тенденция подтверждена показателями убойного выхода, который у бычков 1 группы на 3,10 % больше, чем у бычков 2 группы и на 3,98 % больше, чем у бычков 3 группы, а у бычков 2 группы на 0,88 % больше, чем у бычков 3 группы. Интенсивнее росли бычки 1 группы оказались более выгодными производителями говядины, чем бычки 2 и 3 групп. Следовательно, желательный тип бычков абердин-ангусской породы в Брянской области с приростом по 1000 г и более в сутки, живой массой в 18 месяцев 550 кг. Эти результаты совпадают с рекомендациями профессора Е.Я. Лебедевко с соавторами [7] и других авторов исследований [6,8,9].

Механическая прочность пястных костей на излом и сжатие изучены [10] на прессе Р-10 по показателям, представленным в таблице 3.

Таблица 3 – Механические свойства пястных костей бычков

Показатели	Группы бычков		
	1	2	3
Испытание на излом			
Критическая нагрузка на кость, кг	1230±5,77	1258±22,71	1340±16,45
Удельная прочность кости, кг/см ²	122,75±7,14	126,40±16,24	136,60±18,61
Удельная прочность компакты, кг/см ²	160,57±12,28	162,94±14,55	171,24±18,09
Условный запас прочности	2,45	2,64	3,04
Испытание на сжатие			
Критическая нагрузка на кость, кг	5820±112,33	5840±60,62	6048±51,19
Удельная прочность кости, кг/см ²	580,84±12,56	595,31±14,88	630,66±17,21
Удельная прочность компакты, кг/см ²	759,79±21,55	767,41±24,42	790,59±16,23
Условный запас прочности	11,60	12,45	14,06

Испытания пястных костей на излом показали, что критическая нагрузка, разрушающая целостность кости бычков 1 группы равна 1230 кг. Это на 28 кг или на 2,28 % меньше, чем у бычков 2 группы и на 82 кг или на 6,52 % меньше, чем у бычков 3 группы. Удельная прочность пястных костей бычков 1 группы на 3,65 кг/см² или на 2,97 % меньше, чем у бычков 2 группы и на 13,90 кг/см² или на 11,28 % меньше, чем у бычков 3 группы. Причиной этого является меньшая прочность компакты пястных костей, которая у бычков 1 группы на 2,37 кг/см² или на 1,48 % меньше, чем у бычков 2 группы и на 8,30 кг/см² или на 6,65 % меньше, чем у бычков 3 группы. Следовательно, интенсивно растущие высокопродуктивные бычки менее приспособлены к условиям промышленной технологии производства говядины, чем менее продуктивные сверстники. Подобная тенденция отмечена в исследованиях других авторов [3,8].

Для более глубокого анализа разной прочности пястных костей бычков выполнены исследования микроструктуры пястных костей, по показателям представленным в таблице 4.

Таблица 4 – Гистологическая структура пястных костей бычков

Показатели	Группы бычков		
	1	2	3
Диаметр остеона, мкм	158,31±5,21	151,41±4,189	152,93±5,21
Площадь сечения остеона, мкм ²	19673,71±7,62	17996,12±12,24	18359,25±8,19
Диаметр гаверсова канала, мкм	27,48±3,18	23,64±3,24	20,82±2,76
Площадь сечения гаверсова канала, мкм ²	592,79±6,71	438,70±4,76	340,28±7,24
Отношение площади гаверсова канала к площади остеона	0,030	0,024	0,019
Количество гаверсовых каналов на 1 мм ² компактного вещества, шт/	22,17±0,12	21,31±0,34	22,89±0,16
Площадь сечения гаверсовых каналов на 1 мм ² компакты, мкм ²	7824,60±76,18	6966,41±59,27	5506,29±70,56
Процентное соотношение площади:			
- гаверсовых каналов, %	3,01	2,44	1,85
- остеонов, %	96,99	97,56	98,15

Исследованиями установлено, что у бычков 1 группы средний диаметр остеонов был на 6,90 мкм или 4,36 % больше, чем у бычков 2 группы и на 5,38 мкм или 3,40 % крупнее, чем у бычков 3 группы. Остеоны бычков 2 группы были на 1,52 мкм или 1,004 % мельче среднего диаметра остеонов у бычков 3 группы. Площадь сечения остеонов у бычков 1 группы на 1677,59 мкм² больше, чем у бычков 2 группы и на 1314,46 мкм² больше, чем у бычков 3 группы, но у бычков 2 группы этот показатель на 363,13 мкм² меньше, чем у бычков 3 группы. Следовательно, самые крупные остеоны сформированы в компакте пястных костей интенсивно растущих бычков. В центре остеона есть гаверсов канал, в котором расположены сосуды и нервы. У бычков 1 группы средний диаметр гаверсовых каналов на 3,84 мкм или на 13,97 % больше, чем у бычков 2 группы и на 6,66 мкм или 24,23 % больше, чем у бычков 3 группы, а у бычков 2 группы на 2,82 мкм или на 11,93 % больше, чем у бычков 3 группы. Следовательно, в крупном остеононе интенсивно росших бычков сформирован крупный гаверсов канал, который снижает прочность компакты кости. Эта тенденция указывает, что интенсивный рост бычков и формирование высокой мясной продуктивности сопровождается снижением прочности пястных костей и может стать фактором увеличения травматизма у высокопродуктивных животных и спровоцировать их выбраковку до завершения откорма.

Выводы. Результаты исследований позволяют сделать вывод, что интенсивно росшие бычки, отличаясь большей живой массой и мясной продуктивностью, имеют менее прочные пястные кости по сравнению с менее интенсивными аналогами. Для улучшения технологии производства говядины в Брянской области следует отбирать для воспроизводства быков, потомство которых растёт интенсивно, более 1000 граммов в сутки, а пястная кость выдерживает критическую нагрузку на излом 1340 кг, и на сжатие 6048 кг.

Список источников

1. Основы технологии мясного скотоводства: методические рекомендации / В.И. Левахин, М.М. Поберухин, А.В. Харламов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2017. С. 120-140.
2. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ. ВИЖ. ВНИИМП. Дубровицы, 1977. 54 с.
3. Ипполитова В.И. К методике исследования костей и костной ткани // Доклады ТСХА. М., 1964. Т. 100. С. 297-303.
4. Обертас Э.И. Методические рекомендации по изучению строения и прочности костей свиней. Дубровицы, 1979. 24 с.
5. Биометрия в MS EXCEL / Е.Я. Лебедько, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. СПб., 2020. 172 с.
6. Производство высококачественной говядины с использованием генофонда абердин-ангусской и герфордской пород / Е.Я. Лебедько, Л.А. Танана, В.В. Пешко и др. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 144 с.: ил.
7. Лебедько Е.Я., Пилипенко Р.В. Брянская область - регион инновационно-инвестиционного развития специализированного мясного скотоводства // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 3 (79). С. 32-38.
8. Гамко Л.Н., Шепелев С.И., Яковлева С.Е. Применение минерально-витаминных добавок при выращивании молодняка крупного рогатого скота // Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 2 (38). С. 9-14.
9. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия / Н.А. Попков и др. // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2015. 92 с.

10. Гетоков О.О., Гетоков Э.А. Изменение крепости трубчатых костей животных в зависимости от их генотипа. Текст электронный // NovaInfo. 2018. № 81. С. 31-36. URL: <https://novainfo.ru/article/14797>.

References

1. *Osnovy` tekhnologii myasnogo skotovodstva: metodicheskie rekomendaczii / V.I. Levakxin, M.M. Poberukhin, A.V. KXarlamov i dr. // ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2017. S. 120-140.*
2. *Metodicheskie rekomendaczii po izucheniyu myasnoj produktivnosti i kachestva myasa krupnogo rogatogo skota / VASKXNIL. VIZH. VNIIMP. Dubroviczy`, 1977. 54 s.*
3. *Ippolitova V.I. K metodike issledovaniya kostej i kostnoj tkani // Doklady` TSKXA. M., 1964. T. 100. S. 297-303.*
4. *Obertas E`.I. Metodicheskie rekomendaczii po izucheniyu stroeniya i prochnosti kostej svinej. Dubroviczy`, 1979. 24 s.*
5. *Biometriya v MS EXCEL / E.YA. Lebed`ko, A.M. KXokxlov, D.I. Baranovskij, O.M. Getmanecz. SPb., 2020. 172 s.*
6. *Proizvodstvo vy`sokokachestvennoj govyadiny` s ispol`zovaniem genofonda aberdin-angusskoj i gerefordskoj porod / E.YA. Lebed`ko, L.A. Tanana, V.V. Peshko i dr. 2-e izd., ster. SPb.: Lan`, 2023. 144 s.: il.*
7. *Lebed`ko E.YA., Pilipenko R.V. Bryanskaya oblast` - region innovacionno-investiczionnogo razvitiya specializirovannogo myasnogo skotovodstva // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2020. # 3 (79). S. 32-38.*
8. *Gamko L.N., SHepelev S.I., YAKovleva S.E. Primenenie mineral`no-vitaminny`kx dobavok pri vy`rashhivanii molodnyaka krupnogo rogatogo skota // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva. 2018. # 2 (38). S. 9-14.*
9. *Tekhnologiya polucheniya konkurentosposobnoj govyadiny` ot myasnogo skota v usloviyakx pojmenno zemedeliya / N.A. Popkov i dr. // RUP «Nauchno-prakticheskij czentr Naczional`noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu». ZHodino, 2015. 92 s.*
10. *Getokov O.O., Getokov E`.A. Izmenenie kreposti trubchaty`kx kostej zhivotny`kx v zavisimosti ot ikx genotipa. Tekst e`lektronnyj // NovaI`nfo. 2018. # 81. S. 31-36. URL: <https://novai`nfo.ru/arti`cle/14797>.*

Информация об авторах:

В.В. Кривопушкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, krivladv@mail.ru.

Information about the author:

V.V. Krivopushkin - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, krivladv@mail.ru.

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 10.07.2023; одобрена после рецензирования 10.07.2023, принята к публикации 24.07.2023

The article was submitted 10.07.2023; approved after reviewing 10.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Кривопушкин В.В.

Научная статья

УДК 636.22/28.087.72

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-38-42

МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННОЕ ПИТАНИЕ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Елена Александровна Лемеш, Леонид Никифорович Гамко, Андрей Николаевич Гулаков,

Валерий Егорович Подольников

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье представлены данные по скармливанию природной минеральной добавки мергеля в составе зерновой смеси, в которой находилось 50% дерти пшеничной и 50% дерти ячменной лактирующим коровам в период эксперимента. В 1 кг сухого вещества рациона содержалось 8,92 МДж обменной энергии. Фосфорно-кальциевое отношение составило 1:0,54, что свидетельствует об обеспеченности минерального питания лактирующих коров с учетом включения минеральной добавки в состав кормосмеси для дойных коров в период опыта при силосно-концентратном типе кормления. Добавка к кормосмеси для дойных коров мергеля в количестве 35 грамм в сутки на голову оказало положительное действие на увеличение суточного удоя. Так, в опытной группе удой за период опыта, которая получала кормосмесь с добавкой мергеля был больше на 5,5% в сравнении с контрольной группой. Затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг молока были меньше на 5,7% по сравнению с контролем. Количество молока в пересчете на базисную жирность в опытной группе составило на 6,0% больше.

Ключевые слова: лактирующие коровы, кормосмесь, минеральная добавка, удой, жир, белок.

Для цитирования: Лемеш Е.А., Гамко Л.Н., Гулаков А.Н., Подольников В.Е. Минерально-витаминное питание лактирующих коров // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 38-42. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-38-42>.

Original article

MINERAL AND VITAMIN NUTRITION OF LACTATING COWS

Elena A. Lemesh, Leonid N. Gamko, Andrei N. Gulakov, Valery E. Podol'nikov

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents data on feeding a natural mineral supplement of marl as a part of grain mixture containing 50% of wheat dert and 50% of barley dert to lactating cows during the experiment. 1 kg of dry matter of the diet contained 8.92 MJ of metabolic energy. The phosphorus-calcium ratio was 1:0.54, which indicates the availability of mineral nutrition of lactating cows, taking into account the inclusion of a mineral additive to the composition of feed mixture for dairy cows during the experiment with silage-concentrate type of feeding. By adding the marl in the amount of 35 grams per day per head to the feed mixture for dairy cows had a positive effect on increasing the daily milk yield. So, in the experimental group fed with the mixture with the addition of marl, the milk yield for the period of the experiment was 5.5% higher compared to the control group. The cost of energy feed units per 1 kg of milk was 5.7% less compared to the control. The amount of milk in terms of the basic fat content in the experimental group was 6.0% more.

Keywords: lactating cows, feed mixture, mineral supplement, milk yield, fat, protein.

For citation: Lemesh E.A., Gamko L.N., Gulakov A.N., Podol'nikov V.E. Mineral and vitamin nutrition of lactating cows. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 38-42 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-38-42>.

Введение. Минеральные вещества, витамины и аминокислоты необходимы животным особенно в период лактации. Основным поступлением минеральных веществ в желудочно-кишечный тракт лактирующих коров являются корма растительного происхождения. В различных зонах страны минеральный состав кормов не постоянен, в связи с этим физиологическая потребность животных в минеральных веществах не может быть обеспечена за счет кормов растительного происхождения. Для восполнения минеральных веществ в составе рационов лактирующих животных требуется включать в состав рационов кормосмесь с минерально-витаминными добавками [1].

Как известно, обменные процессы в организме животных протекают при непосредственном взаимодействии органических и минеральных соединений. Недостаток или избыток отдельных элементов в рационе лактирующих коров приводит к снижению продуктивности, плодовитости, ухудшению использования поступившей обменной энергии [2,3,4]. Без минеральных веществ невозможно получать высокие надои молока, так как они участвуют во многих биохимических превращениях. В природных минеральных добавках содержится кальций, который необходим для нормального функционирования сердечной мышцы и интенсивной деятельности других органов и тканей. Его присутствие активизирует ферментативные процессы. Кальций взаимосвязан со многими минеральными элементами и витаминами в процессах обмена.

Содержание фосфора в премиксах и природных минеральных добавках обеспечивает обмен углеводов, сокращение мускулатуры, активизирует и стимулирует использование питательных веществ корма. Железо, находящееся в составе мергеля принимает участие в окислительно-восстановительных реакциях, играющих важную роль в обмене веществ и энергии, входит в структуру молекулы гемоглобина и дыхательных ферментов и находится в организме в соединении с белками [5,6].

При недостатке в рационах лактирующих коров минеральных веществ ухудшается физиологическое состояние, а хроническая их нехватка приводит к нарушению обмена веществ, что сказывается на продуктивности и качестве продукции [7, 8, 9]. Применение природных минеральных добавок в составе зерновых кормосмесей позволяет улучшить минеральную питательность рационов и снизить затраты энергии на единицу продукции.

Целью исследований явилось - изучить влияние природной минеральной добавки в составе зерновой кормосмеси на продуктивность и эффективность использования обменной энергии лактирующих коров.

Материалы и методы исследований. Для решения поставленной цели на лактирующих коровах чёрно-пёстрой породы был проведён научно-хозяйственный опыт с включением в состав кормосмеси природной минеральной добавки мергеля.

Опыт проводился в течение 90 суток, где использовался метод сбалансированных групп [10]. Животные в сутки получали 46 кг кормосмеси в состав которой включали силос кукурузный, сено клеверо-тимофеечное, сенаж разнотравный, солому ячменную, жмых подсолнечный и зерновую кормосмесь (50% пшеница + 50% ячмень). В состав кормосмеси для лактирующих коров опытной группы добавляли минеральную добавку влажностью 9,8%, в количестве 35 г на голову в сутки. В общей

структуре химического состава минеральной добавки количество кальция составляет 25%, помимо кальция в добавке содержится железо, медь и цинк. Учёт продуктивности в период опыта вели по контрольным дойкам. Определение массовой доли жира и белка определяли на анализаторе качества молока «Клевер - 1М» в условиях лаборатории по определению качества молока.

Результаты и их обсуждение. Использование питательных веществ зависит от качественного состава кормосмеси скармливаемой лактирующим коровам.

Кормосмесь, используемая в опыте была разработана согласно рецептуре в хозяйстве, представленной в таблице 1.

Таблица 1 - Состав кормосмеси и содержание в ней основных питательных веществ для лактирующих коров

Корма, входящие в состав кормосмеси	%	Количество корма, кг	Содержится питательных веществ									
			обменной энергии, МДж	ЭЖЕ	сырого протеина, г	переваримого протеина, г	сырой клетчатки г	крахмала, г	сахара, г	Са, г	Р, г	каротин, мг
Силос кукурузный, кг	33,14	25,5	58,7	5,87	1020	357,0	1912,5	204,0	153,0	35,7	10,0	510
Сено клеверно-тимофеечное	7,45	2,0	13,2	1,32	196	106	530	22	52	15,2	5	42
Сенаж разнотравный	20,66	10,0	36,6	3,66	460	230	1570	180	230	49	13	250
Жмых подсолнечный	2,94	0,5	5,2	0,52	202,5	162	64,5	12,5	31,3	3,0	6,5	3,0
Зерновая кормосмесь	22,4	6,0	52	5,20	894	852	168	2940	90	4,2	25,8	61,2
Солома ячменная	6,49	2	11,4	1,14	98	26	661	-	4,8	6,6	1,61	8
Итого	100	46	177,1	17,7	2870,5	1733	4906	3358,5	561,1	113,7	62,1	874

Из данных таблицы следует, что в составе кормосмеси силос кукурузный занимает наиболее высокий удельный вес и составляет 33,14% от общей питательности кормосмеси, что определяет тип кормления в период опыта, это силосно-концентратный тип кормления. В рационе содержится 19,845 кг сухого вещества. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона составляла 8,92 МДж обменной энергии, переваримого протеина 87,3г, минеральная и витаминная питательность кормосмеси частично обеспечивается за счет кормовых средств и добавок. Количество минеральной добавки включенной в состав кормосмеси позволило довести содержание кальция до уровня 113,7 г, фосфора до 62,1 г, витамина Д до 3898 МЕ, витамина Е 1788,3 мг, содержание в рационе энергии, минеральных веществ и витаминов обеспечивает получение суточного удоя в пределах предусмотренных общепринятых норм. Данные о продуктивности сложившейся за период опыта представлено в таблице 3.

