

ВЕСТНИК БРЯНСКОЙ ГСХА

Издаётся с марта
2007 года

Выходит один раз
в два месяца

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

Научный журнал

Журнал включен в Российский
индекс научного цитирования
(РИНЦ).

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

Индекс журнала на сайте
«Объединенного каталога
«Пресса России»
www.ppressa-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 соиска-
ние ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени докто-
ра наук, по научным специально-
стям и соответствующим им отрас-
лям науки:
4.1.1. Общее земледелие и растение-
водство (сельскохозяйственные
науки),
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений (сель-
скохозяйственные науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление,
технологии приготовления кормов и
производства продукции животно-
водства (сельскохозяйственные
науки),
4.3.1. Технологии, машины и обо-
рудование для агропромышленного
комплекса (технические науки).

№ 2 (108)
МАРТ-АПРЕЛЬ 2025
СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Выявление показателей процессов обмена углерода в естественных сообществах лугов
Нечерноземья как характеристика карбонового цикла 3
- Попепаи С.Н., Анищенко Л.Н., Ноздрачева Е.В., Казиминова Т.А., Семышев М.В.**
Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства капустные
(Brassicaceae) к вредителям в условиях лесостепной зоны Предбайкалья 10
- Сагирова Р.А., Шапенкова С.В.**
Использование пестицидов, как одного из элементов технологии возделывания картофе-
ля в Брянской области 15
- Бельченко С.А., Никифоров В.М., Малявко Г.П., Марченко В.М., Толченников А.В.**
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
- Влияние растений и растительных композиций на молочную продуктивность и качество
молока голштинских коров в зимний стойловый период 22
- Ярован Н.И., Ишханова А.А., Агеева А.В., Менякина А.Г.**
Использование комплексной минеральной добавки в рационах стельных сухостойных и
дойных коров 28
- Михалева Е.В., Гамко Л.Н., Подольников В.Е., Менякина А.Г.**
Продуктивность ремонтных телок в зависимости от качества молока 32
- Лаврентьев А.Ю., Упинин Манас С., Упинин Максим С., Глинкин Б.Н.**
Использование витаминизированной добавки в кормлении спортивных лошадей 37
- Яковлева С.Е., Шепелев С.И.**

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Влияние очистки в ультразвуковой ванне на износ деталей с оксидокерамическим покрытием 41
- Козлов А.В., Волженцев А.В., Булавинцев Р.А., Полохин А.М.**
Анализ процесса сжатия соломы при измельчении и плющении 45
- Козлов С.И., Кузюр В.М., Будко С.И., Шилин А.С.**
Критический анализ особенностей конструкции составных плужных лемехов 50
- Фес'ков С.А., Силаев А.Л., Погonyшев В.А.**
Результаты исследований по регулированию нагрузки на рабочие органы дисковой бороны 57
- Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Поликутина Е.С., Леонов В.В.**
Вопросы управления эксплуатацией зерноуборочной техники с использованием метода
моделирования 62
- Ожерельев В.Н., Погonyшев В.А., Погonyшева Д.А., Ульянова Н.Д., Ковалев Я.С.**
Применение электролитических сплавов для повышения долговечности зубьев дорожных
фрез 68
- Зятиков А.С., Кисель П.Е., Кисель Ю.Е., Никитин А.М., Воронин А.А.**
Результаты НИР трудовой охраны научно-педагогической школы СПбГАУ в области без-
опасности технологий, машин и оборудования АПК и задачи на 2025 год 72
- Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В., Сакович Н.Е., Нагоркин М.Н.**

№ 2 (108)
MARCH-APRIL 2025

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

- Identification of indicators of carbon exchange processes in native meadow communities of the
Non-Black Soil Zone as a characteristic of the carbon cycle 3
- S.N. Potsepai, L.N. Anishchenko, Y.V. Nozdracheva, T.A. Kazimirova, M.V. Semyshev**
Comparative evaluation of the resistance of the cabbage family (brassicaceae) oil-bearing crops
to pests in the conditions of forest-steppe zone of Pre-Baikal region 10
- R.A. Sagirova, S.V. Shapenkova**
Use of pesticides as one of the elements of potato cultivation technology in the Bryansk region 15
- S.A. Bel'chenko, V.M. Nikiforov, G.P. Malyavko, V.M. Marchenko, A.V. Tolochennikov**
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE
- Influence of plants and plant compositions on milk productivity and milk quality of holstein
cows in the winter stable period 22
- N.I. Yarovana, A.A. Ishkhanova, A.V. Ageeva, A.G. Menyakina**
Use of a complex mineral supplement in the diets of dry pregnant and dairy cows 28
- Y.V. Mikhalyova, L.N. Gamko, V.Ye. Podol'nikov, A.G. Menyakina**
Productivity of replacement heifers depending on milk quality 32
- A.Yu. Lavrent'yev, Manas S. Upinin, Maxim S. Upinin, B.N. Glinkin**
Using a vitaminized supplement in feeding sports horses 37
- S.Ye. Yakovleva, S.I. Shepelev**

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

- Influence of an ultrasonic bath cleaning on wear of parts with oxido-ceramic coating 41
- A.V. Kozlov, A.V. Volzhentsev, R.A. Bulavintsev, A.M. Polokhin**
Analysis of straw compression process during grinding and flattening 45
- S.I. Kozlov, V.M. Kuzyur, S.I. Budko, A.S. Shilin**
Critical analysis of design features of composite plough shares 50
- S.A. Fes'kov, A.L. Silaev, V.A. Pogonyshchev**
Results of researches on regulating the load on disc harrow working bodies 57
- S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, E.S. Polikutina, V.V. Leonov**
Issues of operation management of grain harvesters using modeling method 62
- V.N. Ozherel'yev, V.A. Pogonyshchev, D.A. Pogonyshcheva, N.D. Ul'yanova, Ya.S. Kovalev**
Application of electrolytic alloys to increase the durability of road milling machine teeth 68
- A.S. Zyatikov, P.Ye. Kisel', Yu.Ye. Kisel', A.M. Nikitin, A.I.A. Voronin**
Research results of the labor protection scientific and pedagogical school of St. Petersburg SAU in the
field of safety technology, machines and equipment of the agro-industrial complex and tasks for 2025 72
- V.S. Shkrabak, Ye.N. Khristoforov, R.V. Shkrabak, N.Ye. Sakovich, M.N. Nagorkin**

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

Редакторы:

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

ISSN 2500-2651.

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

Тираж 250 экз. Подписано в печать 04.04.2025.

Дата выхода в свет 22.04.2025.

Свободная цена.

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

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

Отпечатано в УМИКЦ ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а.

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2025

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); A.V. Pasyнков – Doctor of Biological Sciences, chief researcher of the Agrophysical Research Institute (Saint-Petersburg); T.F. Persikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Belarusian SAA (Gorki); S.M. Sychyov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.E. Berdyshev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.A. Boyko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Gomel STU named after Sukhoi P.O. (Gomel); N.N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); M.N. Erokhin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); N.I. Gavrichenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Vitebsk SAVM (Vitebsk); L.N. Gamko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.Yu. Karpenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Saint-Petersburg SAVM (Saint-Petersburg); S.A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow SAVM named after K.I. Skryabin (Moscow); E.Ya. Lebedko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.A. Tanana – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Grodno SAU (Grodno).

Editors:

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

ISSN 2500-2651.

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

Circulation of 250 copies. Signed to printing - 04.04.2025.

The release date is 22.04.2025.

Free price.

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

E-mail: torikov@bgsha.com.