Таблица 2 - Продуктивность лактирующих коров в период опыта

Показатель	Группа	
	I-контрольная	II-опытная
Суточный удой от коровы, кг	20,0±0,20	21,1±0,23**
Удой за период опыта в расчете на одну голову, кг	1800	1899
% к контролю	100,0	105,5
Количество молока базисной жирности, кг	1902,8	2018,4
Массовая доля жира в молоке, %	3,70±0,08	3,72±0,04
Получено жира в молоке за период опыта, кг	66,6	70,6
Массовая доля белка в молоке, %	3,3±0,1	3,4±0,2
Получено количество белка в молоке, кг	59,4	64,6
Затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг молока	0,89	0,84

Примечание: **P≤0,01

Анализ данных полученной продуктивности показывает, что скармливание в составе кормосмеси лактирующим коровам 35 г минеральной добавки в сутки на голову способствовало увели-

чению суточного удоя на 5,5% в сравнении с контрольной группой. Затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг молока в опытной группе были меньше на 5,7% в сравнении с животными контрольной группы. Количество молока базисной жирности получено в опытной группе на 6,0% больше. Следует отметить, что содержание жира в молоке было в опытной группе на 0,02% выше, чем в контроле, что сказалось на содержании количества жира в молоке за период опыта на 4 кг больше и белка соответственно на 5,2%. Эти данные свидетельствуют о том, что поступившие питательные вещества белковой части кормосмеси более эффективно использовались для синтеза белка в молоке.

Заключение. Скармливание лактирующим коровам кормосмеси с добавкой мергеля 35 г на голову в сутки способствовало достоверному повышению суточного удоя на 5,5% и снижению затрат энергетических кормовых единиц на 1 кг молока на 5,7% в сравнении с контрольной группой.

Список источников

1. Гамко Л.Н., Семусева Н.А. Комплексная кормовая добавка в рационах дойных высокопродуктивных коров // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2 (60). С. 56-60.
2. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: монография / Р.В. Некрасов, А.В. Головин, Е.А. Махаев и др. М., 2018. 298 с.
3. Подольников В.Е., Гамко Г.Н., Менякина А.Г. Молочная продуктивность коров при повышенном уровне потребления питательных веществ и энергии // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 47-52.
4. Васильева Н.В. Влияние нетрадиционной кормовой добавки из луба бархата амурского на продуктивные качества кур-несушек в условиях Дальнего Востока: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 – кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов. Благовещенск, 2009. 135 с.
5. Белкин Б.Л. Применение хотынецких природных цеолитов в животноводстве и ветеринарии. Орел: Изд-во Орловский ГАУ, 2019. 44 с.
6. Математические модели при оценке особенностей обмена энергии в организме молочного скота / О.Е. Привало, М.Г. Чабаев, Р.В. Некрасов и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 6. С. 32-37.
7. Малявко И.В., Малявко В.А. Усвоение кальция дойными коровами в первые 100 дней лактации при их повышенном уровне кормления в предотельный период // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2021. № 2 (63). С. 145-149.
8. Николаев С.И., Фанделин Д.А., Костомахин Н.М. Влияние минерального гранулированного комплекса на молочную продуктивность и качественные показатели молока коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 7. С. 33-42.
9. Применение кормовой добавки "Мегабуст румен" в рационах кормления высокопродуктивных коров / С.И. Шепелев, С.Е. Яковлева, Е.А. Лемеш, В.А. Стрельцов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 270-276.
10. Малявко И.В., Гамко Л.Н., Малявко В.А. Современные методы и основы научных исследований в животноводстве: учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2022. 127 с.

References

1. Gamko L.N., Semuseva N.A. Kompleksnaya kormovaya dobavka v racionax dojny'kh vy'sokoproduktivny'kh korov // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. 2017. #2 (60). S. 56-60.
2. Normy potrebnostej molochnogo skota i svinej v pitatel'ny'kh veshhestvax: monografiya / R.V. Nekrasov, A.V. Golovin, E.A. Makhaev i dr. M., 2018. 298 s.
3. Podol'nikov V.E., Gamko G.N., Menyakina A.G. Molochnaya produktivnost' korov pri povыshennom urovne potrebleniya pitatel'ny'kh veshhestv i e'nergii // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2023. #1 (95). S. 47-52.
4. Vasil'eva N.V. Vliyanie netradicijonnoj kormovoj dobavki iz luba barkxata amurskogo na produktivny'e kachestva kur-nesushek v usloviyakx Dal'nego Vostoka: dis. ... kand. s.-kx. nauk: 06.02.02 – kormlenie sel'skokhozyajstvenny'kh zhivotny'kh i tekhnologiya kormov. Blagoveshhensk, 2009. 135 s.
5. Belkin B.L. Primenenie kxoty'neckikx prirodny'kh czeolitov v zhivotnovodstve i veterinarii. Orel: Izd-vo Orlovskij GAU, 2019. 44 s.
6. Matematicheskie modeli pri ocenke osobennostej obmena e'nergii v organizme molochnogo skota / O.E. Privalo, M.G. CHabaev, R.V. Nekrasov i dr. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2019. #6. S. 32-37.
7. Malyavko I.V., Malyavko V.A. Usvoenie kal'czya dojny'mi korovami v pervy'e 100 dnej laktaczii pri ikx povыshennom urovne kormleniya v predotel'ny'j period // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. 2021. #2 (63). S. 145-149.
8. Nikolaev S.I., Fandelin D.A., Kostomaxin N.M. Vliyanie mineral'nogo granulirovannogo kompleksa na molochnuyu produktivnost' i kachestvenny'e pokazateli moloка korov // Kormlenie sel'skokhozyajstvenny'kh zhivotny'kh i kormoproizvodstvo. 2021. #7. S. 33-42.
9. Primenenie kormovoj dobavki "Megabust rumen" v racionax kormleniya vy'sokoproduktivny'kh korov / S.I. SHepelev, S.E. YAkovleva, E.A. Lemesh, V.A. Strel'czov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. #2 (100). S. 270-276.
10. Malyavko I.V., Gamko L.N., Malyavko V.A. Sovremenny'e metody i osnovy nauchny'kh issledovanij v zhivotnovodstve: uchebnoe posobie dlya vuzov. SPb.: Lan', 2022. 127 s.

Информация об авторах

Е.А. Лемеш – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

А.Н. Гулаков – кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

Information about the authors

E.A. Lemesh - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor 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 Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

A. N. Gulakov - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

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

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

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

Статья поступила в редакцию 17.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 17.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Лемеш Е.А., Гамко Л.Н., Гулаков А.Н., Подольников М.В.

Научная статья

УДК 631.1.082

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-42-45

ВЛИЯНИЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ К МАТОЧНЫМ СЕМЕЙСТВАМ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОБЫЛ

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по анализу воспроизводительных качеств лошадей русской рысистой породы в условиях ООО «Конный завод «Локотской». Изучены показатели воспроизводства кобыл маточного состава: зажеребляемость, выход жеребят на 100 кобыл, благополучная выжеребка, прохолосты, количество аборт и рождения нежизнеспособного молодняка, продолжительность жеребости, сервис-периода и интервала между смежными выжеребками. Установлено, что по ряду показателей воспроизводительных качеств прослеживается зависимость принадлежности к маточным семействам. Выявлены наиболее многочисленные маточные семейства – Миргородки и Восьмерки. Наиболее высокие показатели плодовитости отмечены в маточных семействах Ласки и Новинки, в которых выход жеребят составляет 74,60 и 71,19 %% соответственно, что на 13,07 и 9,66 пп. выше средних показателей по конному заводу. От выжеребки до плодотворной случки в условиях конного завода в среднем проходит 1,5 месяца, что является нежелательным, так как данный показатель влияет на интервал между смежными выжеребками.

Ключевые слова: маточное семейство, воспроизводство, плодовитость, кобыла, русская рысистая порода.

Для цитирования: Яковлева С.Е., Шепелев С.И. Влияние принадлежности к маточным семействам на показатели воспроизводства кобыл // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 42-45. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-42-45>.

Original article

INFLUENCE OF BELONGING TO UTERINE FAMILIES ON THE INDICATORS OF MARE REPRODUCTION

Svetlana E. Yakovleva, Sergej I. Shepelev

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents the results of researches on the analysis of the reproductive of horses' qualities of the Russian trotting breed in the conditions of Lokot' Stud Farm LLC. The indicators of reproduction of mares of the uterine composition were studied: foalability, the output of foals per 100 mares, successful foaling, barren mares, the number of abortions and the birth of non-viable young animals, the duration of foaling, the service period and the interval between adjacent foals. It has been established that according to a number of indicators of reproductive qualities, the dependence of belonging to uterine families can be traced. The most numerous uterine families have been identified - Mirgorodoki and Vos'myerki. The highest prolificacy rates were noted in the uterine families of Laski and Novinki, in which the foaling was 74.60% and 71.19%, respectively, that was 13.07 and 9.66 percentage points higher than the average ones in the stud farm. On average 1.5 months pass from foaling to fruitful mating in the stud farm, but it is undesirable, since this indicator affects the interval between adjacent foals.

Keywords: brood family, reproduction, prolificacy, mare, Russian trotting breed.

For citation: Yakovleva S.E., Shepelev S.I. Influence of belonging to uterine families on the indicators of mare reproduction. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 42-45 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-42-45>.

Введение. В коневодстве большое внимание уделяется показателям воспроизводства лошадей. Высокая плодовитость является желательной при разведении всех пород, так как не только удешевляет их производство, но и позволяет более высокими темпами вести совершенствование хозяйственно-полезных качеств. Каждый год прохолостов, случаев абортос или получения мертво- и слаборожденного приплода подрывают экономические основы коннозаводства, так как выход жеребят на 100 кобыл является одним из факторов, влияющих на рентабельность отрасли [3,5,6,7,8].

Многие авторы утверждают, что больших отличий между разведением по линиям и маточными семействами нет. Но, следует отметить, что от кобылы получают намного меньше потомства, чем от жеребца-производителя, поэтому ее влияние на совершенствование породы в несколько раз меньше. Однако если ценная заводская матка дает одного или нескольких жеребцов-производителей, то ее влияние в породе значительно возрастает [1,2,9].

Целью наших исследований послужило изучить воспроизводительные качества кобыл русской рысистой породы в зависимости от принадлежности к маточным семействам.

Материалы и методы исследований. Работа по изучению воспроизводительных качеств кобыл в зависимости от принадлежности к маточным семействам проводилась в условиях ООО «Конный завод «Локотской» в период с 2015 по 2022 гг. Объектом исследований послужили 79 кобыл маточного состава русской рысистой породы, принадлежащие к маточным семействам Восьмёрки, Галактики, Миргородки, Новинки, Шалуни, давно работающим в конном заводе, и молодого семейства Ласки. Проведен анализ показателей зажеребляемости, выхода жеребят на 100 кобыл, благополучной выжеребки, частоты прохолостов, абортос и рождения нежизнеспособного приплода, продолжительность жеребости, сервис-периода, интервала между смежными выжеребками.

В работе использовались карточки племенных кобыл (форма №2-л), журнал учета пробы и случки кобыл (форма №3-л), ведомость учета выжеребки и случки (форма № 5-л), акты приплода. Материалы обработаны методом вариационной статистики. Расчеты проводились на персональном компьютере с использованием программных пакетов MS Office 2010, Statistics 6.0 for Windows.

Результаты исследований. Исследования показали, что в разрезе маточных семейств установлены различия в показателях плодовой деятельности кобыл (табл. 1).

Таблица 1 – Плодовитость кобыл в зависимости от принадлежности к маточным семействам

Маточное семейство	Количество плодовых лет, n	Зажеребело		Выход жеребят		Благополучная выжеребка,%
		n	%	n	%	
Восьмёрки	111	87	78,38	74	66,67	85,06
Галактики	43	32	74,42	28	65,12	87,50
Ласки	63	52	82,54	47	74,60	90,38
Миргородки	301	204	67,77	163	54,15	79,90
Новинки	59	50	84,75	42	71,19	84,00
Шалуни	34	29	85,29	22	64,71	75,86
В среднем	611	454	74,30	376	61,53	82,81

Наибольшее количество плодовых лет отмечено в старейших маточных семействах Локотского конного завода Миргородки и Восьмерки (301 и 111 соответственно). Отмечено уменьшение количества плодовых лет в маточных семействах Новинки, Галактики и Шалуни (59, 43 и 34 соответственно). Это говорит о том, что происходит постепенное угасание данных семейств и кобылы выводятся из маточного состава. Но в то же время наивысшие показатели зажеребляемости наблюдаются у кобыл из маточных семейств Шалуни (85,29%) и Новинки (84,75%). Самый низкий данный показатель отмечен в маточном семействе Миргородки (67,77%). В данном маточном семействе наблюдается наибольшее количество прохолостов кобыл (32,23%). Самый высокий показатель выхода жеребят установлен у кобыл, принадлежащих к маточным семействам Ласки (74,60%) и Новинки (71,19%). Наиболее высокий показатель благополучной выжеребки наблюдается в маточном семействе Ласки (90,38%). Низкий данный показатель отмечен в маточных семействах Шалуни (75,86%) и Миргородки (79,9%).

Нашими исследованиями установлено, что практически в каждом маточном семействе встречаются случаи аборт и рождения слабо- и мертворожденного приплода. Больше всего таких случаев отмечено в маточном семействе Шалуни (20,58%). Наименьший данный показатель наблюдался у кобыл из маточного семейства Ласки (7,94%). Случаи появления жеребят с уродствами отмечены у кобыл маточных семейств Восьмерки, Миргородки, Новинки и Шалуни.

Анализ показателей продолжительности жеребости, сервис-периода и интервала между двумя смежными выжеребками кобыл представлен в таблице 2. (табл.2).

Нами установлено, что наибольший показатель продолжительности жеребости наблюдался у кобыл маточного семейства Миргородки ($334,45 \pm 1,25$ дней). Наименьший данный показатель был отмечен у кобыл маточных семейств Шалуни ($324,92 \pm 4,53$ дней) и Новинки ($328,73 \pm 2,4$ дней).

Таблица 2 – Продолжительность жеребости, сервис-периода и интервала между смежными выжеребками, дней

Маточное семейство	Продолжительность					
	жеребости		сервис-периода		интервала между смежными выжеребками	
	М	m	М	m	М	m
Восьмерки	329,88	1,50	39,76	3,37	368,71	6,04
Галактики	333,65	2,44	45,18	10,87	367,63	10,22
Ласки	331,59	4,04	42,97	6,06	364,73	6,79
Миргородки	334,45	1,25	43,52	1,31	376,3	4,07
Новинки	328,73	2,4	44,78	5,83	375,14	8,32
Шалуни	324,92	4,53	46,18	8,48	376,9	9,79

Продолжительность сервис-периода у кобыл маточного состава в среднем составляет больше месяца. Это довольно высокий показатель, так как кобыла приходит в охоту после выжеребки обычно на 6-10 день с незначительными колебаниями. Доказано, что удлинение данного показателя негативно может сказаться на новой зажеребляемости, потому что следующие охоты могут пройти более скрытно из-за лактации кобыл и нахождения рядом жеребенка [4,10].

В наших исследованиях наибольшая продолжительность сервис-периода отмечена у кобыл, принадлежащих к маточным семействам Шалуни ($46,18 \pm 8,48$ дней) и Галактики ($45,18 \pm 10,87$ дней). Наименьший данный показатель отмечен у представительниц маточного семейства Восьмерки ($39,76 \pm 3,37$ дней).

Увеличение продолжительности сервис-периода и продолжительности жеребости в конечном итоге приводят к увеличению интервала между смежными выжеребками. В наших исследованиях установлено, что наибольший данный показатель наблюдается у кобыл из маточного семейства Шалуни ($376,9 \pm 9,79$ дней). Наименьший интервал между смежными выжеребками выявлен у кобыл из маточных семейств Ласки ($364,73 \pm 6,79$ дней), Галактики ($367,63 \pm 10,22$ дней) и Восьмерки ($368,71 \pm 6,04$ дней).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что на показатели воспроизводства русских рысистых кобыл достаточно большое влияние оказывает принадлежность к маточным семействам.

Необходимо стремиться сокращать продолжительность сервис-периода, так как его увеличение приводит к получению более поздних жеребят, прохолостам кобыл маточного состава и увеличению интервала между смежными выжеребками.

Список источников

1. Алексеева Е.И., Борисова А.В. Характеристика маточных семейств в советской тяжеловозной породе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 59. С. 96-104.

2. Борисова А.В Современное состояние маточных семейств в советской тяжеловозной породе // Коневодство и конный спорт. 2018. № 2. С. 15-17.
3. Воспроизводительные способности кобыл русской тяжеловозной породы, содержащихся на конеферме Воротец, расположенной в экспериментально -хозяйственной зоне Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / И.В. Яночкин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 3 (73). С. 39-43.
4. Воспроизводительные качества кобыл разных пород / Т.Б. Жалнина и др. // Коневодство и конный спорт. 2021. № 6. С. 15-17.
5. Иванова И.П., Троценко И.В. Продуктивные качества кобыл русской рысистой породы в зависимости от генотипа // Вестник КрасГАУ. 2017. № 2 (125). С. 54-60.
6. Калашников В.В., Шемарыкин А.Е., Калинин Л.В. Изучение генетических факторов, влияющих на фертильность кобыл арабской породы // Коневодство и конный спорт. 2020. № 6. С. 7-8.
7. Лебедева Л.Ф., Дубровская А.Б. Совершенствование оценки воспроизводительных качеств кобыл в племенном коневодстве // Зоотехния. 2022. № 2. С. 30-33.
8. Полковникова В.И., Бачурина Е.М. Оценка кобыл тракененской породы по экстерьерным, спортивным и воспроизводительным качествам // Пермский аграрный вестник. 2022. № 1 (37). С. 108-113.
9. Рождественская Г.А., Крешихина В.В. Взаимовлияние мужских и женских линий в орловской рысистой породе // Коневодство и конный спорт. 2016. № 3. С. 12-13.
10. Яковлева С.Е. Влияние радиационного загрязнения местности на воспроизводство русских рысистых лошадей // Аграрная наука. 2005. № 6. С. 5-6.