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

© FSBEI HE Bryansk SAU, 2025



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

Научная статья
УДК 546.26:633.2.03

**ВЫЯВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА УГЛЕРОДА
В ЕСТЕСТВЕННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЛУГОВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ
КАК ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНОВОГО ЦИКЛА**

¹Светлана Николаевна Поцепай, ²Лидия Николаевна Анищенко,
²Елена Владимировна Ноздрачева, ¹Татьяна Александровна Казимирова,
¹Михаил Васильевич Семышев,

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

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

Аннотация. Впервые для шести сообществ естественных лугов в Нечерноземье РФ в пределах Брянской области выявлены данные по скорости разложения органических остатков (фитомассы) трёх хозяйственных групп. На примере сообществ шести ассоциаций лугов установлено, что показатели деструкции бобовых, разнотравья, злаков возрастает в условиях пастбищной нагрузки. Вероятно, слитизация почвы, стимулируемая выпасом, селекционирует устойчивые микроорганизмы – бактерии и почвенные грибы, которые ускоряют процессы разложения фитомассы. Установлено, что независимо от принадлежности луговых сообществ к различным ассоциациям, вклад фактора «ботаническая группа растений» в скорость разложения составил 34 %. Зависимость показателя деструкции у бобовых и злаков от степени преобразования растительного покрова при выпасе статистически значима, для разнотравья – находится на уровне тенденции. Темпы деструкции фитомассы зависят от структуры растительных остатков и химического состава. Возрастающие скорости разложения соединений углерода при увеличении пасторальной нагрузки свидетельствуют об уменьшении вклада в депонирование углерода лугами. Установлено, что ведущий фактор, определяющий продуктивность (чистую первичную продукцию) лугов, – пасторальная нагрузка, которая снижает секвестрацию углерода и уменьшает вклад лугов в его депонирование. Фоновые данные по биомассе надземной части лугов связаны с альфа разнообразием средней положительной и средней отрицательной связью, деструкционные процессы – средней положительной связью. Значения показателей органического вещества почвы коррелируют со скоростью разложения остатков разнотравья на второй и третьей стадии пасторальных преобразований.

Ключевые слова: деструкция, фитомасса, естественные луга, карбоновый цикл, Нечерноземье РФ, Брянская область

Для цитирования: Выявление показателей процессов обмена углерода в естественных сообществах лугов Нечерноземья как характеристика карбонового цикла / С.Н. Поцепай, Л.Н. Анищенко, Е.В. Ноздрачева, М.В. Семышев // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 3-9

Original article

**IDENTIFICATION OF INDICATORS OF CARBON EXCHANGE PROCESSES
IN NATIVE MEADOW COMMUNITIES OF THE NON-BLACK SOIL ZONE
AS A CHARACTERISTIC OF THE CARBON CYCLE**

¹Svetlana N. Potsepai, ²Lidiya N. Anishchenko, ²Yelena V. Nozdracheva,
¹Tat'yana A. Kazimirova, ¹Mikhail V. Semyshev

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

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

Abstract. For the first time, data on the rate of decomposition of organic residues (phytomass) of three economic groups have been identified for six communities of native meadows in the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation within the Bryansk Region. Using the example of communities of six meadow associations, it was established that the destruction rates of legumes, forbs and cereals increase under the conditions of pasture load. Probably, soil compaction, stimulated by grazing, selects resistant microorganisms – bacteria and soil fungi, which accelerate the processes of phytomass decomposition. It was estab-

lished that regardless of the meadow communities belonging to different associations, the contribution of the “botanical group of plants” factor to the rate of decomposition was 34%. The dependence of the destruction index in legumes and cereals on the degree of vegetation cover transformation under grazing is statistically significant, while for forbs it is at the trend level. The rate of phytomass destruction depends on the structure of plant residues and chemical composition. The increasing rates of decomposition of carbon compounds with increasing pastoral load indicate a decrease in the contribution to carbon deposition by meadows. It has been established that the leading factor determining the productivity (net primary production) of meadows is the pastoral load, which reduces carbon sequestration and decreases the contribution of meadows to its deposition. The background data on the biomass of the aboveground part of meadows are connected with alpha diversity by an average positive and average negative relationship, destructive processes with an average positive relationship. The values of soil organic matter indicators correlate with the decomposition rate of residues of forbs at the second and third stages of pastoral transformations.

Keywords: destruction, phytomass, natural meadows, carbon cycle, Non-Black Soil Zone of the Russian Federation, Bryansk Region

For citation: Identification of indicators of carbon exchange processes in native meadow communities of the Non-black Soil Zone as a characteristic of the carbon cycle / S.N. Potsepai, L.N. Anishchenko, E.V. Nozdracheva, M.V. Semyshev // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 3-9

Введение. Антропогенное преобразование луговых сообществ, прежде всего, изменяет не только видовой состав доминирующих хозяйственных групп растений, но и скорость преобразования органических веществ, соединений углерода [1,2]. Аэровоздействие, рекреационная деградация почв, пестицидное загрязнение, воздействие токсичных трансграничных поллютантов изменяют биогеоценоз луга, преобразуя почвенный покров, замедляя взаимодополняющие процессы – накопление и высвобождение углеродных соединений: первичный синтез живого вещества и его разрушение, ведущее к пополнению в почве запасов гумуса и элементов минерального питания (Базилович Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот па пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 376 с.) [3,12,13]. Исследования, отражающие процессы образования и разложение органики, немногочисленны [3,5,6]. Для лугов Нечерноземья РФ в пределах Брянской области изучены процессы преобразования группы органических веществ в составе побеговой массы растений и решена **цель запланированных исследований** по карбоновой проблеме – представить данные по оценке скорости разложения фитомассы и растительных остатков на лугах и выявить корреляционные связи по консервации и высвобождению углерода. Синтез органики на лугах идёт на первом трофическом уровне, разложение – при объединении всех пищевых уровней, часто выходит за пределы фитоценоза [9,11].

Материалы и методы исследований. За годы наблюдений получены данные для шести видов сообществ, различающихся по положению в рельефе и условиям экотопа. Эколого-агробиологическому анализу подверглись луга разной степени антропогенной нагрузки: пастбищной дигрессии. Рассматривались луга фоновые, 1, 2 и 3 степени пасторальных преобразований. Погодные условия в годы проведения мониторинговых исследований по оценке преобразования соединений углерода (2021-2024 гг.) определялись как типичные для региона: анализ климатических условий вегетационных периодов свидетельствует о том, что за весь период исследований средняя температура воздуха с апреля по август была несколько выше среднегодовых значений. Применялись общепринятые методики геоботанического обследования, оценки продуктивности травостоя с определением хозяйственно-ценных групп растений. Исследования проводились на пробных площадях (ПП), где определяли показатели видовой структуры для экологической оценки среды по индикаторным шкалам Г. Элленберга (1991) (Zeigerwerte von Pflazen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Dull et al. // Scripta Geobotanica. 1992. V. XVIII, 2. Aufl. 258 p). Синтаксономия луговой растительности разработана в соответствии с общими установками метода J. Braun-Blanquet (1964) (Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. 3. Aufl. Wien: New York, 1964. 865 p.). Пробы почвы, пробоподготовку осуществляли общепринятыми способами [8]. Деструкцию оценивали аппликационными методами: выявляли потенциальную деструкцию (измерение в оптимальных факторостатных условиях в лаборатории) и актуальную (измерение непосредственно в природе) скоростей деструкции целлюлозы (Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1987. 255 с.). Для изучения потенциальной скорости деструкции в качестве экспонированного материала использовали воздушно-сухую надземную фитомассу, образцы почвы (Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игловиков, И.П. Минина, И.А. Цаценкин и др.; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1971. 232 с.; Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.). Растительные остатки экспонировали в течение 2 месяцев в почвах с того же участка (Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1987. 255 с.).

Лабораторными способами выявляли органические вещества почвы (С орг), укосными методами и методом почвенных монолитов выявляли надземную и подземную фитомассу (Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игловиков, И.П. Минина, И.А. Цаценкин и др.; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1971. 232 с.). Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методам (Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.).

Результаты и их обсуждение. Скорость деструкции фитомассы рассматривалась для сообществ ассоциаций: *Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčeková 1978, *Fillpendulo ulmariae–Festucetum rubrae* Bulokhov 1990, *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 – сырые (заливные) луга, *Anthoxantho–Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969, *Festuco ovinae–Koelerium delavignei* Bulokhov 1994, *Anthyllidi-Trifolietum montani* Matuszkiewicz 1981 – ксерофитные (сухие луга). Данные по биологическому разнообразию сообществ показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Эколого-биологические характеристики сообществ лугов

Сообщества ассоциаций	Баллы *			Число видов на 100 м ²	Продуктивность, ц/га
	В	К	N		
1 <i>Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae</i>	7,1	5,6	4,7	21	14,7
2 <i>Fillpendulo ulmariae–Festucetum rubrae</i>	6,4	5,8	5,0**	26	19,5
3 <i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	6,7	6,4	5,3	19	18,7
4 <i>Anthoxantho–Agrostietum tenuis</i>	4,0	4,3	3,6	16	10,5
5 <i>Festuco ovinae–Koelerium delavignei</i>	4,2	5,7	5,1	17	6,5
6 <i>Anthyllidi-Trifolietum montani</i>	3,4	6,2	3,2	14	7,6

Примечание. * В – показатели влажности субстрата, К – показатели кислотности субстрата, N – показатели содержания азота. ** шрифтом выделены баллы по шкалам Г. Элленберга с умеренными показателями содержания азота в почве.