References

1. *Alekseeva E.I., Borisova A.V. KХarakteristika matochny`kх semejstv v sovetskoj tyazhelovoznoj porode // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. # 59. S. 96-104.*
2. *Borisova A.V. Sovremennoe sostoyanie matochny`kх semejstv v sovetskoj tyazhelovoznoj porode // Konevodstvo i konny`j sport. 2018. # 2. S. 15-17.*
3. *Vosproizvoditel`ny`e sposobnosti koby`l russkoj tyazhelovoznoj porody`, sodержashhikhsya na koneferme Vorotecz, raspolozhennoj v e`kspperimental`no -khozayjstvennoj zone Polesskogo gosudarstvennogo radiacionno-e`kologicheskogo zapovednika / I.V. YAnochkin i dr. // Vestnik Bryanskoy GSKXA. 2019. # 3 (73). S. 39-43.*
4. *Vosproizvoditel`ny`e kachestva koby`l razny`kх porod / T.B. ZHalnina i dr. // Konevodstvo i konny`j sport. 2021. # 6. S. 15-17.*
5. *Ivanova I.P., Troczenko I.V. Produktivny`e kachestva koby`l russkoj ry`sistoj porody` v zavisimosti ot genotipa // Vestnik KrasGAU. 2017. # 2 (125). S. 54-60.*
6. *Kalashnikov V.V., SHemary`kin A.E., Kalinkova L.V. Izuchenie geneticheskikх faktorov, vliyayushhikх na fertil`nost` koby`l arabskoj porody` // Konevodstvo i konny`j sport. 2020. # 6. S. 7-8.*
7. *Lebedeva L.F., Dubrovskaya A.B. Covershenstvovanie ocenki vosproizvoditel`ny`kх kachestv koby`l v plemennom konevodstve // Zootekxniya. 2022. # 2. S. 30-33.*
8. *Polkovnikova V.I., Bachurina E.M. Ocenka koby`l trakenenskoj porody` po e`kster`erny`m, sportivny`m i vosproizvoditel`ny`m kachestvam // Permskij agrarny`j vestnik. 2022. # 1 (37). S. 108-113.*
9. *Rozhdestvenskaya G.A., Kreshikxina V.V. Vzaimovliyanie muzhskikх i zhenskikх linij v orlovskoj ry`sistoj porode // Konevodstvo i konny`j sport. 2016. # 3. S. 12-13.*
10. *Yakovleva S.E. Vliyanie radiacionnogo zagryazneniya mestnosti na vosproizvodstvo russkikх ry`sisty`kх loshadej // Agrarnaya nauka. 2005. # 6. S. 5-6.*

Информация об авторах

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

С.И. Шепелев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, Брянский ГАУ, 13fev@mail.ru.

Information about the authors:

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

S.I. Shepelev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, 13fev@mail.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 11.07.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 11.07.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Яковлева С.Е., Шепелев С.

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES**

Научная статья

УДК 631.312.021.3

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-46-52

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ СОСТАВНЫХ ЛЕМЕХОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИЗИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Александр Михайлович Михальченков, Александр Александрович Гуцан,
Сергей Александрович Феськов**

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Широкая замена пахотных орудий на технические средства зарубежных производителей, безусловно, позволила повысить показатели по производительности и качеству обработки почвы. В то же время, это нарушило технологическую независимость сельскохозяйственного производства РФ. Введение санкций в аграрной сфере привело к значительному увеличению рыночной цены комплектующих корпусов импортных плугов, а также создало предпосылки к образованию дефицита. Выпускаемые же аналоги не отвечают всему комплексу требований, особенно по ресурсу. Прежде всего, это отразилось на лемехах, как наиболее нагруженных и изнашиваемых конструктивных элементах. Поэтому перед инженерными службами сельскохозяйственного сектора встала задача по увеличению долговечности подрезающих элементов импортного исполнения путем восстановления и упрочнения. Причем технология реновации лемехов должна отвечать ряду требований: простота исполнения; возможность использования утилизированных материалов; импортозамещающий характер, выражающийся в соблюдении нормативов по геометрии агротехническим, экономическим и эксплуатационным параметрам. Таким образом, цель работы – создание и подробное описание (с иллюстрацией операций) импортозамещающей технологии реновации лемехов плугов зарубежного производства. Для проведения операций технологического процесса в материалах рекомендуется использовать наиболее доступные материалы, инструмент и приспособления. В качестве материала ремонтной вставки были задействованы утилизированные листы рессор с твердостью не менее 43HRC. Сущность технологии реновации заключается в приваривании термоупрочненного компенсирующего элемента вместо изношенной области с последующим его упрочнением методом наплавочного армирования. При армировании используется электрод марки Т-590, обеспечивающий твердость наплавленного металла около 60HRC. Разработана и подробно изложена импортозамещающая технология реновации составных плужных лемехов, которая отличается простотой исполнения, универсальностью и может быть адаптирована для ремонта деталей других компаний в с.х. организациях с минимальным техническим оснащением. Кроме этого, технологический процесс предполагает использование утилизированных материалов.

Ключевые слова: составные лемеха, восстановление, упрочнение, импортозамещение, утилизированные материалы, ресурс, технология реновации.

Для цитирования: Михальченков А.М., Гуцан А.А., Феськов С.А. Импортозамещение при восстановлении составных лемехов с использованием утилизированных материалов // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 46-52. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-46-52>.

Original article

**IMPORT SUBSTITUTION WHEN RESTORING COMPOSITE PLOUGHSHARES
USING RECYCLED MATERIALS**

Aleksandr M. Mikhal'chenkov, Aleksandr A. Gutsan, Sergei A. Fes'kov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The widespread replacement of arable implements with technical means of foreign manufacturers, of course, made it possible to increase the indicators of productivity and quality of tillage. At the same time, it violated the technological independence of agricultural production in the Russian Federation. The imposition of sanctions in the agrarian sphere led to a significant increase in the market price of the housing of imported plows, and also created the prerequisites for the formation of a shortage. The analogues produced do not meet the entire range of requirements, especially for the resource. First of all, this was reflected in the ploughshares as the most loaded and worn structural elements. Therefore, the engineering services of the agricultural sector faced the task of increasing the durability of the pruning elements of imported execution by restoring and strengthening. Moreover, the technology of renovation of ploughshares must meet a number of requirements: simplicity of exe-

cution; the possibility of using recycled materials; import-substituting character, expressed in compliance with standards for geometry, agrotechnical, economic and operational parameters. Thus, the purpose of the work is to create and describe in detail (with an illustration of operations) an import–substituting technology for the renovation of plowshares of foreign production. It is recommended to use the most available materials, tools and devices to carry out the operations of the technological process in materials. Recycled spring sheets with a hardness of at least 43HRC were used as the material of the repair insert. The essence of the renovation technology consists in welding a heat-strengthened compensating element instead of a worn-out area, followed by its hardening by surfacing reinforcement. When reinforcing, a T-590 electrode is used, which provides a hardness of the deposited metal of about 60HRC. An import-substituting technology for the renovation of composite plowshares has been developed and described in detail, which is characterized by simplicity of execution, versatility and can be adapted for the repair of parts of other companies in agricultural organizations with minimal technical equipment. In addition, the technological process involves the use of recycled materials.

Keywords: composite plowshares, restoration, hardening, import substitution, recycled materials, resource, renovation technology.

For citation: *Mikhal'chenkov A.M., Gutsan A.A., Fes'kov S.A. Import substitution when restoring composite plowshares using recycled materials. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 46-52 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-46-52>.*

Введение. До введения санкций ежегодный импорт плугов в Российскую Федерацию достигал до десяти и более тысяч единиц [1]. Поддержание сложившегося огромного парка зарубежной пахотной техники в работоспособном состоянии требует соответствующих поставок быстроизнашивающихся деталей, прежде всего лемехов. С введением экономических ограничений в отношении России ввоз этих деталей сократился, что вызвало их дефицит и резкое увеличение рыночной цены [2, 3]. Соответственно, перед инженерными службами сельскохозяйственного производства РФ встала задача увеличения жизненного цикла конструктивных элементов плужных корпусов (т.е. времени от завершения производства изделия до его утилизации) за счет восстановления предельно изношенных деталей [4, 5]. Накопленный ранее опыт реставрации лемехов импортного исполнения позволяет расширить применение имеющихся технологий, адаптировав их к деталям конкретных компаний с учетом конструктивных особенностей и проведением дополнительных мероприятий по упрочнению.

В основу известного и наиболее распространенного технологического процесса положен метод «термоупрочненных компенсирующих элементов» (ТКЭ) заключающийся во вваривании ремонтной вставки вместо изношенной режущо-лезвийной области [6, 7]. При этом компенсирующий элемент изготавливается из рессорно-пружинной стали и термоупрочняется до 45-53HRC. Однако в практике, как правило, в качестве ТКЭ используют утилизированные листы рессор автомобилей марки УАЗ и ГАЗ различных модификаций [8, 9], вследствие экономической целесообразности, доступности и сравнительно высокой твердости. Между тем, отсутствие подробного изложения технологического процесса с демонстрационным, поясняющим материалом затрудняет его широкое распространение т.к. ранее опубликованные сведения носят описательный характер.

Предлагаемая вниманию заинтересованных лиц информация, своевременна и необходима в силу сложившейся экономической ситуации. Более того, авторы, глубоко уверены, что как можно быстрее следует возобновить, а в последующем совершенствовать и развивать ремонтную базу инженерного сегмента сельского хозяйства России.

Цель исследований. Разработать и описать (с поясняющими, иллюстрационными материалами) импортозамещающую технологию восстановления с последующим упрочнением составных лемехов плугов зарубежного производства.

Материалы. Инструмент. Оборудование. Приспособления. Методика. Материалы: для проведения операций восстановления и упрочнения использовались составные плужные лемеха, компании «KUNH GROUP», утратившее работоспособное состояние. Основанием для выбора лемехов этого производителя стало их широкое распространение в сельском хозяйстве России, схожесть конструктивного исполнения, а также идентичность по дефектам и ресурсу с изделиями других фирм. Сварка осуществлялась электродами МР-3 стальной стержень, которых содержит 0,08 – 0,1% углерода, что гарантирует сравнительно невысокие значения остаточных напряжений и уменьшает вероятность образования закалочных структур, горячих и холодных трещин в сварном соединении. В качестве наплавочных материалов применялись электроды Т-590, обеспечивающие твердость наплавленного металла – 58-62HRC и присутствие в нем карбидов и карбоборидов. В соответствии с рекомендациями [10] установлен следующий режим наплавки: диаметр электрода (d_3) – 4 мм; сила сварочного тока ($I_{св}$) 200 А. Ремонтные вставки изготавливались из выбракованных листов рессор твердостью не менее 43HRC, имеющих ширину 65 и 75 мм при толщине 10 мм. Выбор такой ширины диктуется шириной истертой области в районе пятки.

Инструмент: чашеобразная витая щётка ГОСТ 9389-75; УШМ-П125-1200 фирмы «ЗУБР»; круг отрезной абразивный по металлу ГОСТ Р 57978-2017; щётка металлическая ручная ГОСТ 10112-2001; УШМ-230-2100 ПМЗ фирмы «ЗУБР»; штангенциркуль ШЦ-2-250 0.1; молоток сварщика START HA625-350.

Оборудование: источник питания сварочным током NEON ВД-317; стол сварочно-сборочный монтажный ССМД-01-02.

Приспособления: тиски 7200-0209 по ГОСТ 16518-96, или струбины цеховые.

Возможно использование другого оборудования, инструмента, приспособлений и материалов.

В основу методики разработки технологического процесса положены следующие показатели: минимальные экономические издержки; невысокая технологическая сложность операций; возможность выполнения элементов технологии низкоквалифицированным персоналом при простоте и доступности материалов, инструмента, приспособлений и оборудования.

Апробация технологии проводилась на полях ряда хозяйств Брянской области при вспашке легкосуглинистых и супесчаных почв.

Результаты исследований. Ниже по тексту излагается технологический процесс, адаптированный к условиям небольшого фермерского хозяйства, техническая база которого, располагает минимальным количеством оборудования и приспособлений.

Технология заключается в восстановлении с последующим упрочнением.

Лемех восстанавливается путем приваривания к изношенной части остова термоупрочненной ремонтной вставки, копирующей форму истертой области.

Реновация остова состоит из четырех этапов: первый – подготовка лемеха; второй – подготовка ремонтной вставки; третий – восстановление; четвертый – упрочнение. Схема технологического процесса в общем виде представлена на рисунке 1.

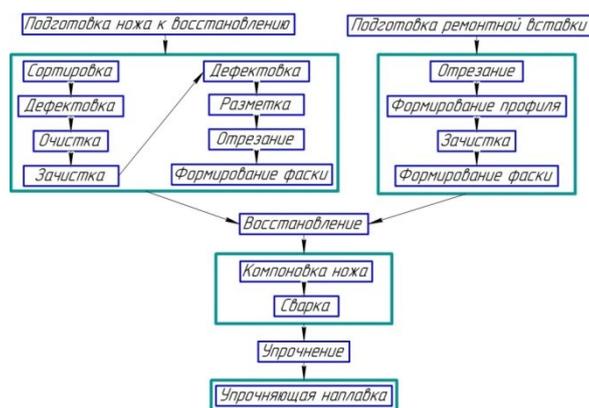


Рисунок 1 – Схема технологического процесса восстановления остова составного лемеха

Первый этап – подготовка остова к восстановлению. Из общего числа поступивших на восстановление лемехов отбираются детали определенного производителя, в данном случае, изготовленные компанией «KUNH GROUP» (рис.2).



Рисунок 2 – Поступившие на восстановление лемеха

Путем визуального осмотра выявляются дефекты (трещины значительных размеров, коробления, предельные износы по толщине, ширине и длине) не позволяющие проводить восстановительные операции (рис. 3).

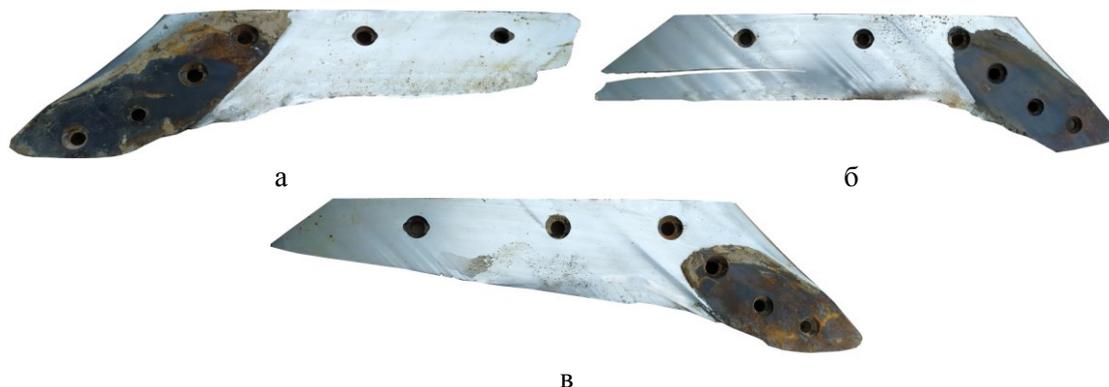


Рисунок 3 – Выбракованные лемеха (а – излом пятки; б – трещина по длине; в – предельный износ по ширине в области пятки)

После этого производится удаление грубых загрязнений (налипшая почва, остатки сорняков) (рис. 4). Оно выполняется вручную с использованием металлической щётки ГОСТ 10112-2001. Возможно удаление подобных загрязнений механическим путем, однако это приводит к быстрому истиранию щеток, пылеобразованию, отрицательно сказывающемуся на безопасности исполнителей и быстрому выходу из строя средств механизации.



Рисунок 4 – Лемех после удаления грубых загрязнений (а и б – лицевая и тыльная стороны соответственно)

Ржавчина и иные незначительные загрязнения устраняются с поверхности (рабочей и тыльной) с применением средств механизации. Например, при помощи угловой шлифовальной машины - УШМ-П125-1200 фирмы «ЗУБР», оснащенной чашеобразной щёткой (кордщеткой) из витой стальной пружинной проволоки диаметром 0,5 мм по ГОСТ 9389-75. (рисунок 5).



Рисунок 5 – Лемеха, подготовленные к восстановлению

Затем, выполняется измерение остаточной ширины лемеха в области пятки для определения ремонтной группы. На основании работы [11] приняты две группы деталей с остаточными размерами 85 мм и 75 мм (на рисунке 6 показано через точку с запятой). Одновременно осуществляется разметка для отрезания изношенной области режуще-лезвийной части (рис. 6).

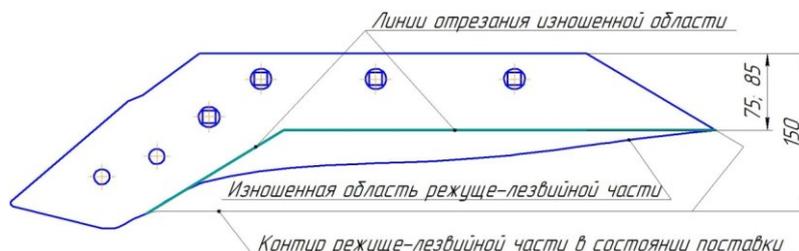


Рисунок 6– Схема проведения контрольных измерений и разметки

С помощью мерительного инструмента (например, штангенциркуля ШЦ-2-250 0.1), контролируются остаточные размеры, проводится разметка.