Продуктивность сообществ ассоциаций луговой растительности в таблице 2. Величины фитомассы в укосах в период максимального развития и подземной фитомассы используется для характеристики первичной продукции.

Таблица 2 – Фитомасса надземной и подземной частей сообществ лугов

Сообщества ассоциаций	Надземная фитомасса, г/м ² (M±m)				Подземная фитомасса, г/м ² (M±m)			
	фон	1	2	3	фон	1	2	3
1. <i>Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae</i>	282±12,7	275±12,6	252±11,4	238±10,7	347±15,6	342±15,3	320±14,2	310±14,0
2. <i>Fillpendulo ulmariae–Festucetum rubrae</i>	274±12,4	263±12,0	242±11,5	222±11,1	355±15,3	343±15,6	319±14,4	309±14,1
3. <i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	292±12,9	275±12,5	246±11,3	217±11,0	361±15,9	352±14,8	325±14,5	3109±14,1
4. <i>Anthoxantho–Agrostietum tenuis</i>	227±11,7	215±11,0	198±10,5	137±10,1	335±14,9	328±14,1	308±14,4	199±14,1
5. <i>Festuco ovinae–Koelerium delavignei</i>	218±11,6	203±10,9	178±10,5	146±10,1	338±14,3	326±14,0	301±13,7	182±13,5
6. <i>Anthyllidi-Trifolietum montani</i>	209±11,3	179±10,5	149±10,4	132±10,2	328±14,1	319±14,0	297±13,7	281±13,2

Значения продукции надземной фитомассы (г/м²) меньше, чем для показателей подземной массы частей растений для всех сообществ лугов. При воздействии выпаса от первой до третьей стадии дигрессии показатели растительной массы снижаются: эти данные достоверны для всех сообществ между фоном и третьей стадией нарушений. Фитомасса, собранная для анализа в период её максимального развития в летний сезон, не включает биомассу растений, отмирающих в течение сезона. Направление изменений величины фитомассы на лугах соответствуют стадиям разного сукцессионного возраста сообществ, что было отмечено ранее для всех луговых сообществ. Поэтому ведущий фактор, который определяет продуктивность лугов – сукцессионный возраст, при том модифицирует эти изменения перевыпас, оцененный по стадиям пасторальной дигрессии. Фоновые данные по массе надземной части луговых сообществ связаны с альфа-разнообразием (числом видов на 100 м²) лугов: $r = 0,62$ (средняя положительная), фитомасса надземной части: $r = -0,57$ (средняя отрица-

тельная). При уменьшении числа видов продукция сообществ лугов снижается от 12 до 18 %. Изменения видового разнообразия может влиять на производство и процессы разложения (деструкции) органического вещества, что и было выяснено в ходе анализа процессов разложения отмерших растительных остатков.

Значения по скорости разложения фитомассы хозяйственных групп лугов – бобовых, разнотравья и злаковых – в почве участков рассмотрены на рисунках 1-4.

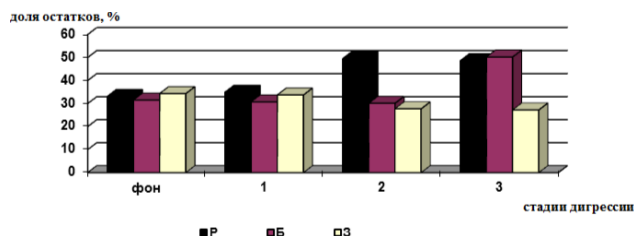


Рисунок 1 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978

Примечание. Доля остатков, % – доля разложившихся растительных остатков в % за период в 2 месяца. Стадии дигрессии: фон, первая, вторая, третья. Р – разнотравье, Б – бобовые, З – злаковые.

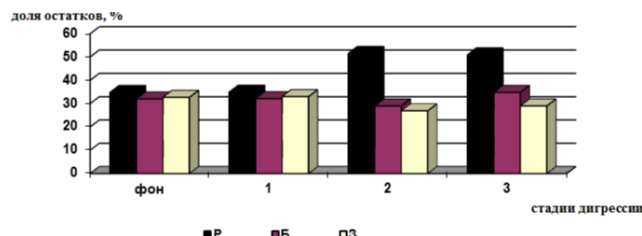


Рисунок 2 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Fillpendulo ulmariae-Festucetum rubrae* Bulokhov 1990

Примечание. Обозначения аналогичны рисунку 1.

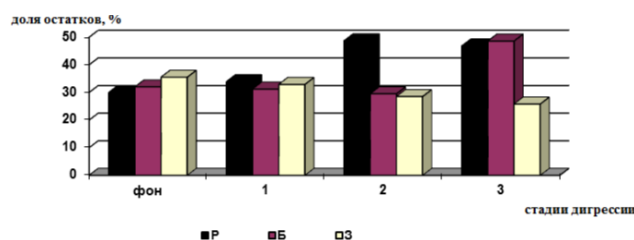


Рисунок 3 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987

Примечание. Обозначения аналогичны рисунку 1.

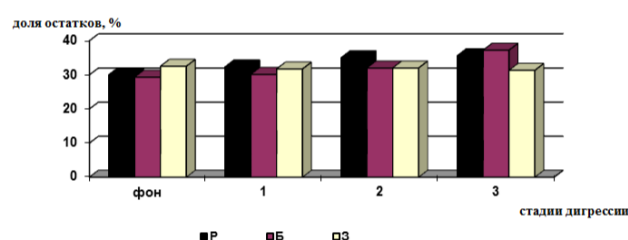


Рисунок 4 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969

Примечание. Обозначения аналогичны рисунку 1.

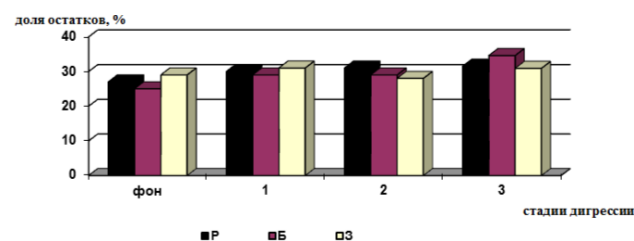


Рисунок 5 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Festuco ovinae-Koelerium delavignei* Bulokhov 1994

Примечание. Обозначения аналогичны рисунку 1.

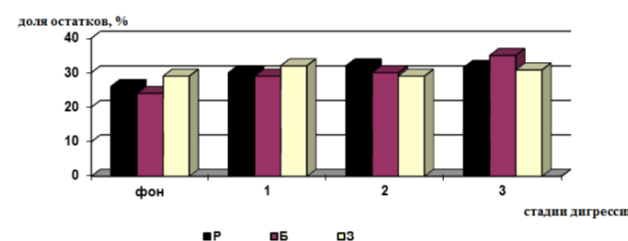


Рисунок 6 – Показатели разложившихся остатков за экспонируемый период фитомассы сообществ ассоциации *Anthyllidi-Trifolietum montani* Matuszkiewicz 1981

Примечание. Обозначения аналогичны рисунку 1.

Установлено, что с ростом класса пасторальной дигрессии доля разложившихся растительных остатков разнотравья и бобовых растений увеличивается от 30 до 48-50 %, у злаковых растений – снижается. Однако для фитомассы суходольных лугов из душистого колоска и полевицы тонкой (рис. 4) эти различия сглажены, остатки злаковых растений разлагаются практически с одинаковой скоростью на всех стадиях воздействия. Аналогичные результаты получены для фитомассы ксерофитных лугов овсяницы овечьей и келерии (рис. 5), и язвенниково-горноклеверного (рис. 6). Зависимость показателя деструкции у бобовых и злаков от степени преобразования растительного покрова при выпасе статистически значима ($r = 0,67$ и $-0,45$), для разнотравья – находится на уровне тенденции ($r =$

0,23). Вклад фактора «ботаническая группа растений» в скорость разложения составил 34 %. Полученные лабораторные результаты свидетельствуют о роли антропогенного преобразования лугов при выпасе и состава растительных остатков в изменении скорости деструкции органического вещества, что отмечалось авторами [4,5].