Удаление изношенной области режуще-лезвийной части производится её вырезанием в соответствии с разметкой при учете ремонтных групп (рис. 7). Применяемый инструмент для проведения операции описан в разделе «Материалы. Инструмент. Оборудование. Приспособление. Методика».



а б
Рисунок 7 – Лемех с удаленной изношенной частью
(а – лицевая сторона, б – тыльная сторона)

Второй этап – подготовка ремонтной вставки. Изготовление ремонтной вставки, как уже отмечалось, производится путем ее вырезания из утилизированных рессорных листов шириной 65 мм и 75 мм (в зависимости от ремонтной группы детали), и толщиной 10 мм. Форма и геометрические параметры вставки определяются формой и геометрией вырезанной области (рис.8). После вырезания следует очистить участки под сварку. При изготовлении используется тот же инструмент и материалы, как и в случае подготовки лемеха к восстановлению.



Рисунок 8 – Подготовленная ремонтная вставка

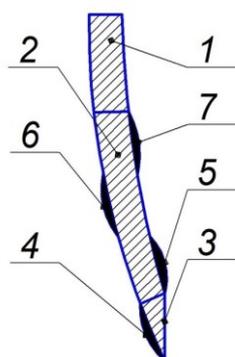
Третий этап – восстановление. Приваривание термоупрочненной ремонтной вставки к подготовленному для восстановления лемеху (рис. 9) осуществляется с двух сторон после сборки остова и вставки с помощью струбцины или другого приспособления, во избежание коробления восстановленной детали. При использовании утилизированных листов рессор сварка производится короткими участками, начиная от середины детали с остыванием каждого нанесенного участка для компенсации остаточных напряжений.



а б
Рисунок 9 - Лемех с сваренной вставкой (а и б – лицевая и тыльная стороны соответственно)

В качестве оборудования и материалов использовались: сварочно-сборочный монтажный стол ССМД-01-02; источник питания сварочного тока (NEON ВД-317, с номинальной силой сварочного тока 300А) (параметры режима сварки - диаметр электрода 4мм; сила сварочного тока – 150А); марка электрода МР-3.

Четвертый этап – упрочнение. Упрочнение предусматривает проведение следующих операций - на тыльной и наружной сторонах восстановленного лемеха поочередно начиная с лезвийной области по всей длине и охватывая всю ширину истираемой в процессе эксплуатации части остова (как правило, это режуще-лезвийная часть), наплавляются валики, имеющие общее сечение соприкосновения (рис. 10) [10]. Они имеют следующие геометрические параметры: ширину 15 мм; высоту 2 мм, и располагаются с шагом 15 мм на каждой отдельной стороне в шахматном порядке (рис. 11).



1 – остов лемеха; 2 – сваренная вставка; 3 – лезвие; 4, 6 и 5, 7– наплавленные валики на тыльной и рабочей сторонах

Рисунок 10 – Схема проведения упрочняющей наплавки



Рисунок 11 – Восстановленный лемех с упрочняющим наплавочным армированием (а и б – лицевая и тыльная стороны, соответственно)

Наплавка валиков должна проводиться электродным материалом, обеспечивающим твердость сформированного металла 60 - 62HRC с наличием твердых включений (карбидов, карбоборидов и др.). Как правило, применяется электрод Т-590. Наваривание валиков производится с использованием сварочного выпрямителя NEON ВД-317. В этом случае твердость сформированного металла составляет не менее 60HRC. Параметры режима наплавки определялись техническим условиям на электроды.

Многолетний опыт использования восстановления остовов составных лемехов по такой технологии позволил установить, что их ресурс при эксплуатации на супесчаных почвах составляет около 140% в сравнении с деталями заводского исполнения.

Описанная технология может быть использована применительно к лемехам других фирм с незначительными корректировками.

Выводы. 1. Разработана схема импортозамещающего технологического процесса реновации составных плужных лемехов, включающая все этапы восстановления и упрочнения их остовов. Для выполнения операций подобраны: материалы, инструменты, оборудование, приспособления.

2. Описана последовательность технологии восстановления и упрочнения остовов (на примере компании «KUNH GROUP») с подробным изложением операций, которые проиллюстрированы демонстрационным материалом.

3. Технология восстановления отличается простотой исполнения, универсальностью и может быть адаптирована для ремонта лемехов других компаний в с.-х. организациях с минимальным техническим оснащением и использованием утилизированных материалов.

Список источников

1. <https://tebiz.ru/mi/rynok-plugov-v-rossii> (дата обращения 12.04.2023).
2. <https://lessnab.com/> (дата обращения 12.04.2023).
3. Determination of thermophysical characteristics of reinforcing cermet coatings / N.V. Titov, A.V. Kolomeichenko, R.Y. Soloviev, P.V. Chumakov // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2021. Т. 62, № 2. С. 212-215.
4. Михальченков А.М., Гуцан А.А., Козарез И.В. Износостойкость и ресурс восстановленных и упрочненных двухсторонним наплавочным армированием составных лемехов // *Вестник Брянской ГСХА*. 2022. № 4 (92). С. 65-70.
5. Технологические варианты наплавки, при устранении лучевидного износа остовов составных лемехов и совершенствование методики полевых испытаний / А.А. Тюрева, Н.А. Бардадын, Ю.И. Филин, Д.Ю. Обыденников // *Труды инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ*. 2021. № 1. С. 100-109.
6. Повышение ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию долот лемехов наплавкой электродами с борсодержащей обмазкой / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.М. Михальченков, С.А. Феськов, А.А. Тюрева // *Сварочное производство*. 2019. № 7. С. 28-31.
7. Соловьев С.А., Шахов В.А., Аристанов М.Г. Технология восстановления лемеха плуга фирмы Lemken // *Труды ГОСНИТИ*. 2013. Т. 113. С. 245-248.
8. Рыков С.П., Тарасюк В.Н., Коваль В.С. Автомобильная рессора с повышенными упругодемпфирующими свойствами // *Механика XXI века*. 2015. № 14. С. 209-213.
9. ГОСТ 14959–2016. Металлопродукция из рессорно-пружинной нелегированной и легированной стали. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. С. 34.
10. Остов составного плужного лемеха: пат. 205792 Рос. Федерация: А01В 15/04 / Михальченков А.М., Гуцан А.А.; заявитель и патентообладатель Брянский государственный аграрный университет. - № 2020139819; заявл. 02.12.2020; опубл. 11.08.2021, Бюл. № 23.
11. Определение размеров ремонтных вставок при восстановлении импортных лемехов компании "КУН" / А.М. Михальченков, А.В. Дьяченко, М.А. Михальченкова, А.А. Гуцан // *Наука в центральной России*. 2021. № 4 (52). С. 90-96.

References

1. <https://tebi`z.ru/mi`r/ynok-plugov-v-rossii> (data obrashheniya 12.04.2023).
2. <https://lessnab.com/> (data obrashheniya 12.04.2023).
3. *Determi`nati`on of thermophysi`cal characteri`sti`cs of rei`nforci`ng cermet`coati`ngs* / N.V. Ti`tov, A.V. Ko`lomei`chenko, R.Y. Solovi`ev, P.V. Chumakov // *Refractori`es and I`ndustri`al Cerami`cs*. 2021. Т. 62, # 2. S. 212-215.
4. *Mikhal`chenkov A.M., Guczan A.A., Kozarez I.V. Iznosostojkost` i resurs vosstanovlenny`kh i uprochnenny`kh*

dvukhsstoronnim naplavochny`m armirovaniem sostavny`kh lemexxov // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2022. # 4 (92). S. 65-70.

5. *Tekhnologicheskie varianty` naplavki, pri ustranении luchevidnogo iznosa ostovov sostavny`kh lemexxov i sovershenstvovanie metodiki polevy`kh ispy`tanij / A.A. Tyureva, N.A. Bardady`n, YU.I. Filin, D.YU. Oby`dennikov // Trudy` inzhenerno-tekhnologicheskogo fakul`teta Bryanskogo GAU. 2021. # 1. S. 100-109.*

6. *Povy`shenie resursa i stojkosti k abrazivnomu iznashivaniyu dolot lemexxov naplavkoj e`lektrodami s borsoderzhashhej obmazkoj / V.F. Aulov, V.P. Lyalyakin, A.M. Mikxal`chenkov, S.A. Fes`kov, A.A. Tyureva // Svarochnoe proizvodstvo. 2019. # 7. S. 28-31.*

7. *Solov`ev S.A., SHakxov V.A., Aristanov M.G. Tekhnologiya vosstanovleniya lemexxa pluga firmy` Lemken // Trudy` GOSNITI. 2013. T. 113. S. 245-248.*

8. *Ry`kov S.P., Tarasyuk V.N., Koval` V.S. Avtomobil`naya reshora s povy`shenny`mi uprugodemfiruyushhimi svojstvami // Mekhaniki XXI`veku. 2015. # 14. S. 209-213.*

9. *GOST 14959–2016. Metalloprodukcziya iz resornno-pruzhinnoj nelegirovannoj i legirovannoj stali. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2017. S. 34.*

10. *Ostov sostavnogo pluzhnogo lemexxa: pat. 205792 Ros. Federacziya: A01B 15/04 / Mikxal`chenkov A.M., Guczan A.A.; zayavitel` i patentoobladatel` Bryanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. - # 2020139819; zayavl. 02.12.2020; opubl. 11.08.2021, Byul. # 23.*

11. *Opreделение razmerov remontny`kh vstavok pri vosstanovlenii importny`kh lemexxov kompanii "KUN" / A.M. Mikxal`chenkov, A.V. D`yachenko, M.A. Mikxal`chenkova, A.A. Guczan // Nauka v czentral`noj Rossii. 2021. # 4 (52). S. 90-96.*

Информация об авторах:

А.М. Михальченко – доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, mihalchenkov.alexandr@yandex.ru

А.А. Гуцан – аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

Information about the authors:

A.M. Mikhal`chenkov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University mihalchenkov.alexandr@yandex.ru

A.A. Gutsan - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University.

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 17.04.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 17.04.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Михальченко А.М., Гуцан А.А., Феськов С.А.

Научная статья

УДК 631.333

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-52-57

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЧВОЙ ИНЪЕКЦИОННОГО ИГОЛЬЧАТОГО БАРАБАНА

Виктор Николаевич Ожерельев, Дмитрий Сергеевич Медведев
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено влияние кинематики движения разных точек инъекционной иглы на процесс формирования в почве полости для приема инъекции жидкого удобрения. Для этой цели разработана экспериментальная установка, включающая колесо диаметром 380 мм с 12 иглами. Длина игл варьировалась в пределах от 60 до 80 мм. Испытания проводили на трех типах агрофона: зябь, культивация и посеы тритикале. Установку прокатывали посредством динамометра на длине 10 метров и фиксировали сопротивление перекачиванию и фактическое число оборотов. Каждый опыт был выполнен в трехкратной повторности. В результате установлено, что обод инъекционного колеса проскальзывает по поверхности почвы, вследствие чего система совершает поворот относительно мгновенного центра вращения, локализованного на длине l иглы. Величина коэффициента проскальзывания ϵ находится в линейной зависимости, в основном, от длины игл и варьируется в

пределах от 16,1 до 24,5%. Что касается влияния агрофона, то наибольшее проскальзывание было характерно для посевов тритикале. В варианте с экстремальным уровнем проскальзывания обода колеса рассчитана величина кинематического коэффициента $\lambda = 1,076$ для наружного конца иглы. При этом радиус мгновенного вращения для оси колеса составил 251 мм при его радиусе по концам игл, равном 270 мм. Наружный конец иглы описывает траекторию в виде удлиненной циклоиды или трохоиды и формирует в почве в зоне ее петли вертикальную полость с шириной в продольном направлении равной порядка 10 мм плюс толщина иглы. Часть иглы, расположенная выше мгновенного центра вращения, перемещается по укороченной циклоиде и формирует в почве в продольно-вертикальном сечении воронкообразную полость. Суммарный объем полости должен соответствовать объему единичной инъекции жидкого удобрения.

Ключевые слова: почва, жидкие удобрения, внутрпочвенная инъекция, игольчатый барабан, траектория движения иглы.

Для цитирования: Ожерельев В.Н., Медведев Д.С. Особенности взаимодействия с почвой инъекционного игольчатого барабана // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 52-57. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-52-57>.

Original article

PECULIARITIES OF INTERACTION WITH SOIL OF THE INJECTION NEEDLE DRUM

Viktor N. Ozherel'ev, Dmitriy.S. Medvedev

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The article considers the influence of the kinematics movement of different points of the injection needle on the process of formation in the soil cavity for receiving liquid fertilizer injection. For this purpose, an experimental setup has been developed, including a wheel with a diameter of 380 mm with 12 needles. The tests were carried out on three types of agricultural background: ploughland, cultivation and for triticale crops. The unit was rolled by means of a dynamometer over a length of 10 meters and the rolling resistance and the actual number of revolutions were recorded. Each experiment was performed in three repetitions. As a result, it was found that the rim of the injection wheel slips over the soil surface, whereby the system rotates relative to the instantaneous center of rotation localized over the length l of the needle. The value of the slippage coefficient ε is linearly dependent mainly on the length of the needles and varies from 16.1 to 24.5%. As for the influence of the agricultural background, the greatest slippage was typical for triticale crops. In the variant with an extreme level of slippage of the wheel rim, the value of the kinematic coefficient $\lambda = 1.076$ for the outer end of the needle was calculated. In this case, the radius of instantaneous rotation for the wheel axle was 251 mm with its radius at the ends of the needles equal to 270 mm. The outer end of the needle describes a trajectory in the form of an elongated cycloid or trochoid and forms a vertical cavity in the soil in the zone of its loop with a width in the longitudinal direction equal to about 10 mm plus the thickness of the needle. The parts of the needle located above the instantaneous center of rotation move along shortened cycloids and form a funnel-shaped cavity in the soil in a longitudinal-vertical section. The total volume of the cavity should correspond to the volume of a single injection of liquid fertilizer.

Keywords: soil, liquid fertilizers, intra soil injection, needle drum, trajectory of the needle movement.

For citation: Ozherel'ev V.N., Medvedev D.S. Peculiarities of interaction with soil of the injection needle drum. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 52-57 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-52-57>.

Введение. В условиях средней полосы России, как правило, важнейшим лимитирующим фактором урожайности зерна является обеспеченность культурных растений элементами питания. Более того, для получения высококачественной продукции требуется дробное внесение минеральных удобрений, то есть многократная подкормка посевов в период вегетации [1]. В связи с этим актуальной проблемой становится повышение эффективности использования удобрений, цена которых имеет устойчивую тенденцию к росту.

Одним из перспективных направлений увеличения эффективности использования минеральных удобрений является их непосредственный впрыск (инъекция) в почву в жидком виде [2,3]. В этом случае питательные вещества наиболее быстро и полно усваиваются корневой системой растений. Рост эффективности использования удобрений при их внутрпочвенной инъекции достигает 20%. Такой резерв повышения эффективности зернового производства не оставлен без внимания производителями сельскохозяйственной техники, в связи с чем появился новый класс машин – почвенные инъекторы или ликвилайзеры [4-7].

Следует отметить, что в связи с относительной новизной указанного класса машин их кон-

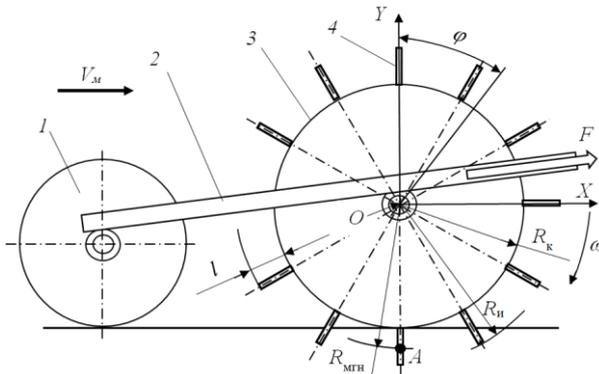
струкция до конца не оптимизирована. Об этом свидетельствует, в частности, тот факт, что ученые инженерно-технологического института Брянского ГАУ предложили свой вариант конструкции, который защищен патентом на полезную модель [8].

Несмотря на относительно широкое практическое применение почвенных ликвилайзеров процесс их взаимодействия с почвой в корнеобитаемом слое изучен пока недостаточно. В частности, это касается элементов проскальзывания игл и колес и образования в указанном слое инъекционных полостей. Для получения дополнительной информации, которая может быть востребована при дальнейшем совершенствовании конструкции, был спланирован и проведен эксперимент, в котором оценивали взаимодействие игл инъекционного колеса с почвой на агрофонах различного типа.

Материал и метод. Экспериментальная установка (рис. 1) включает рамку 2, опирающуюся на колеса опорные 1. На рамке 2 с возможностью свободного вращения вокруг горизонтальной оси смонтировано инъекционное колесо 3, представляющее собой цилиндрический обод диаметром 380 мм, снабженный двенадцатью иглами 4 диаметром 10 мм. При этом каждая игла снабжена резьбой, которая позволяет изменять ее длину l бесступенчато в пределах от 60 до 80 мм.

Опыт проводили весной 2023 года в крестьянском (фермерском) хозяйстве Медведева (Климовский район Брянской области) на трех типах агрофона: по всходам тритикале, по зяблевой вспашке и по культивации. Твердость почвы измеряли твердомером Ревякина. По вариантам опыта она отличалась незначительно, находясь в пределах порядка 50 кПа. Для длины игл были установлены три уровня варьирования – 60, 70 и 80 мм. Каждый вариант опыта был выполнен в трехкратной повторности.