В натуральных экспериментах получены данные по числу разложившегося растительного материала (актуальная скорость разложения, табл. 3).

Таблица 3 – Скорость разложения фитомассы (% за период от исходной массы) различных хозяйственных групп на естественных лугах

Хозяйственные группы	Стадии преобразования лугов			
	фон	1	2	3
	ассоциации <i>Lysimachio vulgaris</i> – <i>Filipenduletum ulmariae</i>			
Б	24,45 ± 1,62	26,35 ± 3,36	39,95 ± 2,66	31,72 ± 1,63
З	23,66 ± 1,04	24,72 ± 1,35	31,18 ± 1,92	19,96 ± 1,06
Р	24,58 ± 1,21	39,68 ± 1,43	46,34 ± 3,40	51,89 ± 1,95
	ассоциации <i>Filipendulo ulmariae</i> – <i>Festucetum rubrae</i>			
Б	33,96 ± 1,63	25,48 ± 1,54	42,73 ± 1,51	45,69 ± 4,53
З	32,14 ± 1,13	31,93 ± 2,96	37,19 ± 1,81	45,67 ± 1,86
Р	37,69 ± 2,15	43,10 ± 2,44	60,95 ± 1,77	65,14 ± 2,16
	ассоциации <i>Poo palustris</i> – <i>Alopecuretum pratensis</i>			
Б	31,96 ± 1,71	28,55 ± 2,17	39,94 ± 2,72	42,25 ± 1,52
З	26,54 ± 3,13	32,61 ± 1,58	35,98 ± 1,23	39,04 ± 2,77
Р	33,93 ± 1,65	45,07 ± 1,17	61,32 ± 1,19	59,88 ± 1,10
	ассоциации <i>Anthoxantho</i> – <i>Agrostietum tenuis</i>			
Б	32,59 ± 2,13	23,53 ± 3,77	41,87 ± 0,54	48,79 ± 2,57
З	27,81 ± 1,90	30,59 ± 2,59	41,93 ± 2,67	45,29 ± 3,75
Р	36,86 ± 2,08	33,62 ± 2,44	55,34 ± 5,29	54,49 ± 2,45
	Ассоциация <i>Festuco ovinae</i> – <i>Koelerium delavignei</i>			
Б	25,32 ± 1,68	22,42 ± 1,53	39,15 ± 2,79	38,45 ± 1,76
З	23,90 ± 1,11	25,12 ± 1,55	33,46 ± 1,73	20,57 ± 1,11
Р	25,94 ± 1,17	35,49 ± 2,42	52,76 ± 2,54	54,83 ± 1,49
	Ассоциация <i>Anthyllidi</i> – <i>Trifolietum montani</i>			
Б	26,31 ± 1,72	24,72 ± 1,69	40,22 ± 2,31	41,75 ± 2,57
З	22,68 ± 1,53	28,58 ± 1,91	32,46 ± 1,98	26,50 ± 1,26
Р	29,86 ± 1,58	37,14 ± 2,35	49,72 ± 2,46	51,22 ± 3,18

Примечание. Хозяйственные группы растений лугов – Б, З, Р – аналогичны рисунку 1.

При установлении актуальной скорости разложения органических остатков получены аналогичные потенциальной скорости данные. В естественных условиях наблюдений число разложившихся остатков за период экспонирования, выраженное в % от исходной массы, повышается с ростом антропогенной пастбищной нагрузки. Таким образом, деструкционные процессы на лугах, подверженных пасторальной нагрузке идут быстрее, чем на фоновых участках. Следовательно, процессы высвобождения углерода органических соединений повышают риск карбоновой проблемы и замедляют процессы фиксации соединений углерода (Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 376 с.) [4]. Видимо, процессы разложения ускоряют устойчивые к слитизации почвы деструкторы групп прокариот и микробиоты. При различной организации исследований по темпам разложения остатков фитомассы для фоновых условий и для первой стадии пастбищной нагрузки и преобразования лугов сохраняется ряд – разнотравье > бобовые > злаковые. При второй и третьей стадии пасторальной дигрессии бобовые по этому показателю могут меняться со злаковыми, либо число разложившегося растительного материала у двух хозяйственных групп лугов примерно равное.

В зависимости от условий влажности луговых сообществ отмечены менее высокие значения скорости актуальной деструкции по сравнению с суходольными (ксерофитными) лугами. Наибольшая скорость разложения остатков разнотравья выявлена для луговых сообществ с лабазником и овсяницей красной (65,14 – третья стадия дигрессии, 60,95 – вторая стадия); для лугов с мятликом болотным и лисохвостом (61,32 – вторая стадия дигрессии). Незначительные скорости деструкции на сырых и ксерофитных лугах установлены для фитомассы злаков: особенно низкие показатели – для суходольных лугов.

Актуальная скорость деструкции, аналогично потенциальной скорости, зависит от многих факторов, выделенных, в том числе и по литературным источникам. Зависимость скорости разложения растительных остатков обратно пропорциональна количеству целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина в их клеточных оболочках. Виды растений, содержащих в клеточных стенках большое количество целлюлозы и гемицеллюлозы, имеют низкую скорость разложения. Также подтверждён факт, что скорость разложения растительного материала находится в прямой зависимости от содержания в нем зольных элементов и азота. Кроме химического состава на темпы деструкции влияют анатомо-морфологические особенности видов, входящих в состав разлагающегося материала.

Данные по альфа-разнообразию луговых сообществ связаны с процессами деструкции органических веществ в общем отпаде растительной биомассы: $r = -0,51$ (средняя положительная связь). Анализ результатов экспериментов позволил установить меньшую зависимость процессов разложения фитомассы (органических веществ) от видового богатства сообществ. Значит, потери углерода в меньшей степени зависят от вида луговых сообществ.

Результаты определения органических веществ почвы при стадиях дигрессии лугов различного характера увлажнения, кислотности и содержания азота показаны в таблице 4. Эти показатели также связаны с внешними факторами, в том числе и погодными условиями периода вегетации растений.

Таблица 4 – Количественные характеристики содержания органического углерода для почв лугов на стадиях дигрессии

Сообщества ассоциаций луговой растительности	Содержание Сорг, % $M \pm m$		
	фон	2 стадия	3 стадия
1 <i>Lysimachio vulgaris</i> – <i>Filipenduletum ulmariae</i>	2,19±0,3	2,05±0,3	1,94±0,3
2 <i>Filipendulo ulmariae</i> – <i>Festucetum rubrae</i>	2,97±0,3	2,54±0,3	2,15±0,3
3 <i>Poo palustris</i> – <i>Alopecuretum pratensis</i>	2,15±0,2	2,0±0,2	1,85±0,2
4 <i>Anthoxantho</i> – <i>Agrostietum tenuis</i>	1,86±0,2	1,73±0,2	1,50±0,2
5 <i>Festuco ovinae</i> – <i>Koelerium delavignei</i>	1,72±0,2	1,65±0,2	1,42±0,2
6 <i>Anthyllidi</i> – <i>Trifolietum montani</i>	1,93±0,2	1,75±0,2	1,51±0,2

Заключение. Показатели для органического вещества почвы разнородны, однако для почв лугов заливных, характеризующихся значительным развитием разнотравья и злаков, Сорг выше, чем для суходольных лугов с незначительным содержанием азота (по шкалам Элленберга). При исследованиях второй и третьей стадии дигрессии значения Сорг снижаются: наименьшими значениями характеризуются почвы сообществ ассоциации *Festuco ovinae*–*Koelerium delavignei* и *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis*. Эти данные согласовываются с ранее проведёнными исследованиями по эколого-биологическим характеристикам биокосного компонента лугов Нечерноземья РФ [3]. Различия в содержании Сорг статистически недостоверно для стадий пасторальной дигрессии и видов растительных сообществ лугов.