Эксперимент осуществлялся следующим образом. Отмеряли учетную делянку длиной 10 метров, по которой вручную протягивали экспериментальную установку с помощью электронного динамометра. При этом фиксировали усилие F и число оборотов n инъекционного колеса 3, иглы 4 которого заглублялись в почву под собственным весом колеса, до его касания ободом поверхности поля. Полученные результаты были обработаны в программе *Excel*. В частности, были определены коэффициенты проскальзывания ε обода колеса 3 по поверхности поля, поскольку мгновенный центр вращения системы оказывался в точке A , расположенной в пределах длины l иглы 4.



- 1 - колесо опорное;
- 2 - рамка;
- 3 - колесо инъекционное;
- 4 - игла

Рисунок 1 - Экспериментальное инъекционное колесо:

Результаты исследования и их обсуждение. Коэффициент проскальзывания обода колеса 3 определяли по формуле

$$\varepsilon = \frac{n_0 - n_i}{n_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $n_0 = 8,38$ оборотов – число оборотов обода инъекционного колеса на длине в 10 метров при движении без проскальзывания;

n_i - фактическое число оборотов инъекционного колеса.

Кроме того, были рассчитаны радиусы вращения оси колеса $R_{\text{мгн}}$ относительно мгновенного центра (точки A)

$$R_{\text{мгн}} = \frac{L}{2 \cdot \pi \cdot n_i} \quad (2)$$

где $L = 10$ м – длина зачетного участка.

Результаты испытания и расчетов по формулам (1 и 2) приведены в таблице.

Таблица 1 – результаты испытания инъекционного колеса

Радиус по концам игл $R_{и}$ /длина игл l , м	Параметры процесса	Тип агрофона		
		тритикале	зябрь	культивация
0,25/0,06	n_i оборотов	6,80	7,03	6,95
	ε , %	18,9	16,1	17,6
	$R_{мгн}$, м	0,234	0,227	0,229
0,26/0,07	n_i оборотов	6,55	6,85	6,72
	ε , %	21,8	18,3	19,8
	$R_{мгн}$, м	0,243	0,233	0,237
0,27/0,08	n_i оборотов	6,33	6,49	6,48
	ε , %	24,5	22,6	22,7
	$R_{мгн}$, м	0,251	0,245	0,246

Графическая интерпретация результатов опытов приведена на рисунке 2.

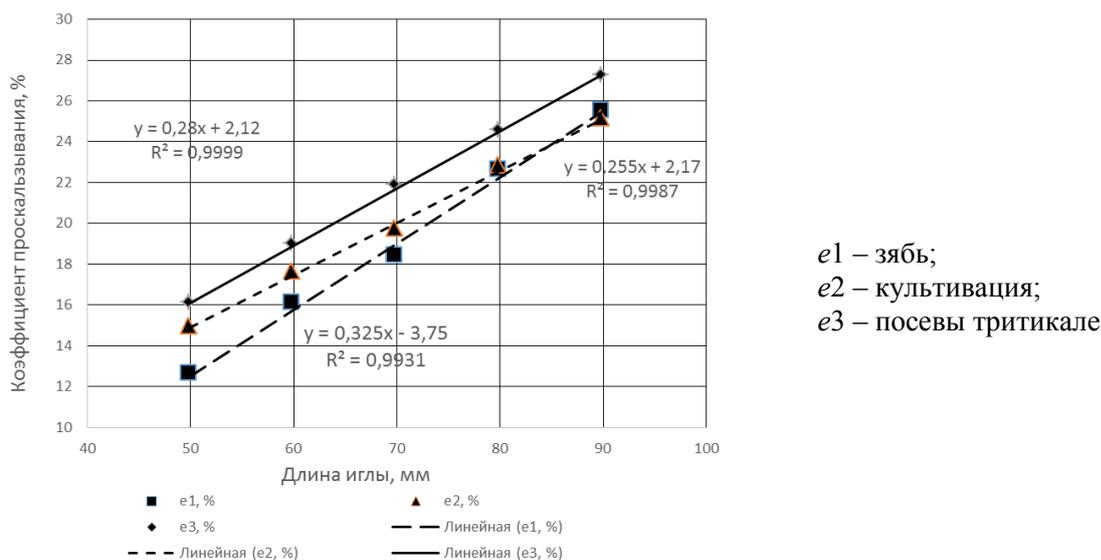


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента проскальзывания ε обода инъекционного колеса от длины игл l и типа агрофона:

Приведенные на рисунке 2 графики свидетельствуют о том, что имеет место линейная зависимость величины коэффициента проскальзывания ε от длины игл l . При этом максимальной величины указанный параметр достигал при работе на посевах тритикале.

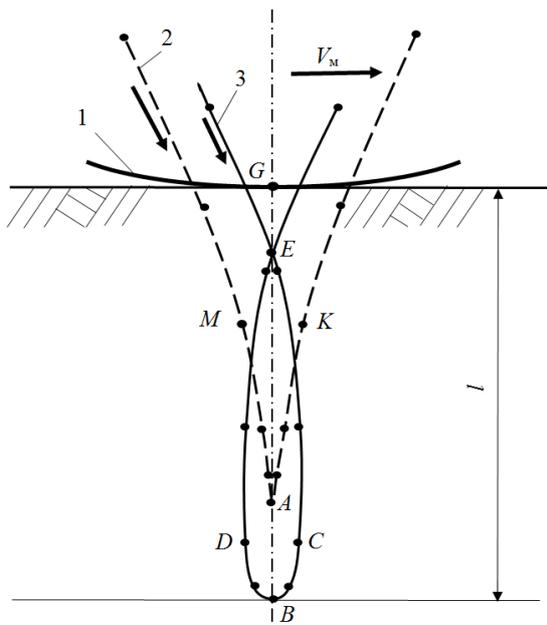
Для более глубокого исследования процесса целесообразно рассмотреть кинематику отдельных (характерных) точек инъекционной иглы при прокатывании колеса по поверхности почвы. Кинематический анализ был выполнен для варианта инъекционного колеса с длиной игл 80 мм, при его прокатывании по посевам тритикале (рис. 3). В этом варианте опыта коэффициент проскальзывания достигал 24,5%, а радиус мгновенного вращения (расстояние от оси колеса O до точки A на рисунке 1) был равен 251 мм. То есть, наружный конец иглы (точка B) при ее вертикальном положении находится на 19 мм ниже мгновенного центра вращения A (рис. 3). При этом траектория движения различных точек инъекционной иглы в системе координат XOY (рис.1) описывается следующей системой уравнений

$$\begin{cases} x = R \left(\sin \varphi + \frac{\varphi}{\lambda} \right) \\ y = R \cos \varphi \end{cases} \quad (3)$$

где R – расстояние от оси колеса (точки O) до соответствующей (анализируемой) точки инъекционной иглы, м;

φ – угол поворота колеса от вертикальной оси Y (рис. 1);

λ – кинематический коэффициент.



- 1 – обод колеса;
 2 – траектория центра мгновенного вращения;
 3 – траектория наружного конца иглы

Рисунок 3 – Фрагменты траектории движения характерных точек инъекционной иглы в почвенном слое

Очевидно, что в рамках полученных экспериментальных данных основание иглы (точка G на рисунке 3), принадлежащая одновременно и ободу 1 инъекционного колеса, при контакте с поверхностью почвы проскальзывает по ней, формируя траекторию движения в виде укороченной циклоиды (на схеме не показана). Точка A , являющаяся при вертикальном положении иглы центром мгновенного вращения системы, формирует циклоиду 2, у которой $\lambda = 1$. В зоне контакта с почвой, изображенного на рисунке 3, точка A иглы формирует остроконечную полость MAK , сориентированную острым концом вниз и расширяющуюся в сторону обода 1 колеса. Наружный конец иглы (точка B) перемещается по удлинненной циклоиде (трохоиде) 3 при $\lambda = 1,076$, образуя в зоне контакта с почвой петлю $EDBC$. При этом игла формирует в почве вертикальную полость с максимальной шириной, равной расстоянию между точками C и D , плюс ее толщину.

Заключение. 1. Суммарным воздействием точек поверхности инъекционной иглы в почве формируется полость с поперечным размером близким к ее толщине и воронкообразной формой в продольном сечении. При этом в нижней части полость имеет тенденцию к незначительному расширению до 10 мм (плюс толщина иглы). В идеале, ее объем должен соответствовать объему единичной инъекции жидкого удобрения.

2. Зона расширения нижней части полости совпадает с глубиной залегания корневой системы злаковых культур, поэтому целесообразно оценить влияние указанного процесса на сохранность их корней.

3. Поскольку полость формируется в продольно вертикальной плоскости давлением поверхности иглы не только вниз, но и назад, целесообразно осуществлять прочностной расчет инъекционных игл путем сочетания продольного и поперечного изгиба.

4. Выход жидкости целесообразно ориентировать не вниз, а по направлению образующейся полости, то есть с отклонением ее факела вперед по ходу машины.

5. Инъекцию целесообразно начинать в момент достижения иглой в почве вертикального положения.

Список источников

1. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от удобрений и норм высева семян / В.Е. Ториков, А.П. Прудников, О.В. Мельникова, В.И. Каничев, В.П. Парачев // Зерновое хозяйство. 2003. № 8. С. 25.
2. Машины и оборудование для жидких комплексных удобрений / Е.Н. Баландин, О.К. Клюев, Г.В. Романов и др. М.: Агропромиздат, 1985. 87 с.
3. Гараев Р.Р., Мударисов С.Г. Разработка устройства для внесения жидких комплексных удобрений в почву // Вестник Башкирского ГАУ. 2013. № 4 (28). С. 83.
4. Милюткин В.А., Буксман В.Э., Канаев М.А. Высокоэффективная техника для энерго-, влаго-, ресурсосберегающих мировых технологий Mini-Till, No-Till в системе точного земледелия России: монография. Кнелль: РИО Самарской ГСХА, 2018. 182 с.
5. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. С. 122-127.

6. Беляев В.И., Прокопчук Р.Е. Дистанционный мониторинг работы агрегата для внутрисочвенного внесения жидких минеральных удобрений в Алтайском крае // Вестник Алтайского ГАУ. 2022. № 8 (214). С. 115-119.

7. Прокопчук Р.Е., Беляев В.И. Энергооценка машинно-тракторных агрегатов для внутрисочвенного внесения жидких минеральных удобрений // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 3 (55). С. 71-75.

8. Инъекционное колесо для почвенного иньектора: пат. 215895 Рос. Федерация / Кузьменко И.В., Медведев Д.С.; заявка № 2022115764; заявл. 09.06.22; опубл. 09.01.23, Бюл. № 1. 3 с.

References

1. Urozhajnost` i kachestvo zerna yarovoj psheniczy` v zavisimosti ot udobrenij i norm vy`seva semyan / V.E. Torikov, A.P. Prudnikov, O.V. Mel`nikova, V.I. Kanichev, V.P. Parachev // Zernovoe kkozyajstvo. 2003. # 8. S. 25.

2. Mashiny` i oborudovanie dlya zhidkix kompleksny`kx udobrenij / E.N. Balandin, O.K. Klyuev, G.V. Romanov i dr. M.: Agropromizdat, 1985. 87 s.

3. Garaev R.R., Mudarisov S.G. Razrabotka ustrojstva dlya vneseniya zhidkix kompleksny`kx udobrenij v pochvu // Vestnik Bashkirskogo GAU. 2013. # 4 (28). S. 83.

4. Milyutkin V.A., Buksman V.E., Kanaev M.A. Vy`sokoe`ffektivnaya tekhnika dlya e`nergo-, vlogo-, resursosberegayushhix mirovy`kx tekhnologij Mi`ni`-Ti`ll, No-Ti`ll v sisteme tochnogo zemledeliya Rossii: monografiya. Kinel`: RIO Samarской GSKXA, 2018. 182 s.

5. Milyutkin V.A., Buksman V.E. Tekhniko-agrokhimicheskoe obespechenie povыsheniya urozhajnosti i kachestva sel`khozprodukcii vneseniem zhidkix mineral`ny`kx udobrenij // Resursosberegayushhie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva: sb. st. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza: RIO PGAU, 2018. S. 122-127.

6. Belyaev V.I., Prokopchuk R.E. Distancionny`j monitoring raboty` agregata dlya vnutripochvennogo vneseniya zhidkix mineral`ny`kx udobrenij v Altajskom krae // Vestnik Altajskogo GAU. 2022. # 8 (214). S. 115-119.

7. Prokopchuk R.E., Belyaev V.I. E`nergoczenka mashinno-traktorny`kx agregatov dlya vnutripochvennogo vneseniya zhidkix mineral`ny`kx udobrenij // Vestnik APK Verkhnevolzh`ya. 2021. # 3 (55). S. 71-75.

8. In`ekcionnoe koleso dlya pochvennogo in`ektora: pat. 215895 Ros. Federaciya / Kuz`menko I.V., Medvedev D.S.; zayavka # 2022115764; zayavl. 09.06.22; opubl. 09.01.23, Byul. # 1. 3 s.

Информация об авторах:

В.Н. Ожерельев - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vicoz@bk.ru.

Д.С. Медведев – магистрант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, medwedev.dima@yandex.ru.

Information about the authors:

V.N. Ozherel'ev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Environmental Management and Road Construction, Bryansk State Agrarian University, vicoz@bk.ru

D.S. Medvedev – master's student, Bryansk State Agrarian University, medwedev.dima@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 26.06.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 26.06.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Ожерельев В.Н., Медведев Д.С.

Научная статья

УДК 614.84

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-57-63

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Наталья Евгениева Сакович, Иван Петрович Адылин, Андрей Сергеевич Шилин
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье сделан анализ и рассмотрена проблема обеспечения пожарной безопасности в сельскохозяйственной местности. Рассмотрены и изучены причины возникновения возгораний и пожаров в сельскохозяйственном производстве, одной из причин которых стали нарушения правил устройства и эксплуатации транспортных средств, применяемых в сельском хозяйстве. Обосновано, что начиная с 2017 года по 2020 год количество пожаров в сельской местности росло, исключением стал 2021 год, где число пожаров и пострадавших в них людей несколько снизилось, при этом экономический ущерб от по-

жаров составляет миллионы рублей. Авторы считают, что решить проблему повышения пожарной безопасности в сельскохозяйственном производстве связанных с отказами сельскохозяйственной техники можно установкой на сельскохозяйственные машин и транспортные средства дополнительной системы тушения пожара. Выполненный анализ применяемых на транспорте систем пожаротушения, позволил сделать вывод о том, что для борьбы с пожарами на транспорте наиболее перспективными являются автоматические системы пожаротушения, имеющие в своем составе различного типа датчики реагирующих на разные факторы пожара: дым, повышение температуры, открытый огонь, снижения концентрации кислорода. Авторами разработана собственная конструкция устройства автоматического пожаротушения, которая может быть применена в качестве универсальной системы, устанавливаемой как на сельскохозяйственную технику, так и на специализированные машины, применяемые в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: пожарная безопасность, сельскохозяйственная техника, пожар, система пожаротушения

Для цитирования: Сакович Н.Е., Адылин И.П., Шилин А.С. Обеспечение пожарной безопасности транспортных средств в сельскохозяйственном производстве // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 57-63. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-57-63>.

Original article

ENSURING FIRE SAFETY OF VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Nataliya E. Sakovich, Ivan P. Adylin, Andrey S. Shilin

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

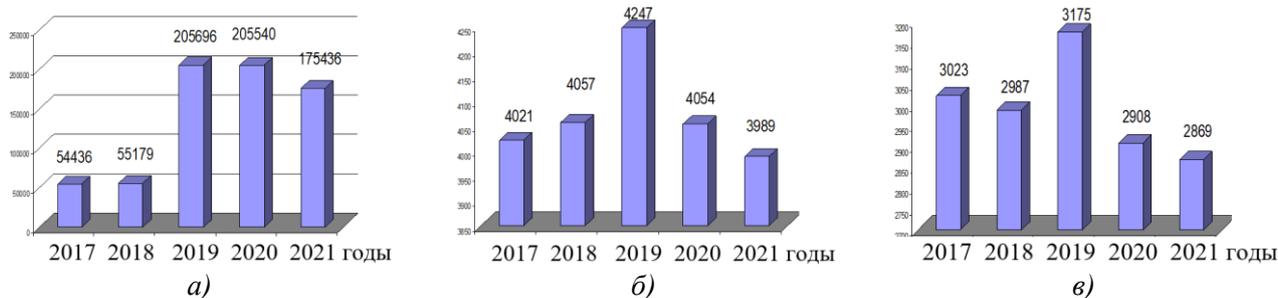
Abstract. The article analyzes and considers the problem of ensuring fire safety in agricultural areas. The causes of fires and fires in agricultural production are considered and studied, one of the causes of which was violations of the rules for the construction and operation of vehicles used in agriculture. It is substantiated that from 2017 to 2020, the number of fires in rural areas grew, with the exception of 2021, where the number of fires and people injured in them decreased slightly, while the economic damage from fires amounts to millions of rubles. The authors believe that it is possible to solve the problem of improving fire safety in agricultural production associated with failures of agricultural machinery by installing an additional fire extinguishing system on agricultural machines and vehicles. The analysis of fire extinguishing systems used in transport made it possible to conclude that for fighting fires in transport, the most promising are automatic fire extinguishing systems, which include various types of sensors that respond to various fire factors: smoke, temperature rise, open fire, decrease in oxygen concentration. The authors have developed their own design of an automatic fire extinguishing device, which can be used as a universal system installed both on agricultural machinery and on specialized machines used in agriculture.

Keywords: fire safety, agricultural machinery, fire, fire extinguishing system.

For citation: Sakovich N.E., Adylin I.P., Shilin A.S. Ensuring fire safety of vehicles in agricultural production. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2023; (4): 57-63 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-57-63>.

Введение. Ежегодно с началом сельскохозяйственных уборочных работ, на землях сельскохозяйственных предприятий, возрастает опасность возникновения возгораний сухой травы, стерни, остатков сельскохозяйственного производства прошлого года. При этом проводимые мероприятия по профилактике пожаров, опашка полей со стороны автомобильных и железных дорог, лесов не всегда оказываются эффективными.