Наибольшая связь показателей органического вещества почвы выявлена для влажности почв (по баллам шкалы Г. Элленберга, таблица 1) – $r=0,76$ (высокая), для содержания в почвах азота – $r=0,79$ (высокая).

Значения Сорг коррелируют со скоростью разложения остатков разнотравья на второй и третьей стадии пасторальных преобразований в сообществах ассоциаций *Filipendulo ulmariae*–*Festucetum rubrae* ($r=0,69$, средняя корреляция), и *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* ($r=0,72$, высокая корреляция). Вероятно, можно утверждать о некоторой связи между содержанием Сорг и скоростью разложения растительных остатков, связанной со структурой растительного материала.

Таким образом, количество разложившегося растительного материала, выраженного в процессах от исходной массы, связано с различными факторами, в том числе и внутренними – ботаническим составом сообществ лугов, внешними – накоплением органического вещества в почве и видовым разнообразием.

Список источников

1. Zhang, S., Lin, J., Wang, P., and Zhu, B. The direct and legacy effects of drying-rewetting cycles on active and relatively resistant soil carbon decomposition // *Land Degrad.Dev.* 2023. 34. Pp. 2124–2135.
2. Bai, Y., and Cotrufo, M. F. Grassland soil carbon sequestration: current understanding, challenges, and solutions // *Science*. 2022. 377. Pp. 603–608.
3. Почвы ксерофитных лугов Среднего Подесенья: к вопросам накопления органических веществ и биохимической активности / С.Н. Поцепай, Л.Н. Анищенко, М.В. Семышев, П.П. Атрошенко // *Аграрная наука*. 2024. Т. 380, № 3. С. 109–114.
4. Effects of plant diversity on soil carbon in diverse ecosystems: A global meta-analysis / X. Chen

et al. // Biol. Rev. 2020. Vol. 95. Pp. 167–183.

5. The positive effect of plant diversity on soil carbon depends on climate / M. Spohn et al. // Nature Communications. 2023. № 14 (1). Pp. 6624.

6. Comparative assessment of the decomposition rate of plant litterfall in spruce and pine forests at the northern distribution limit / E.A. Ivanova, M.A. Danilova, V.E. Smirnov, V.V. Ershov // Forest Science Issues. 2024. Vol. 6, № 3. Article 132.

7. Zeigerwerte von Pflazen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Dull et al. // Scripta Geobotanica. 1992. V. XVIII, 2. Aufl. 258 p.

8. ГОСТ 17.4.4.02-17. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, 2018. 14 с.

9. Благовещенский Г.В., Конончук В.В., Тимошенко С.М. Углеродная секвестрация в травяных экосистемах // Кормопроизводство. 2019. № 9. С. 16-21.

10. Калов Р.О., Гакаев Р.А. Место природных травяных экосистем в глобальном углеродном балансе // Проблемы региональной экологии. 2022. № 6. С. 50-54.

11. Кулистикова Т. Путь к углеродной нейтральности. Какую роль будет играть сельское хозяйство в декарбонизации экономики // Агроинвестор. 2022. № 2. С. 37-48.

12. Столовой В.С. Регенеративное земледелие и смягчение изменений климата // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 19-26.

13. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Продуктивность травяных экосистем. – М.: ООО «Издательство МБА», 2020. 100 с.

Информация об авторах:

С.Н. Поцепай - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Агрономического Института, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, snpotsepai@yandex.ru.

Л.Н. Анищенко - доктор сельскохозяйственных наук; профессор, профессор кафедры географии, экологии землеустройства, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского», eco_egf@mail.ru.

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

Т.А. Казимирова - кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, tkazimirova@bk.ru

М.В. Семышев - кандидат педагогических наук, доцент Агрономического Института, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, mwsemm@mail.ru.

Information about the authors:

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

L.N. Anishchenko - Doctor of Agricultural Sciences; Professor, Professor of the Department of Geography, Ecology of Land Management, Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky", eco_egf@mail.ru

Ye.V. Nozdracheva - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky", eco_egf@mail.ru

T.A. Kazimirova - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Bryansk State Agrarian University, tkazimirova@bk.ru

M.V. Semyshv - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Agronomic Institute, Bryansk State Agrarian University, mwsemm@mail.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 07.02.2025, одобрена после рецензирования 21.02.2025, принята к публикации 28.02.2025.

The article was submitted 07.02.2025, approved after reviewing 21.02.2025, accepted for publication 28.02.2025.

© Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Ноздрачева Е.В., Семышев М.В.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.85:632.7 (571.53)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ (*BRASSICACEA*) К ВРЕДИТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Роза Агзамовна Сагирова, Светлана Владиславовна Шапенкова
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, Иркутская область, Молодежный, Россия

Аннотация. В период с 2019 по 2021 годы на опытном поле агрономического факультета Иркутского ГАУ в поселке Молодежный проводились исследования устойчивости к вредителям четырех перспективных масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*), а именно горчицы белой (*Sinapis alba*), рапса (*Brassica napus*), редьки масличной (*Raphanus sativus*) и рыжика (*Camelina sativa*). Выбор этих культур обусловлен их потенциальной ценностью для сельского хозяйства Сибирского региона, характеризующегося специфическими климатическими условиями. Резко-континентальный климат с коротким, умеренно теплым летом (сумма активных температур 1500-1700°C) и коротким безморозным периодом (94 дня) создает серьезные вызовы для сельскохозяйственного производства. Недостаток влаги является одним из главных лимитирующих факторов. Среднегодовое количество осадков составляет всего 320-340 мм, причем 220-260 мм выпадают в летние месяцы, что приводит к периодическим засухам и повышает стресс для растений, делая их более уязвимыми для вредителей. Основными вредителями, обнаруженными в ходе исследований, были крестоцветные блошки (*Phyllotreta cruciferae*), которые заселяли посевы только в фазу всходов. Рыжик проявил наибольшую устойчивость к этим вредителям, в то время как горчица белая, рапс и редька масличная оказались более подверженными их воздействию. Активность крестоцветных блошек, во многом зависела от метеорологических условий, особенно от температуры. Это позволило вредителям размножиться и превысить экономический порог вредоносности. Для защиты культур была проведена обработка инсектицидом Децис Профи (дельтаметрин 250 г/л), которая оказалась эффективной на протяжении всего вегетационного периода. Биологическая эффективность инсектицида варьировала от 50 до 93% в зависимости от культуры: например, для горчицы белой – 71-84%, рапса – 88-93%, редьки масличной – 76-84%, рыжика – 50-60%. Других вредителей на посевах не было обнаружено. Несмотря на различную степень повреждения культур, существенных потерь урожая не было выявлено. Таким образом, полученные результаты, безусловно, являются важной составляющей для разработки эффективных систем защиты масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) от вредителей в условиях Предбайкалья.

Ключевые слова: масличные культуры, горчица белая, рапс, редька масличная, рыжик, вредители, крестоцветные блошки.

Для цитирования: Сагирова Р.А., Шапенкова С.В. Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства капустные (*Brassicaceae*) к вредителям в условиях лесостепной зоны Предбайкалья // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 10-14.

Original article

COMPARATIVE EVALUATION OF THE RESISTANCE OF THE CABBAGE FAMILY (*BRASSICACEAE*) OIL-BEARING CROPS TO PESTS IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE ZONE OF PRE-BAIKAL REGION

Roza A. Sagirova, Svetlana V. Shapenkova
Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk region, s. Molodezhny, Russia

Abstract. In the period from 2019 to 2021, pest resistance researches in four promising oil-bearing-crops of the *Brassicaceae* family, namely white mustard (*Sinapis alba*), rapeseed (*Brassica napus*), oil radish (*Raphanus sativus*) and gold-of-pleasure (*Camelina sativa*) were conducted on the experimental field of the agronomy faculty of the Irkutsk State Agrarian University in the settlement of Molodezhny. These crops were chosen due to their potential value for agriculture in the Siberian region, which is characterized by specific climatic conditions. The sharply continental climate with short, moderately warm summers (sum of active temperatures 1500-1700 °C) and a short frost-free period (94 days) creates serious challenges for agricultural production. Lack of moisture is one of the main limiting factors. The average annual rainfall is only 320-340 mm, with 220-260 mm falling in the summer months, that leads to periodic droughts and increases stress on the plants, making them more vulnerable to pests. The main pests detected during the researches were the cruciferous fleas (*Phyllotreta cruciferae*), which infested the crops only during in the germination phase. The gold-of-pleasure showed the greatest resistance to

these pests, while white mustard, rapeseed and oil radish were more susceptible to their effects. The activity of cruciferous fleas was largely dependent on meteorological conditions, especially temperature. This allowed pests to multiply and exceed the economic threshold of harmfulness. To protect the crops, insecticide Decis Profi (deltamethrin 250 g/l) treatment was carried out, which proved effective throughout the growing season. The biological effectiveness of the insecticide varied from 50 to 93 per cent depending on the crop: for example, for white mustard - 71-84%, rapeseed - 88-93%, oil radish - 76-84%, gold-of-pleasure - 50-60%. No other pests were found on crops. Despite varying degrees of crop damage, no significant crop losses were identified. Thus, the results obtained are undoubtedly an important component for the development of effective systems of protection of oil-bearing crops of the family Cabbage (*Brassicaceae*) from pests in the conditions of Pre-Baikal region.

Keywords: oil-bearing-crops, white mustard, rapeseed, gold-of-pleasure, oil radish, pests, cruciferous fleas.

For citation: Sagirova R.A., Shapenkova S.V. Comparative evaluation of the resistance of the cabbage family (*Brassicaceae*) oil-bearing crops to pests in the conditions of forest-steppe zone of pre-baikal Region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 10-14.

Введение. Расширение посевных площадей, отведенных под масличные культуры семейства Капустные (*Brassicaceae*), является многообещающим направлением в современном сельском хозяйстве, способным существенно способствовать обеспечению продовольственной безопасности и устойчивому развитию сельскохозяйственного сектора регионов Российской Федерации [1]. Среди наиболее перспективных масличных культур, входящих в это семейство, используется озимый и яровой рапс (*Brassica napus*), озимый и яровой рыжик (*Camelina sativa*), горчица (*Sinapis*), редька масличная (*Raphanus sativus*), сурепица (*Brassica campestris*), крэмбе абиссинская (*Crambe abyssinica*). Они обладают рядом преимуществ, таких как: способность обеспечивать высокие урожаи, содержание в семенах уникального жирно-кислотного состава масла, включая Омега-3, которые важны для здоровья человека, а также широкий спектр применения в различных отраслях промышленности [2].

В настоящее время, благодаря исследованиям и практическим разработкам ведущих научно-исследовательских учреждений нашей страны, подтверждается значимый потенциал и важность масличных культур, особенно тех, которые относятся к представителям семейства Капустные. Так, в Пензенском НИИСХе ведется активная работа по изучению и селекции этих масличных культур. Ученые проводят исследования, направленные на повышение урожайности, качества масла, устойчивости к болезням и вредителям [3]. Важно отметить, что расширение производства масличных культур ведет к развитию перерабатывающих предприятий, модернизации отрасли и повышению ее конкурентоспособности. В Краснодарском НИИ приводятся разнообразные исследования, в которых отмечается, что изменения на внутреннем рынке масложирового подкомплекса России обусловлены растущей инвестиционной активностью, как в производстве сырья, так и в строительстве и запуске новых перерабатывающих мощностей [4]. Необходимо отметить, что существенным препятствием для увеличения производства масличных капустных культур и их расширенного использования являются около 50 видов вредителей, которые представлены как многоядными, так и специализированными видами. Среди многочисленных вредителей можно выделить: крестоцветных блошек (*Phyllotreta cruciferae*), рапсового цветоеда (*Meligethes aeneus*), крестоцветных клопов (*Eurydema*), семенного скрытнохоботника (*Ceutorhynchus assimilis*), гусениц стручковой огневки (*Evergestis extimalis*), капустную моль (*Plutella xylostella*), листоедов (*Chrysomelidae*), белянок (*Pieridae*), совок (*Noctuidae*), лугового мотылька (*Loxostege sticticalis*), рапсового пилильщика (*Athalia rosae*) [5].

Как считают ученые и практики при ведении структурных площадей масличных культур семейства Капустные своевременная и соответствующая защита растений при их возделывании – повышает их урожайность до 3,5-4,0 т/га маслосемян [2, 6].

Согласно данным ФГБУ ВО «Россельхозцентр» по Иркутской области, основным вредителями на территории области являются крестоцветные блошки, капустная моль, рапсовый пилильщик и рапсовый цветоед. Повреждения этих вредителей могут привести к снижению урожайности на 25-30%, ухудшению качества продукции, а в некоторых случаях – полному уничтожению посевов [7]. В связи с этим важны защитные мероприятия, а именно проведение обследования посевов, что приобретает особую важность в технологии их возделывания. Отслеживание вредителей особенно на ранних стадиях развития растений позволяет эффективно контролировать их количество и предотвращать значительные убытки.

Цель исследований – провести сравнительную оценку устойчивости масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) к вредителям в условиях Предбайкалья.

Материалы и методика исследований. Полевые исследования проводились в период с 2019 по 2021 годы в условиях лесостепной зоны Предбайкалья на опытном поле агрономического факультета Иркутского ГАУ, расположенном в поселке Молодежный Иркутской области. Место проведения исследований представляет собой участок с серой лесной тяжелосуглинистой почвой, характеризующейся сред-

ним содержанием гумуса 3-4%. Важно отметить, что данная почва обладает повышенным содержанием обменных форм кальция и магния, а также имеет слабокислую реакцию почвенного раствора.

Климат региона является резко-континентальным. Вегетационный период непродолжителен и отмечается умеренно высокими температурами, при этом сумма активных температур варьируется в пределах 1500-1700°C, а безморозный период составляет по среднесуточным данным – 94 дня. Основной проблемой является неравномерное распределение осадков. Годовое количество осадков составляет 320-340 мм, причем 220-260 мм выпадает в летний период [8]. Данные метеопоста в селе Пивовариха Иркутского района (ФГБНУ НИИСХ) подтверждают значительные колебания, как температуры, так и количества осадков. Однако, несмотря на это, климатические условия оставались благоприятными для роста и развития исследуемых масличных культур из семейства Капустные.

Опыт по сравнительной оценке устойчивости масличных культур семейства Капустные включал следующие культуры яровых форм: горчица белая, рапс, редька масличная, рыжик.

Опыт закладывался в четырехкратной повторности при рендомизированном размещении делянок, учетная площадь составляла 25 м². Посев культур осуществлялся во второй декаде мая рядовым способом в 15 см с нормой высева: горчицы белой – 15 кг/га, рапса – 15 кг/га, редьки масличной – 20 кг/га, рыжика – 10 кг/га.

В исследованиях использовались районированные сорта в Иркутской области: рапс – Ратник, редька масличная – Тамбовчанка, рыжик – Чулымский и сорт горчицы белой – Радуга, который допущен к использованию в регионах России [9]. Для защиты посевов от вредителей потребовалось проведение надземной инсектицидной обработки препаратом Децис Профи (дельтаметрин 250 г/л) (в период проведения исследований данный препарат входил в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации) [10, 11].

При выполнении исследований руководствовались Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, разработанной Всероссийским научно-исследовательским институтом масличных культур имени В.С. Пустовойта [12].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения обследований на наличие вредителей посевов масличных культур семейства Капустные, таких как горчица белая, рапс, редька масличная, рыжик в условиях Предбайкалья было выявлено, что наибольшей активностью обладают крестоцветные блошки. Заселение посевов этим вредителем носило массовый характер и наблюдалось в начальный периода роста и развития – в фазу всходов. При этом стоит отметить, что посевы рыжика страдали от вредителя в меньшей степени, чем горчица белая, рапс и редька масличная.

Среднее количество крестоцветной блошки в годы исследований перед применением инсектицида значительно варьировало и составляло: у горчицы белой – от 32 до 35 шт/м², у рапса – от 15 до 20 шт/м², у редьки масличной – от 25 до 30 шт/м², у рыжика – от 4 до 5 шт/м² (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

Как известно, экономический порог вредоносности крестоцветных блошек в период всходов различен для каждой культуры: для горчицы белой – не более 20 шт/м², для рапса – не более 3 шт/м², для редьки масличной – не более 9 шт/м², для рыжика – не более 4 шт/м² [13].