На рисунке 1 изображены последствия пожаров в сельской местности за период с 2017 по 2021 годы.



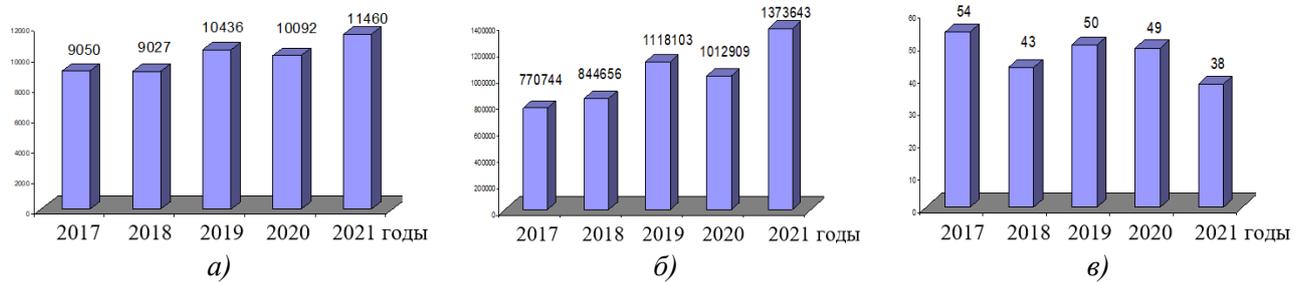
а) Всего пожаров, ед.; б) Погибло, чел.; в) Травмировано, чел.

Рисунок 1 – Количество пожаров и их последствия

Последствиями пожаров становится уничтоженный выращенный урожай, дорогостоящая сельскохозяйственная техника, ущерб от пожаров составляет миллионы рублей.

Довольно часто причиной пожаров становится несоблюдение требований пожарной безопасности при эксплуатации транспортной техники.

Последствия пожаров из-за нарушения правил устройства и эксплуатации транспортных средств в России представлены на рисунке 2.



а) Всего пожаров, ед.; б) Ущерб, тыс. руб.; в) Погибло, чел.

Рисунок 2 – Последствия пожаров транспортных средств

Динамика пожарной опасности при эксплуатации транспортной техники, применяемой в сельскохозяйственном производстве изображена на рисунке 3.

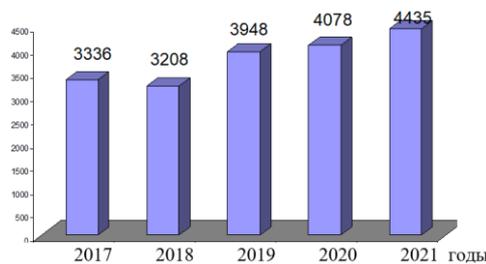


Рисунок 3 – Распределение с пожаров из-за неисправностей транспортных средств

Авторы считают, что одной из профилактических мероприятий повышения пожарной безопасности в сельскохозяйственном производстве станет установка на сельскохозяйственную технику автоматических систем пожаротушения.

Цель и задачи исследования. Снижение последствий пожаров в сельскохозяйственном производстве путем разработки и внедрения системы автоматического пожаротушения сельскохозяйственной машин и транспортных средств.

Материалы и методы. Автоматические системы пожаротушения давно и успешно применяются как в коммерческом транспорте, в частности в автобусах, грузовых автомобилях, так и в специальной технике, используемой в сельском хозяйстве и других отраслях [1,2,8].

Наибольший эффект дают установки, смонтированные на машинах с круглосуточной нагрузкой, работающие с минимальными технологическими перерывами. Именно в сильно нагруженных механизмах чаще всего происходит перегрев и последующее возгорание. В транспортных средствах такими механизмами могут выступать, в частности, двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Выпускные коллекторы ДВС разогреваются до температур, достаточных для возгорания применяемых конструкционных материалов.

С целью защиты транспорта от возгорания и определения оптимальной конфигурации автоматической системы пожаротушения проведем патентный поиск.

Известна система тушения пожара в рабочей кабине, которая в качестве огнегасящего состава использует газообразные вещества тяжелее воздуха [3]. Авторами предлагается использовать в качестве огнегасящего вещества аргон в баллонах с пиропатронными затворами. Приведение в действие этих баллонов производится через электрическую цепь, имеющую электромагнитные реле, датчики и двигатель с вентилятором.

Также известны устройства пожаротушения транспортного средства в качестве огнегасящего материала использована жидкость из системы охлаждения двигателя [4]. Кроме того, применяются системы и с углекислым газом.

Система пожаротушения состоит из «баллона с углекислым газом, пироголовки баллона, выключателя, фильтра, редуктора высокого давления, редуктора низкого давления, жиклера и бака» [5].

Еще одна конструкция системы пожаротушения состоит из «термоизвещателей, реле с нор-

мально разомкнутым контактом, переключателя, реле и кнопки проверки исправности сигнальной лампы, сигнальной лампы-кнопки, микровыключателя электромагнитного крана, кнопки включения второго баллона, баллонов с огнегасящим составом, электромагнитного крана, трубопровода и распылительного коллектора» [5].

Кроме того, известна бортовая автоматическая система пожаротушения [6]. Данная система включает в себя два баллона с огнетушащим реагентом, измеритель давления, два клапана, герметичные терморазрушающиеся шланги. Таким образом, в качестве датчиков, определяющих наличие огня, применяются шланги, которые под воздействием огня разрушаются и тем самым выпускают огнетушащий реагент.

Активно развиваются роботизированные системы пожаротушения [9-14].

Исходя из вышеописанного анализа разработок автоматических систем пожаротушения для транспортных средств можно выделить ключевые составляющие таких систем:

- датчики, определяющие наличие возгорания;
- управляющие реле и клапаны;
- емкости с огнетушащим веществом;
- трубопроводы;
- распылительные устройства.

Результаты и их обсуждение.

Опираясь на вышеприведенный анализ, предложим свою конструкцию автоматической системы пожаротушения для транспортных средств. Устройство автоматического пожаротушения состоит из баллона с огнетушащим веществом и системы управления с датчиками, расположенными по периметру подкапотного пространства. Система управления запитана и работает от бортовой сети транспортного средства. Для большей надежности для системы необходим индивидуальный аккумулятор, позволяющий работать при выходе из строя штатного.

Принцип работы устройства представлен на рисунке 4.

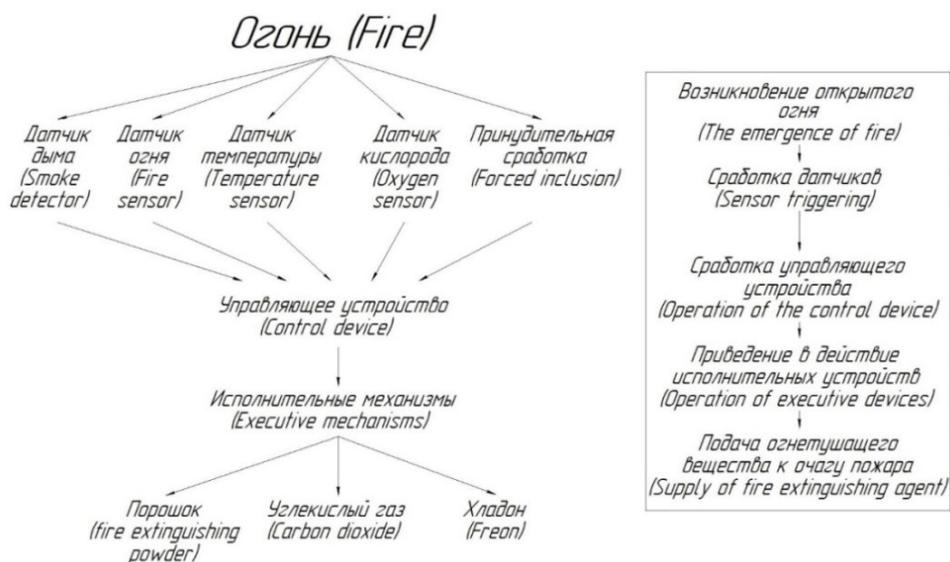


Рисунок 4 – Принцип работы устройства

При возникновении огня, например в подкапотном пространстве, срабатывает ряд датчиков. В качестве датчиков нами предлагается использовать как минимум 2 типа датчика, а именно датчик огня, который срабатывает при обнаружении инфракрасного излучения, и датчик дыма. Предполагается использовать ряд датчиков огня и один датчик дыма. Необходимость в датчиках различного типа заключается в исключении ложных сработок, которые «впустую» разрядят огнетушащее вещество. Далее от датчиков, расположенных в контролируемом пространстве (подкапотное пространство), сигнал поступает на управляющее устройство, где обрабатывается и микроконтроллер принимает решение подать сигнал на управляющее реле.

Реле в свою очередь включает электромагнитный клапан(ы) баллона с огнетушащим веществом. Установка клапанов возможна как на самом баллоне, так и на трубопроводе в конечной(ых) точке(ах). При открытии клапанов происходит выход огнетушащего вещества и подвод его по трубопроводам в подкапотное пространство. Управляющее устройство представляет собой электронный блок с управляющим микроконтроллером высокопроизводительный AVR микроконтроллер ATmega328 [7]. Возможности данного микроконтроллер достаточно широки и будет оставаться возможность для более детальной про-

работки управляющей программы, записываемой в микроконтроллер, а также для расширения возможностей устройства.

На данном этапе существует 2 пути развития системы:

- используется один главный электроклапан, установленный на баллоне (пропускает огнетушащее вещество в трубопровод с одним или несколькими распылителями, работающими синхронно);
- используются ряд электроклапанов, которые установлены на трубопроводе (управляются отдельно и в соответствии со сработавшим датчиком огня).

Ориентировочное расположение и комплектация предлагаемого устройства представлены на рисунке 5.

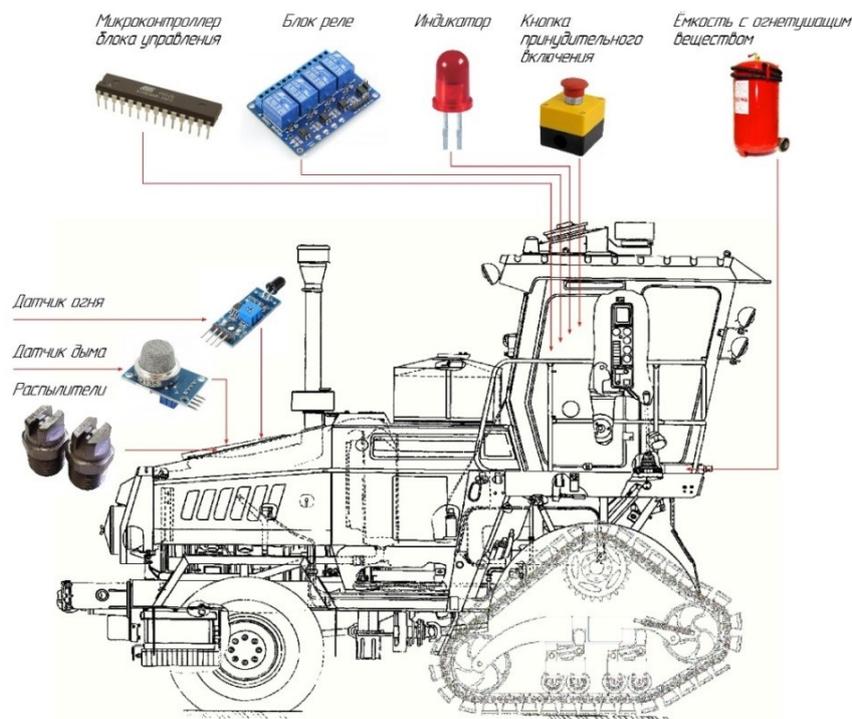


Рисунок 5 – Схема установки компонентов устройства на примере УЭС-7 АО «Брянксельмаш»

Установка устройства возможна на любой тип транспортного средства, начиная от легкового автомобиля и заканчивая специализированными самоходными транспортными средствами в любой сфере деятельности. В качестве примеров защищаемых элементов транспортных средств можно указать моторный отсек, грузовой фургон, кузов, копнитель зернового комбайна и др.

Актуальность применения устройства на промышленных транспортных средствах объясняется их работой в сложных условиях, зачастую в условиях запыленности (например, сельскохозяйственная техника), что при определенных условиях определяет их взрыво- пожароопасность.

Выводы. Внедрение предлагаемого устройства позволит минимизировать материальные потери и возможный ущерб жизни и здоровью водителей и пассажиров транспортных средств, так как будет обеспечено своевременное обнаружение источника возгорания, оповещение водителя, автоматическое пожаротушение без отрыва водителя от выполнения непосредственных обязанностей.

Список источников

1. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Транспорт и окружающая среда: монография. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. 181 с.
2. Двоенко О.В., Ченин А.Н. Повышение пожарной безопасности при сушке зерна и семян // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 3-20. С. 26-32.
3. Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. М.: Колос, 2004. 512 с.
4. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе: монография. Брянск, 2008. 282 с.
5. Азаренко В.В. Причины возгорания зерноуборочной техники и особенности тушения пожаров в период уборки урожая зерновых культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник. Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2009. С. 156–160.
6. Система тушения пожара: а.с. 334985 СССР: МПК А62С 3/08 / В.И. Бондарь, А.В. Катков, В.А. Медведев, А.П. Пилков, Н.Ф. Рахманов; заявл. 04.10.1970; опублик. 01.01.1972.

7. Устройство пожаротушения транспортного средства. – Режим доступа: URL: <https://patents.google.com/patent/RU2008046C1/ru> (дата обращения 26.05.2023).
8. Дружининский М.В., Бардин Ю.А., Лазаревич С.И. Учебник механика военно-воздушных сил. М.: Военное изд-во Мин-ва обороны СССР, 1967. 383 с.
9. Цариченко С., Синельникова Е. Стационарные роботизированные комплексы пожаротушения как составная часть автоматических установок пожаротушения // Алгоритм безопасности. 2007. № 5. С. 56-58.
10. Роботизированные установки пожаротушения - альтернатива традиционным водопенным системам пожаротушения / Е.А. Синельникова, И.Н. Слепцова, Ю.И. Горбань, М.Ю. Горбань // Пожарная безопасность. 2017. № 1. С. 60-66.
11. 8-bit AVR Microcontrollers. ATmega328/P. DATASHEET COMPLETE. – Режим доступа: URL: <https://static.chipdip.ru/lib/549/DOC001549488.pdf> (дата обращения 26.05.2023).
12. Теоретические исследования безопасности сельскохозяйственной техники, оснащённой гидравликой / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Р.В. Шкрабак, А.С. Шилин, В.С. Шкрабак // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16, № 2 (62). С. 46-55.
13. Христофоров Е.Н. Обеспечение безопасности операторов транспортных средств в АПК Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 6 (94). С. 69-76.
14. Безопасность эксплуатации воздушных резервуаров тормозного оборудования автомобилей / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, А.М. Никитин, А.С. Шилин // Транспортное машиностроение. 2022. № 7 (7). С. 43-52.

References

1. *Khristoforov E.N., Sakovich N.E. Transport i okruzhayushhaya sreda: monografiya. Bryansk: Izd-vo Bryanskaya GSKXA, 2012. 181 s.*
2. *Dvoenko O.V., Chenin A.N. Povyshenie pozharnoy bezopasnosti pri sushke zerna i semyan // Pozhary i chrezvychnyye situatsii: predotvrashhenie, likvidatsiya. 2020. # 3-20. S. 26-32.*
3. *SHkrabak V.S., Lukovnikov A.V., Turgiev A.K. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti v sel'skokhozyajstvennom proizvodstve. M.: Kolos, 2004. 512 s.*
4. *SHkrabak V.S., Khristoforov E.N., Sakovich N.E. Teoriya i praktika obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v agropromyshlennom komplekse: monografiya. Bryansk, 2008. 282 s.*
5. *Azarenko V.V. Prichiny vozgoraniya zernouborochnoj tekhniki i osobennosti tusheniya pozharov v period uborki urozhaya zernovykh kul'tur // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva: mezhdomestvennyy tematicheskij sbornik. Minsk: RUP «NPCZ NAN Belarusi po mekhanizatsii sel'skogo khozyajstva», 2009. S. 156–160.*
6. *Sistema tusheniya pozhara: a.s. 334985 SSSR: MPK A62C 3/08 / V.I. Bondar', A.V. Katkov, V.A. Medvedev, A.P. Pilkov, N.F. Rakxmanov; zayavl. 04.10.1970; opubl. 01.01.1972.*
7. *Ustrojstvo pozharotusheniya transportnogo sredstva. – Rezhim dostupa: URL: https://patents.google.com/patent/RU2008046C1/ru (data obrashheniya 26.05.2023).*
8. *Druzhininskij M.V., Bardin YU.A., Lazarevich S.I. Uchebnik mekhanika voenno-vozdushnykh sil. M.: Voennoe izd-vo Min-va oborony SSSR, 1967. 383 s.*
9. *Czarichenko S., Sinelnikova E. Stacionarnyye robotizirovannyye komplekсы pozharotusheniya kak sostavnaya chast' avtomaticheskikh ustanovok pozharotusheniya // Algoritm bezopasnosti. 2007. # 5. S. 56-58.*
10. *Robotizirovannyye ustanovki pozharotusheniya - alternativna tradicionny'm vodopenny'm sistemam pozharotusheniya / E.A. Sinelnikova, I.N. Slepzcova, YU.I. Gorban', M.YU. Gorban' // Pozharnaya bezopasnost'. 2017. # 1. S. 60-66.*
11. *8-bit AVR Microcontrollers. ATmega328/P. DATASHEET COMPLETE. – Rezhim dostupa: URL: https://static.chipdip.ru/lib/549/DOC001549488.pdf (data obrashheniya 26.05.2023).*
12. *Teoreticheskie issledovaniya bezopasnosti sel'skokhozyajstvennoj tekhniki, osnashchyonnoj gidravlikoj / E.N. Khristoforov, N.E. Sakovich, R.V. SHkrabak, A.S. SHilin, V.S. SHkrabak // Vestnik agrarnoy nauki Dona. 2023. T. 16, # 2 (62). S. 46-55.*
13. *Khristoforov E.N. Obespechenie bezopasnosti operatorov transportnykh sredstv v APK Bryanskoj oblasti // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2022. # 6 (94). S. 69-76.*
14. *Bezopasnost' ekspluatatsii vozdukhnykh rezervuarov tormoznogo oborudovaniya avtomobilej / E.N. Khristoforov, N.E. Sakovich, A.M. Nikitin, A.S. SHilin // Transportnoe mashinostroenie. 2022. # 7 (7). S. 43-52.*

Информация об авторах:

Н.Е. Сакович – заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, nasa2610@mail.ru.