Следует отметить, что по результатам наших исследований установлено – активность крестоцветных блошек, во многом зависела от метеорологических условий, в частности от температурного режима. Превышение среднегодового показателя температуры воздуха отразилось на активности популяции крестоцветной блошки, и как следствие, усилению вредоносности. Это привело к повышению степени повреждения растений выше экономического порога вредоносности, что требовало принятия соответствующих защитных мер – обработки средствами защиты, а именно инсектицидом Децис Профи.

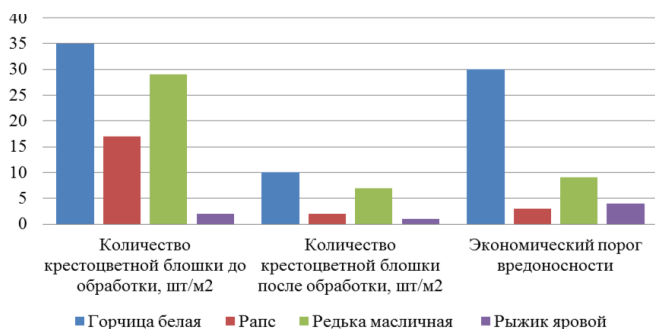


Рисунок 1 – Численность крестоцветной блошки до и после применения препарата Децис Профи на посевах горчицы белой, рапса, редьки масличной, рыжика в условиях лесостепной зоны Предбайкалья, 2019 г.

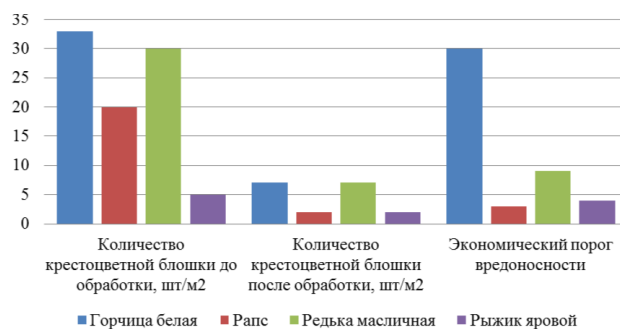


Рисунок 2 – Численность крестоцветной блошки до и после применения препарата Децис Профи на посевах горчицы белой, рапса, редьки масличной, рыжика в условиях лесостепной зоны Предбайкалья, 2020 г.

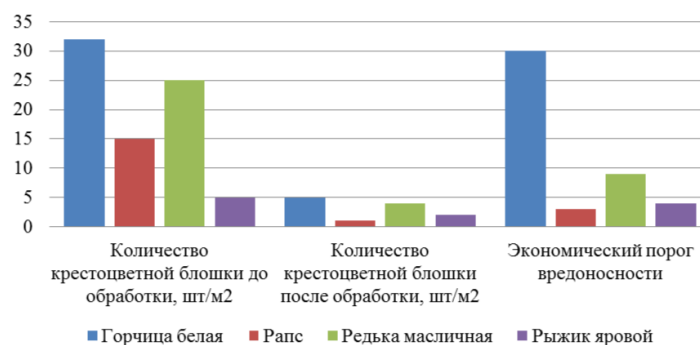


Рисунок 3 – Численность крестоцветной блошки до и после применения препарата Децис Профи на посевах горчицы белой, рапса, редьки масличной, рыжика в условиях лесостепной зоны Предбайкалья, 2021 г.

После применения инсектицида Децис Профи, было установлено, что среднее количество крестоцветных блошек за годы исследований значительно сократилась на всех анализируемых культурах, а именно: у горчицы белой – от 5 до 10 шт/м², у рапса – от 1 до 2 шт/м², у редьки масличной – от 4 до 7 шт/м², у рыжика – от 1 до 2 шт/м².

Полученные данные проведенного обследования исследуемых масличных культур семейства Капустные перед и после обработки, позволили рассчитать биологическую эффективность применяемого инсектицида (табл. 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность препарата Децис Профи (дельтаметрин 250 г/л) в посевах масличных культур семейства Капустные в борьбе с крестоцветной блошкой в условиях лесостепной зоны Предбайкалья, 2019-2021 гг.

Наименование культуры	Биологическая эффективность инсектицида, %		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Горчица белая (<i>Sinapis alba</i>)	71,0	79,0	84,0
Рапс (<i>Brassica napus</i>)	88,0	90,0	93,0
Редька масличная (<i>Raphanus sativus</i>)	76,0	77,0	84,0
Рыжик яровой (<i>Camelina sativa</i>)	50,0	60,0	60,0
НСР ₀₅ , %	6,6	7,3	7,6

Биологическая эффективность инсектицида Децис Профи в годы проведенного исследования составила в опытных посевах масличных культур: горчицы белой – 71-84%; рапса – 88-93%, редьки масличной – 76-84%, рыжика – 50-60%.

Таким образом, проведение только одной инсектицидной обработки посевов от крестоцветной блошки в начале вегетации, в дальнейшем предотвратило распространение данного вредителя в течение всего вегетационного периода на всех исследуемых культурах. Следует отметить, что в ходе наблюдений за фенологическими фазами развития изучаемых масличных культур семейства Капустные, помимо крестоцветной блошки, нами не было зафиксировано присутствия других вредителей [11, 14].

Выводы. Проведенные нами исследования выявили серьезную угрозу для культур семейства Капустные – крестоцветных блошек, которые представляют наибольшую опасность в фазу всходов. Рапс оказался наиболее привлекательной культурой для этих вредителей. Горчица белая и редька масличная менее подтверждены повреждениям, а рыжик проявил наивысшую устойчивость к повреждениям. В результате проведенных исследований нами была установлена значительная разница в восприимчивости изучаемых культур к крестоцветной блошке.

Таким образом, для предотвращения значительных потерь урожая, крайне важно систематически обследовать посевы на наличие вредителей. Своевременное обнаружение и принятие мер защиты позволят сократить потери урожая и обеспечат стабильное производство ценной растительной продукции в условиях Предбайкалья.

Список источников

- Сагирова Р.А. Перспективы возделывания масличных культур семейства капустные (Brassicaceae) в Иркутской области // Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур - основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. Иркутск: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежовского, 2019. С. 53-59.
- Общий химический и аминокислотный состав семян наиболее распространенных масличных культур семейства Brassicaceae (обзор) / Ю.Ю. Поморова, В.В. Пятовский, Д.В. Бескоровайный и др. // Масличные культуры. 2021. № 3 (187). С. 78-90.

3. Масличные культуры - биоразнообразие, значение и продуктивность / Т.Я. Прахова, В.А. Прахов, В.Н. Бражников, О.Ф. Бражникова // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 30-37.
4. Кривошлыков К.М. Анализ формирования сырьевого сектора масложирового подкомплекса АПК России в современных условиях // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур. 2014. № 1 (157-158). С. 144-152.
5. Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, В.В. Пыльнев, Д.С. Буклагин. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 96 с.
6. Обоснование системы защиты ярового рапса в условиях серых лесных почв Брянской области / С.А. Бельченко, С.М. Сычев, Г.П. Малявко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 2 (102). С. 14-19.
7. Полномочнов А.В. Комплексная система возделывания и использования рапса в Иркутской области / под ред. А.В. Полномочнова; Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Иркутской области. Воронеж: ООО «АЛЕКС ПРИНТ», 2019. 164 с.
8. Беркин Н.С., Филиппова С.А., Бояркин В.М. Иркутская область (природные условия административных районов) / под. ред. Н.С. Беркина. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1993. 304 с.
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. Официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 504 с.
10. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Официальное издание. М.: Минсельхоз России, 2019. 891 с.
11. Шапенкова С.В., Сагирова Р.А. Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) к вредителям и болезням в условиях лесостепной зоны Предбайкалья // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. п. Молодежный: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2023. С. 111-115.
12. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец и др. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 327 с.
13. Алехин В.Т., Михайликова В.В., Михина Н.Г. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. М.: Росинформагротех, 2016. 76 с.
14. Сагирова Р.А., Шапенкова С.В. Сравнительная оценка возделывания масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) в условиях Предбайкалья // Вестник ИрГСХА. 2022. № 112. С. 53-64.

Информация об авторах:

Р.А. Сагирова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, roza.sagirova.66@mail.ru.