И.П. Адылин – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vanro1989@mail.ru.

А.С. Шилин – аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

N.E. Sakovich – Head of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University, nasa2610@mail.ru.

I.P. Adylin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Bryansk State Agrarian University, vanro1989@mail.ru.

A.S. Shilin – Postgraduate 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 19.06.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 19.06.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Сакович Н.Е., Адылин И.П., Шилин А.С.

Научная статья

УДК 628.473

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-63-66

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Татьяна Васильевна Панова, Максим Владимирович Панов

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Проблема переработки древесно-растительных отходов существует давно и до настоящего времени не потеряла своей актуальности. Основными источниками образования отходов являются различные лесопромышленные комплексы и деревоперерабатывающие предприятия. Так же, древесно-растительные отходы образуются при санитарных рубках, в городском хозяйстве при проведении ежегодных сезонных работ по уходу за зелеными насаждениями (скошенная трава, опавшая листва, ветки от обрезки и древесина от валки деревьев) и в сельском хозяйстве. В свою очередь, древесно-растительные отходы являются органическим сырьём, которое может быть переработано в компост. От качества переработки и измельчения древесно-растительных отходов зависят методы переработки и их дальнейшее использование. Не мало важным вопросом является проблема негативного воздействия древесно-растительных отходов на окружающую среду, спровоцированная несовершенством применяемых технологий и технических средств, а также не соблюдением установленных экологических требований. Проблема рационального использования сырья многогранна и во многом обуславливается спецификой перерабатывающей отрасли. Крупнейшим резервом экономии материальных ресурсов, расширения ассортимента, и увеличения выпуска продукции, повышения результативности перерабатывающего предприятия является комплексное использование сырья. В статье представлен разработанный измельчитель древесно-растительных отходов, который объединяет в себе три ножевые системы, что повышает качество измельчения и расширяет круг применения полученного сырья для повторной переработки отходов деревообрабатывающего и сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: древесно-растительные отходы, измельчитель, утилизация, экология.

Для цитирования: Панова Т.В., Панов М.В. Повышение качества измельчения древесно-растительных отходов // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 63-67. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-63-66>.

Original article

IMPROVING THE QUALITY OF WOOD AND PLANT WASTE SHREDDING

Tat'yana V. Panova, Maksim V. Panov

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The problem of processing wood and plant waste has existed for a long time and has not lost its relevance to date. The main sources of waste generation are various timber industry complexes and wood processing enterprises. Similarly, wood and plant wastes are generated during sanitary cuttings, in the municipal economy during the annual seasonal work to care for green spaces (mowed grass, fallen leaves, branches from pruning and wood from felling trees) and in agriculture. In turn, wood and plant waste is an organic raw material that can be processed into compost. The processing methods and their further use depend on the quality of processing and shredding of wood and plant waste. Not least an important issue is the problem of the negative impact of wood and vegetable waste on the environment, provoked by the imperfection of the applied technologies and technical means, as well as non-compliance with established environmental requirements. The problem of rational use of raw materials is multifaceted and is largely determined by the specifics of the processing industry. The largest reserve for saving material resources, expanding the range, and increasing output, increasing the efficiency of a processing enterprise is the integrated use of raw materials. The article presents a developed shredder of wood and plant waste, which combines three knife

systems, which improves the quality of shredding and expands the range of applications of the obtained raw materials for the recycling of waste from woodworking and agricultural production.

Keywords: wood and plant waste, shredder, utilization, ecology.

For citation: *Panova T.V., Panov M.V. Improving the quality of wood and plant waste shredding. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 63-67 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-63-66>.*

Введение. Известны следующие методы переработки доревесно-растительных отходов. Биологический метод является самым простым, и заключается в получении компоста, то есть ценного удобрения богатого гумусом. В процессе переработки древесно-растительные отходы под воздействием бактерий разлагаются, образуя ценнейший продукт повышения плодородия почв. В простом виде используются специальные бункеры или открытые площадки, при сложных технологических решениях применяют технические средства, называемые компостёрами, которые контролируют процесс компостирования с обеспечением компостируемой массы влагой и кислородом, проводя процесс таким образом, чтобы получить компост в кратчайшие сроки. Механический метод реализуется за счет применения установок, позволяющих расщеплять и измельчать древесно-растительные отходы. Химический метод переработки позволяет при помощи химически активных веществ получить газообразные соединения с выделением теплоты. Пиролиз древесно-растительных отходов заключается в высокотемпературном нагреве, что позволяет расщеплять отходы на простые вещества, в результате чего образуются сырье в виде топлива. Эта технология требует специального дорогостоящего оборудования. Метод гидролиза позволяет получить древесный этанол, который применяется как для бытовых нужд, так производственных. Метод газификации применяется для получения газообразного топлива. Этот метод основан на процессе распада молекул древесины и превращении простых веществ в газ при небольшом, дозированном доступе воздуха во время высокотемпературного нагрева. После получения насыщенного газа происходит процесс удаления из него жидкости и очистки от углекислоты. В результате получается высококалорийный газ, пригодный для использования в промышленных энергетических установках [1 4,7].

Как было сказано выше, измельчение является наиболее распространенным способом утилизации древесно-растительных отходов. Из литературных источников известно, что наиболее оптимальным размером частиц считается 15...50 мм, так как в дальнейшем их повторное использование должно быть максимально разнообразным. В дальнейшем из измельченных древесно-растительных отходов можно получить компост, брикеты для обогрева, газ и теплоту, выделяющуюся при разложении отходов. В частности, основными факторами, влияющими на процесс компостирования, являются соотношение C:N (25:1), значение кислотности pH в конце периода (6,8...7,0), концентрация кислорода от 16 до 18,5 %, влажность сырья от 50 до 65 %, температура разогрева материала - не более 65 °С, размер частиц не более 50 мм [2, 3, 5].

Целью исследования является повышение качества измельчения древесно-растительных отходов.

Материалы и методы. Рассмотрим виды (табл. 1) и особенности измельчения растительного сырья при различных технологических процессах (табл. 2).

Таблица 1 - Вид измельчения растительного сырья

Класс	D, мм	d, мм
Крупное (дробление)	1000-200	250-40
Среднее (дробление)	250-50	40-10
Мелкое (дробление)	50-25	10-1
Тонкое (размол)	25-3	1-0,4
Коллоидное (размол)	0,2-0,1	До 0,001

Крупное, среднее и мелкое дробления осуществляют в дробилках сухим способом, а тонкое и коллоидное измельчение – сухим и мокрым способом.

Таблица 2 - Особенности измельчения растительного сырья

Наименование метода измельчения	Способ реализации метода
Твердый, хрупкий	Раздавливание, удар
Твердый, вязкий	Раздавливание, распиливание
Хрупкие, средней твердости	Удар, раскалывание, истирание
Вязкий, средней твердости	Истирание, истирание+удар, распиливание

Для реализации этих методов используется оборудование со следующими системами измельчения (рис. 1). Ножевая система (рис. 1а) обеспечивает мелкое измельчение, средний и высокий уровни шума (зависит от двигателя). Это самая распространенная система измельчения. Валковая система (валцы)

(рис. 1б) представлена валом, или несколькими валами, состоящими из лезвий. Эта система обеспечивает измельчение крупных и мелких садовых отходов, на низком уровне шума и является более эффективной по сравнению с другими системами. Фреза (широкая режущая шестеренка) (рис. 1в) не подходит для мягких и мелких отходов, но легко справляется с крупными ветками, при этом обеспечивается самый низкий уровень шума. Применение лески в качестве режущего органа возможно только для мульчирования мягких отходов типа листьев и мелких сорняков. Система турбинного типа (рис. 1г) представлена комбинацией валковой и ножевой системой. Выполняет те же задачи, что и ножевая, но на порядок быстрее. Шнековая система (рис. 1д) представлена объединением ножевой и фрезерной систем. Это наиболее дорогой вариант измельчителя, так как достаточно сложен в производстве и обслуживании. При этом по производительности уступает выше представленным системам [8].

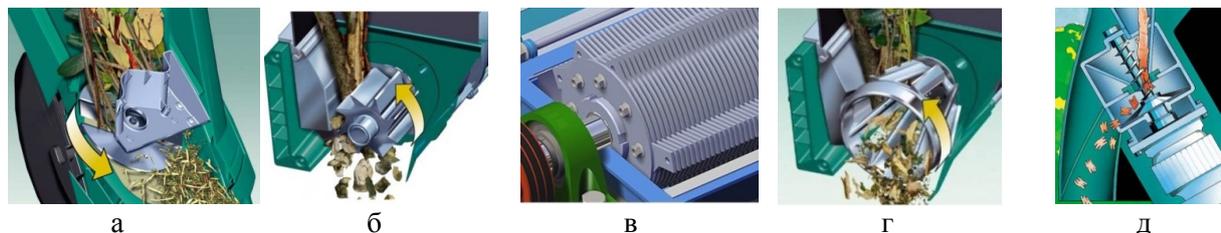


Рисунок 1 – Системы измельчения

Результаты и их обсуждение. Повышение качества измельчения древесно-растительных отходов обеспечивается применением измельчителя древесно-растительных отходов, в котором для измельчения отходов садоводства и полеводства имеется один бункер с двумя видами режущего аппарата, в частности, в верхней части секции размещены два зубчатых вала, предназначенные для первичного измельчения веток и волокнистого материала различного диаметра и размера, один из которых закреплён на оси без возможности перемещения в горизонтальной плоскости, а второй закреплён на оси, которая, в свою очередь, может передвигаться в горизонтальной плоскости за счет соединения оси и пружин сжатия, подстраиваясь под размер измельчаемого материала, в нижней части бункера размещён режущий аппарат в виде ножей, закрепленных на штифтах и непосредственно на валу, предназначенный для окончательного измельчения растительного материала.

На рисунке 2 изображен предлагаемый измельчитель древесно-растительных отходов. Конструктивно измельчитель состоит из бункера 1, выполненного из металлических листов, в стенках верхней части которого, в подшипниках закреплены горизонтальные валы 2 и 3 с режущим аппаратом для измельчения веток в виде ведущего зубчатого вала 4 и ведомого вала 5, в нижней части бункера 1 расположен режущий аппарат для измельчения волокнистого растительного материала в виде ножей 6, закрепленных на штифтах 7, которые установлены на валу 8. Регулирование количества оборотов ножевого режущего аппарата осуществляется сменой звёздочек 9 на валу 8. Электродвигатель 10 соединён с осью 2, на котором установлен зубчатый валок 4 и осью 8 по средствам цепи 11, соединяющей звёздочки 9 и 12. Вал 3 так же проходит через трубки 13, закреплённые на бункере, в которых расположены пружины сжатия 14, которые подвигают валок 5 к валку 4. Бункер установлен на раме, выполненной из стоек 15 и основания 16, способной передвигаться за счёт роликов 17 [6].

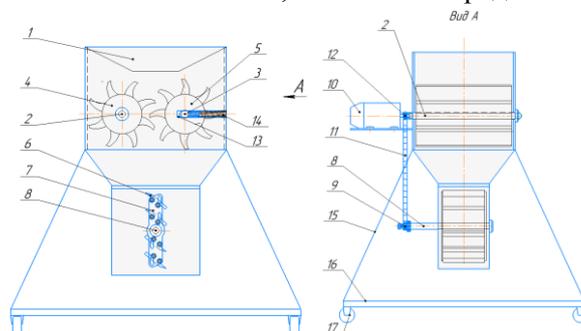


Рисунок 2 - Измельчитель древесно-растительных отходов

Измельчитель древесно-растительных отходов работает следующим образом. В верхнюю часть бункера загружается растительное сырье и попадает на зубчатые валки, для первичного измельчения, далее через среднюю часть бункера, выполненного в виде усеченного конуса, частично измельченный материал попадает на ножевой аппарат, где окончательно измельчается и выгружается.

Заключение. Таким образом, предлагаемый измельчитель обеспечивает более эффективное измельчение и смешивание древесно-растительных отходов, предназначенных для повторного использования.

Список источников

1. Дабаева М.Д., Федоров И.И., Куликов А.И. Эколого-безопасная утилизация отходов: монография / Бурят. гос. с.-х. академия. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2001. 94 с.
2. Брянская область – регион с интенсивно развивающимся АПК / Н.М. Белоус, С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.А. Осипов, В.В. Ковалев // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 1. С. 3-11.
3. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области / С.М. Сычѳв, А.О. Храменкова, А.А. Кузьмицкая и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 84-91.
4. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. тр. XII междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. С. 388-400.
5. Панова Т.В., Панов М.В. Утилизация древесно-растительных отходов // Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения: материалы национальной научно-практической конференции. Брянск, 2017. С. 107-110.
6. Измельчитель древесно-растительных отходов: пат. 209643U1 Рос. Федерация: В02С 13/00; В02С 18/00 / Т.В. Панова, М.В. Панов, Е.И. Слѳзко, В.Е. Гапонова; опубл. 17.03.2022, Бюл. № 8.
7. Развитие АПК и сельских территорий: проблемы и перспективы: коллектив. монография / М.А. Бабьяк, О.В. Дьяченко, Т.В. Иванюга и др.; под общ. ред. А.О. Храменковой. М.: Первое экономическое изд-во, 2022. 268 с.
8. Современные особенности материально-технического обеспечения сельского хозяйства в Брянской области / В.Ф. Васькин, О.Н. Коростелева, А.А. Кузьмицкая, Ю.И. Шмидт // Экономика и предпринимательство. 2021. № 4 (129). С. 547-552.

References

1. Dabaeva M.D., Fedorov I.I., Kulikov A.I. *E'kologo-bezopasnaya utilizacziya otkhodov: monografiya / Buryat. gos. s.-kh. akademiya. Ulan-Ude': Izd-vo BGSKXA, 2001. 94 s.*
2. *Bryanskaya oblast` – region s intensivno razvivayushhimsya APK / N.M. Belous, S.A. Bel`chenko, V.E. Torikov, A.A. Osipov, V.V. Kovalev // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2022. # 1. S. 3-11.*
3. *Vozmozhnosti i prioritety` razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Bryanskoj oblasti / S.M. Sy`chyov, A.O. KXramchenkova, A.A. Kuz`miczkaya i dr. // Agrarnaya nauka. 2022. # 9. S. 84-91.*
4. *Material`no-tekhnicheskoe obespechenie i innovacionnoe razvitie APK Bryanskoj oblasti / S.A. Bel`chenko, I.N. Belous, V.V. Kovalev i dr. // Aktual`ny`e voprosy` e`konomiki i agrobiznesa: sb. tr. XII` mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2021. S. 388-400.*
5. *Panova T.V., Panov M.V. Utilizacziya drevesno-rastitel`ny`kh otkhodov // Problemy` e`kologizaczii sel`skogo kxozyajstva i puti ikh resheniya: materialy` naczional`noj nauchno-prakticheskoy konferenczii. Bryansk, 2017. S. 107-110.*
6. *Izmel`chitel` drevesno-rastitel`ny`kh otkhodov: pat. 209643U1 Ros. Federacziya: B02C 13/00; B02C 18/00 / T.V. Panova, M.V. Panov, E.I. Slyozko, V.E. Gaponova; opubl. 17.03.2022, Byul. # 8.*
7. *Razvitie APK i sel`skikh territorij: problemy` i perspektivy`: kollektiv. monografiya / M.A. Bab`yak, O.V. D`yachenko, T.V. Ivanyuga i dr.; pod obshh. red. A.O. KXramchenkovoj. M.: Pervoe e`konomicheskoe izd-vo, 2022. 268 s.*
8. *Sovremenny`e osobennosti material`no-tekhnicheskogo obespecheniya sel`skogo kxozyajstva v Bryanskoj oblasti / V.F. Vas`kin, O.N. Korosteleva, A.A. Kuz`miczkaya, YU.I. SHmidt // E`konomika i predprinimatel`stvo. 2021. # 4 (129). S. 547-552.*

Информация об авторах:

Т.В. Панова – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, panovatava@yandex.ru.

М.В. Панов - кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

T.V. Panova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Bryansk State Agrarian University, panovatava@yandex.ru.

M.V. Panov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Physics and Mathematics. 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 19.04.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 19.04.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Панова Т.В., Панов М.В.

Научная статья
УДК 614.89

DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-67-71

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Евгений Николаевич Христофоров, Наталия Евгеньевна Сакович
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Основной технологический процесс производства комбикормов – это процесс измельчения исходных компонентов в тонкодисперсный вид в молотковых дробилках, вальцовых станках и других измельчающих машинах. Предприятия кормопроизводства входят в категорию опасных производственных объектов, так как в процессе работы на складах и цехах комбикормовых заводов создаются условия для образования органической пыли, которая при нарушении установленного порядка эксплуатации оборудования и предприятия в целом может привести к пылевому взрыву. Пыль, находящаяся в воздухе помещений и внутри оборудования во взвешенном состоянии (аэрозоль), при определенной концентрации, температуре и влажности взрывоопасна, а осевшая на строительные конструкции и оборудование пыль (аэрогель) пожароопасна. Снизить вероятность взрыва возможно при условии, что количество пыли на объектах будет ниже критической массы. Предотвращать загрязнение воздуха производственных помещений можно при помощи аспирационных установок, которые также способствуют предотвращению пылевых взрывов. Практика эксплуатации и данные санитарно – гигиенических обследований комбикормовых заводов свидетельствуют о том, что многие аспирационные установки работают неудовлетворительно, а запыленность производственных помещений превышает санитарные нормы. Чтобы улучшить характеристики аспирационных установок, необходимо на них регулярно проводить испытание и регулирование характеристик. В статье рассмотрена методика обеспыливания комбикормового производства за счет постоянного технического измерения и регулирования работоспособности аспирационной системы. По методике в первую очередь проводится наружный осмотр установки, и устраняют все отклонения от проекта. Особое внимание уделяют герметизации укрытий оборудования, воздухопроводов, пылеотделителей, а также режимам работы оборудования, которое обслуживает установка. После осмотра установки проводится контроль параметров установки с помощью приборов.

Ключевые слова: комбикормовый завод, комбикорм, пыль, обеспыливание, контроль, запыленность, аспирационная система

Для цитирования: Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Проблемные вопросы борьбы с пылью на предприятиях производства комбикормов // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 67-72. <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-67-71>.

Original article

PROBLEMATIC ISSUES OF DUST CONTROL AT COMPOUND FEED PRODUCTION ENTERPRISES

Evgeni N. Khristoforov, Nataliya E. Sakovich
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The main technological process of compound feed production is the process of grinding the initial components into a fine – dispersed form in hammer crushers, roller mills and other grinding machines. Feed production enterprises are included in the category of hazardous production facilities, since in the process of work in warehouses and workshops of feed mills, conditions are created for the formation of organic dust, which, if the established operating procedure of the equipment and the enterprise as a whole is violated, can lead to a dust explosion. The dust in the air of the premises and inside the equipment in a suspended state (air suspension), at a certain concentration, temperature and humidity is explosive, and the dust deposited on building structures and equipment (aerogel) is flammable. It is possible to reduce the probability of an explosion provided that the amount of dust on the objects is below the critical mass. It is possible to prevent air pollution of industrial premises by means of aspiration installations, which also contribute to the prevention of dust explosions. The practice of operation and data from sanitary and hygienic surveys of feed mills indicate that many aspiration plants work unsatisfactorily, and the dustiness of industrial premises exceeds sanitary standards. In order to improve the characteristics of aspiration units, it is necessary to regularly test and regulate their characteristics. The article discusses the method of dedusting feed production due to constant technical measurement and regulation of the efficiency of the aspiration system. According to the methodology, first of all, an external inspection of the installation is carried out, and all deviations from the project are eliminated. Special attention is paid to the sealing of equipment shelters, air ducts, dust separators, as well as the operating modes of the equipment that the installation serves.

After the inspection of the installation, the installation parameters are monitored using instruments.

Keywords: feed mill, compound feed, dust, dedusting, control, dustiness, aspiration system.

For citation: *Khristoforov E.N., Sakovich N.E. Problematic issues of dust control at compound feed production enterprises. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2023; (4): 67-72 (In Russ.). <http://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-98-4-67-71>.*

Введение. Оздоровление условий труда – залог повышения производительности труда и улучшения качества выпускаемой продукции. Среди мероприятий по оздоровлению условий труда важное место занимает обеспыливание производственных помещений [1,4,5].

Сложность проблемы обеспыливания комбикормовых заводов связана с тем, что некоторые виды сырья, используемые для производства комбикормов, тонкодисперсны, с высокой степенью распыляемости, пожароопасны [2, 3]. Предотвращать загрязнение воздуха производственных помещений можно при помощи аспирационных установок, которые также способствуют предотвращению пылевых взрывов.

Эффективную работу аспирационных установок обеспечивают:

- правильная компоновка и расчет сетей,
- тщательное выполнение монтажа,
- полная герметизация воздухопроводов, пылеотделителей и всего аспирируемого оборудования и их квалифицированное обслуживание.

Практика эксплуатации и данные санитарно – гигиенических обследований комбикормовых заводов свидетельствуют о том, что многие аспирационные установки работают неудовлетворительно, а запыленность производственных помещений превышает санитарные нормы [6, 7, 8, 9].

Основными элементами аспирационной установки являются: герметизирующие укрытия, отсасывающие патрубки, воздухопроводы, пылеотделители (в качестве пылеотделителей применяют циклоны), вентилятор.

Большое значение для эффективной работы аспирационной установки является необходимость постоянного технического контроля состояния аспирационной установки на предмет производительности, путем измерения и регулирования параметров установки [10, 11].

Материалы и методы.

1. Подготовка к испытанию и регулированию работоспособности аспирационной системы.

1.1. Эксплуатационное испытание заключается в проверке фактических параметров работы аспирационной установки при нормальной загрузке технологического оборудования и в определении соответствия этих параметров требованиям проекта, санитарных норм, противопожарным требованиям и технологии производства.

1.2. Испытания аспирационной установки проводят после устранения недостатков, выявленных в результате наружного осмотра.

1.3. Выявленные в процессе предварительного обследования неисправности и отступления от проекта аспирационной установки, несоответствие санитарным требованиям, неудовлетворительное состояние технологического оборудования и коммуникаций (недостаточная герметичность укрытий, наличие неплотностей в соединениях и т. п.) вносят в ведомость дефектов.

Предприятие _____ Дата _____

Цех _____

Таблица 1 – Ведомость дефектов аспирационной установки

Наименование и номер установки	Дефекты и мероприятия по устранению	Сроки ликвидации указанных дефектов

Подписи и должности исполнителей _____

Для выполнения работ необходима измерительная аппаратура и следующие материалы:

- а) характеристика воздуходувной машины;
- б) проектная плоскостная схема аспирационной установки, на которой должно быть указано: расход воздуха от машины, длина участков и диаметры воздухопроводов;
- в) расчетная техническая характеристика пылеотделителя;
- г) паспорта всех аспирационных машин и оборудования.

2. Методика технических измерений

2.1. Пневмометрическую трубку соединяют резиновыми шлангами с микроманометром.

2.2. Трубку для измерения давления, введенную открытым концом против потока воздуха,

необходимо передвигать, начиная от ближайшей стенки воздухопровода, перпендикулярно его оси на расстояния, указанные в таблице 2, до противоположной стенки воздухопровода. В каждом фиксированном положении трубки внутри воздухопровода по микроманометру регистрируют давление.

Таблица 2 – Размещение точек измерений в круглых воздухопроводах

Диаметр воздухопровода, мм	Расстояние точки от стенки воздухопровода, мм					
	первая	вторая	третья	четвертая	пятая	шестая
80	4	12	24	56	68	76
100	4	15	30	70	85	96
110	5	16	33	77	94	105
125	5	18	37	87	106	120
140	6	20	41	99	120	134
160	7	23	47	113	137	153
180	7	26	53	127	156	173
200	8	29	59	141	171	192
225	9	33	66	158	191	216
250	10	37	74	176	213	240
280	12	41	83	197	239	268
315	13	46	93	221	269	302
355	15	52	106	249	303	340
400	18	58	118	282	342	382
500	22	73	148	352	427	478
630	28	92	186	444	538	602
710	31	104	210	500	606	679

Примечание. Приведены расстояния шести точек измерения в круглом воздухопроводе в одном направлении в зависимости от диаметра воздухопровода

2.3. В воздухопроводах с диаметром более 200 мм измерения рекомендуется проводить по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.

При числе колец более шести точки измерения определяют по выражению.

$$r_{II} = R_0 \sqrt{\frac{2n-1}{2m}}$$

где r_{II} — расстояние точки измерения от центра воздухопровода мм;

R_0 — радиус воздухопровода, мм;

n — порядковый номер точки измерения от центра;

m — число колец, на которое разбит воздухопровод.

2.4. Для измерения в прямоугольных воздухопроводах сечение разбивают на ряд равных прямоугольников, в центре которых делают измерения.

Результаты исследований и их обсуждение.

3 Порядок проведения испытаний и регулирования.

3.1. Проводят наружный осмотр установки и устраняют все отклонения от проекта. Особое внимание уделяют герметизации укрытий оборудования, воздухопроводов, пылеотделителей, а также режимам работы оборудования, которое обслуживает установка.

3.2. Измеряют статическое и динамическое давление до и после вентилятора.

3.3. Перед сопоставлением фактического режима работы вентилятора с данными каталога необходимо величину замеренного полного давления, создаваемого вентилятором, привести к стандартным условиям: $P = 101,3 \cdot 10^3$, Па, $t = 20^{\circ}C$, $\varphi = 50\%$, $\gamma = 1,2$, кг/м³,

$$H = H_{3AM} \frac{101,3 \cdot 10^3 (273 + t)}{293B}$$

где H_{3AM} — измеренное полное давление вентилятора, Па;

B — барометрическое давление, Па.

3.4. Если рабочая точка совпадает с характеристикой вентилятора, то он работает в паспорт-

ном режиме. При несовпадении рабочей точки с характеристикой вентилятора по каталогу более чем на 6 % следует прекратить измерения, выявить дефекты вентилятора и устранить их, проверяют правильность вращения рабочего колеса, величину зазора между колесом и всасывающим патрубком в радиальном направлении и другие.

3.5. Положение рабочей точки 1 свидетельствует о малом, по отношению к проектному расходе воздуха с увеличением сопротивления сети.

Основной причиной указанного может быть плохая герметизация системы, рисунок 2.

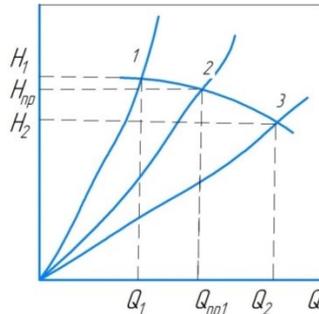


Рисунок 2 – График для определения фактического режима работы вентилятора в сети, соответствующего характеристике по каталогу

3.6. Сопоставляя измеренную и проектную рабочие точки на характеристике вентилятора в сети, добиваются их смещения в положение 2, предусмотренное рабочим проектом.

3.7 Регулирование аспирационных сетей заключается главным образом в достижении требуемого разрежения (10...30 Па) в оборудовании, силосах, бункерах, а также в обеспечении скорости воздуха в горизонтальных участках не менее 14 м/с.

3.8. Необходимое регулирование определяется из результатов предварительных аэродинамических измерений аспирационной сети при паспортной нагрузке на оборудование. В случае значительного, более 25%, отклонения заданного вакуума от требуемого проводят регулирование и наладку сети. Регулирование сети начинают с участка, наименее удаленного от пылеотделителя, и ведут последовательно до конечного участка, добиваясь, установкой добавочных сопротивлений, устойчивого разрежения в оборудовании (10...30 Па).

После этого проверяют скорость воздуха в горизонтальных участках воздухопроводов. Если скорость воздуха на горизонтальных участках окажется ниже требуемой, ее увеличивают путем регулируемого подсоса.

4. Определение санитарно – гигиенической эффективности аспирационной установки.

4.1. Санитарно-гигиеническую эффективность работы аспирационной установки определяют соответствием параметров воздуха санитарным нормам и стандарту на воздух рабочей зоны (ГОСТ 70349 - 2022).

4.2. Воздушную среду помещения анализируют при нормальной загрузке технологического оборудования и при работе аспирационных установок в проектном или рекомендованном, на основе результатов наладочных испытаний, режиме.

4.3. Причины неудовлетворительного результата работы аспирационной установки и необходимые мероприятия по улучшению ее действия определяют на основе характеристики производственных помещений, технологического процесса, источников образования пыли, результатов санитарно – гигиенического обследования воздушной среды и технических испытаний аспирационной установки.

Выводы. Для обеспечения безопасного производства кормов необходимо неукоснительно выполнять требования руководства по технологии комбикормовой продукции, правильной эксплуатации аспирационных систем, регулярному проведению измерений и регулированию их характеристик.

Список источников

1. Демский А.Б., Веденьев В.Д. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов: справочник. М.: ДеЛи принт, 2005. 760 с.
2. Запыленность воздуха на приемном пункте после выгрузки подсолнечного шрота / Т.И. Белова, В.С. Шкрабак, Е.М. Агашков, Р.В. Шкрабак, Н.В. Бугакова, Н.К. Смирнова // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 66. С. 18-26.
3. Исследование запыленности воздуха при приемке подсолнечного шрота / Т.И. Белова, В.С. Шкрабак, Е.М. Агашков, Г.Д. Захарченко, Р.В. Шкрабак // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 117-123.
4. Кошелев А.Н., Глебов Л.А. Производство комбикормов и кормовых смесей. М.: Агропромиздат, 1986. 176 с.
5. Маевская С.Л., Лабутина О.А. Количественно-качественный учет зерна и зернопродуктов. М.: ДеЛи

принт, 2003. 263 с.

6. Методика определения дисперсного состава сыпучего материала и аэрозоли в научных исследованиях и учебном процессе / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гавришук и др. // Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений: материалы международной научно-практической конференции. М.: МИИТ, 2011. Вып. 3. С. 11-16.

7. 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 (261). С. 24-30.

8. Правила организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности. Ч. 1, 2, 3. М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1991.

9. Снижение запыленности при выгрузке сыпучих материалов / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гавришук и др. // Сельский механизатор. 2017. № 5. С. 24-25.

10. Черняев Н.Н. Технология комбикормового производства. М.: Агропромиздат, 1985. 256 с.

11. Analysis of disperse composition of the dust in air of working zone of feed mills / E. Agashkov, T. Belova, D. Terekhov, O. Loboda // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. URL: 10.1088/1757-899X/913/5/052064 (дата обращения 27.05.2022) DOI: 10.1088/1757-899X/913/5/052064.

References

1. Demski A.B., Veden'ev V.D. *Oborudovanie dlya proizvodstva muki, krupy` i kombikormov: spravochnik*. M.: DeLi print, 2005. 760 s.

2. Zapy`lennost` vozdukxa na priemnom punkte posle vy`gruzki podsolnechnogo shrota / T.I. Belova, V.S. SHkrabak, E.M. Agashkov, R.V. SHkrabak, N.V. Bugakova, N.K. Smirnova // *Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2023. # 66. S. 18-26.

3. Issledovanie zapy`lennosti vozdukxa pri priemke podsolnechnogo shrota / T.I. Belova, V.S. SHkrabak, E.M. Agashkov, G.D. Zakxarchenko, R.V. SHkrabak // *Agrarny`j nauchny`j zhurnal*. 2023. # 1. S. 117-123.

4. Koshelev A.N., Glebov L.A. *Proizvodstvo kombikormov i kormovy`kx smesej*. M.: Agropromizdat, 1986. 176 s.

5. Maevskaya S.L., Labutina O.A. *Kolichestvenno-kachestvenny`j uchet zerna i zernoproductov*. M.: DeLi print, 2003. 263 s.

6. Metodika opredeleniya dispersnogo sostava sy`puchego materiala i ae`rozoli v nauchny`kx issledovaniyax i uchebnoy proczesse / E.M. Agashkov, T.I. Belova, V.I. Gavrishhuk i dr. // *Nauchno-pedagogicheskie problemy` transportny`kx uchebny`kx zavedenij: materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii*. M.: MIIT, 2011. Vy`p. 3. S. 11-16.

7. Problemy` opredeleniya dispersnogo sostava py`li v vozdukxe rabochej zony` kombikormovy`kx predpriyatij / T.I. Belova, V.S. SHkrabak, A.P. Savel'ev, E.M. Agashkov // *Bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti*. 2022. # 9 (261). S. 24-30.

8. Pravila organizacii i vedeniya tekhnologicheskogo proczessa proizvodstva produkezii kombikormovoy promy`shlennosti. CH. 1, 2, 3. M.: CZNIITE`I kxleboproduktov, 1991.

9. Snizhenie zapy`lennosti pri vy`gruzke sy`puchix materialov / T.I. Belova, E.M. Agashkov, V.I. Gavrishhuk i dr. // *Sel`skij mekxanizator*. 2017. # 5. S. 24-25.

10. CHernyaev N.N. *Tekhnologiya kombikormovogo proizvodstva*. M.: Agropromizdat, 1985. 256 s.

11. Analysis of di`spersse composi`ti`on of the dust in air of worki`ng zon e of feed mi`lls / E. Agashkov, T. Belova, D. Terekhov, O. Loboda // *I`OP Conference Seri`es: Materi`als Sci`ence and Engi`neeri`ng*. URL: 10.1088/1757-899X/913/5/052064 (data obrashheniya 27.05.2022) DOI: 10.1088/1757-899X/913/5/052064.

Информация об авторах:

Е.Н. Христофоров – доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Н.Е. Сакович – заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, nasa2610@mail.ru.

Information about the authors:

E.N. Khristoforov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Bryansk State Agrarian University.

N.E. Sakovich – Head of the Department of Life Safety and Engineering Ecology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University, nasa2610@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 19.06.2023; одобрена после рецензирования 20.07.2023, принята к публикации 24.07.2023.

The article was submitted 19.06.2023; approved after reviewing 20.07.2023; accepted for publication 24.07.2023.

© Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е.

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 11, межстрочный интервал 1,0. Выравнивание по ширине с установкой переносов, отступ в начале абзаца 1,25. Объем статьи не менее 4 и не более 7 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, на английском языке на отдельной строке, расположение по центру); 3) инициалы и фамилия (фамилии) автора (авторов) с указанием ученой степени, звания, должности и e-mail (строчными буквами по центру на русском и английском языке); 4) полное название учреждения и почтовый адрес (строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают на русском и английском языке); 5) аннотация и ключевые слова на русском языке, 6) аннотация и ключевые слова на английском языке; 7) статья; 8) библиографический список на русском и английском языках (транслитерация). Выполнить транслитерацию на сайте ЦНСХБ по ссылке <http://www.cnsbh.ru/translit/translit.aspx>.

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.