С.В. Шапенкова – аспирант кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, shapenkova.svetlana@mail.ru.

Information about the authors:

R.A. Sagirova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture and Crop Production, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, roza.sagirova.66@mail.ru.

S.V. Shapenkova – Postgraduate student of the Department of Agriculture and Crop Production, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, shapenkova.svetlana@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 03.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 03.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Сагирова Р.А., Шапенкова С.В.

Научная статья

УДК 636.21:632.95 (470.333)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ, КАК ОДНОГО ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Сергей Александрович Бельченко, ¹Владимир Михайлович Никифоров,¹Галина Петровна Малявко, ¹Владимир Михайлович Марченко,²Александр Васильевич Толченников¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия²АО Фирма «Август», Брянская область, Супонево, Россия

Аннотация. Брянская область является регионом с интенсивно развивающимся АПК. Положительная динамика достигнута применением эффективных средств производства. Одним из факторов, влияющих на продуктивность картофеля, является комплексное использование химических средств защиты растений против болезней, сорняков и вредителей. Данный элемент технологии выращивания пропашной культуры - картофель, играет важную роль в освоении новых сортовых технологий. В наших исследованиях изучено влияние и дана оценка эффективному воздействию пестицидов на рост и развития картофеля в период вегетации по заданной технологии отечественными препаратами. В наших экспериментах получены положительные данные по биологической эффективности, как гербицидов, так и инсекто-фунгицидов. Применяемые мероприятия по обработке посадок изучаемой культуры препаратами нового поколения обеспечили практически полное уничтожение наиболее распространенных сорняков, - биологический эффект зафиксирован на уровне 98-100 %. При этом, параллельно, не предоставили возможности не только сорнякам (98%), но и доказали свою эффективность в борьбе с болезнями (8-9 баллов) и вредителями – 100% соответственно. Результаты исследований по данным экономической оценки эффективности проведения химических мероприятий на агроценозах картофеля позволили сделать вывод о том, что пестициды обладают высокой био-экономической эффективностью. На контроле, где применяли фунгициды и инсектициды и обрабатывали ложе борозды, получена урожайность 54,8 т/га. Применение пестицидов (гербициды + фунгициды + инсектициды), то есть полной схемы защиты растений обеспечило достоверную прибавку урожая картофеля (+7,7 т/га) и более высокую продуктивность с каждого гектара – 62,5. Чистый доход составил 1021,5 тыс. руб./га, а рентабельность - 188 %.

Ключевые слова: картофель, элементы технологии, полная химзащита, урожайность, биологическая и экономическая эффективность.

Для цитирования: Использование пестицидов, как одного из элементов технологии возделывания картофеля в Брянской области / С.А. Бельченко, В.М. Никифоров, Г.П. Малявко, В.М. Марченко, А.В. Толченников // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 15-21.

Original article

USE OF PESTICIDES AS ONE OF THE ELEMENTS OF POTATO CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE BRYANSK REGION

¹Sergey A. Bel'chenko, ¹Vladimir M. Nikiforov, ¹Galina P. Malyavko, ¹Vladimir M. Marchenko,²Alexandr V. Tolochennikov¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia²Joint-stock Company Firm "August", Bryansk region, v. Suponevo, Russia

Abstract The Bryansk region is a region with an intensively developing agro-industrial complex. The positive dynamics has been achieved by using efficient means of production. One of the factors influencing potato productivity is the complex use of chemical plant protection products against diseases, weeds and pests. This element of row crop cultivation technology - potato, plays an important role in the development of new varietal technologies. The influence and evaluation of the effective impact of pesticides on the growth and development of potato during the growing season using a given technology of domestic preparations has been studied in our researches. In our experiments, we have obtained positive data on the biological efficiency of both herbicides and insecto-fungicides. The applied measures for treating the plantings of the studied crop with new generation preparations ensured the almost complete destruction of the most common weeds - the biological effect was recorded at the level of 98-100%. At the same time, they did not provide opportunities not only for weeds (98%), but they also proved their effectiveness in the fight against diseases (8-9 points) and pests – 100%, respectively. The results of the researches based on the economic evaluation of the effectiveness of chemical measures on potato agrocenoses allowed us to conclude that that pesticides

have high bioeconomic efficiency. In the control, where fungicides and insecticides were used and the furrow bed was treated, the yields was 54.8 t/ha. The use of pesticides (herbicides + fungicides + insecticides), that is, a complete plant protection scheme, provided a reliable increase in potato yield (+7.7 t/ha) and higher productivity per hectare - 62.5. Net income was 1021.5 thousand rubles/ha, and profitability was 188%.

Keywords: potato, elements of technology, complete chemical protection, yields, biological and economic efficiency.

For citation: Use of pesticides as one of the elements of potato cultivation technology in the Bryansk region / S.A. Bel'chenko, V.M. Nikiforov, G.P. Malyavko, V.M. Marchenko, A.V. Tolochennikov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 15-21

Введение. Восстановление картофелеводства - одна из основной задачи развивающейся подотрасли растениеводства. На картофель, приходится значительная доля от общего производства валового продукта в аграрном секторе экономики Брянской области.

Положительная динамика достигнута путем внедрения научно - хозяйственной, инновационной деятельности, элементов новых ресурсосберегающих технологий и применением эффективных средств производства [1,2,].

В 2024 году средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур по области составила 63,6 ц/га. Под картофелем этой культурой было занято 31 тыс. га посадочной площади на пашне. По данным Брянгосстатистики произведено картофеля более 1,198 млн. тонн, в том числе промышленное производство составило порядка 985 тыс. тонн [3,4].

При выращивании картофеля в основном применяется западноевропейская технология, которая позволяет получать урожай клубней до 750-850 ц/га и выше. При этом, реализовать свой продуктивный потенциал сорта могут только при условии проведения надежной защиты от вредителей, болезней и сорняков.

Полная (комплексная) система защиты растений картофеля применения западно-европейской технологии является одним из важных инструментов, необходимым для повышения производительности и повышения эффективности подотрасли картофелеводства.

Следовательно, необходимы увеличение объемов инвестиционных вложений в развитие агропромышленного комплекса и совершенствование структуры производственных затрат в отрасли растениеводства, а также финансовое обеспечение господдержки АПК Брянской области в соответствии с программой по развитию с/хозяйства. Развитие отрасли картофелеводства является одним из важнейших приоритетов по увеличению валового сельскохозяйственного продукта и положительного воздействия на социально-экономическое развитие региона.

В условиях дальнейшего развития аграрного сектора экономики Брянской области имеются все возможности для повышения эффективности функционирования производственного потенциала сельскохозяйственных организаций и увеличения уровня самообеспеченности продовольствием за счет средств государственной поддержки федерального и регионального в софинансировании с бюджетами местных муниципальных образований [5,6,7].

Цель исследования - оценка биоэкономической эффективности применения химической защиты картофеля.

Материалы и методы. Научные исследования выполнены в условиях опытного поля Брянского ГАУ (2023-2024 гг.) на серых лесных почвах. Агрохимический состав почвы опытного участка имеет следующие показатели: содержание гумуса - 3,66-3,79 %, P_2O_5 - 300-302 мг/кг почвы и K_2O - 261-268 мг/кг, pH почвы - 5,5-5,7. Метеорологические условия - типичные для Брянской области.

Объект исследований - картофель. Технология западно-европейская.

Картофель размещали в спецсевообороте - предшественник - зерновые (озимая пшеница) со следующим чередованием культур: пар (черный или занятой) - зерновые - картофель - яровые зерновые культуры. Осенью вносят органические и фосфорно-калийные удобрения. Затем проводят зяблевую вспашку с последующей культивацией. Весной - предпосадочная обработка поля (КВФ-4,0 КФГ-3,6) на глубину 12-16 см. Посадку проводили в конце I - начале II декады мая 2-х рядной навесной сажалкой по схеме - (75 см x 30) при норме посадки- 3,5 т/га, на 14-15 сутки начинали уход. Под предпосевную обработку вносили нитроаммофоску - N:P:K - 16(%):16(%):16(%)) в дозировке 0,5 т/га. Подкорму картофеля проводили сульфатом аммония по N_{42} и по S_{48} .

Закладка опытов. Закладка проводилась согласно общепринятым методикам. При статистической обработке пользовались методикой Д.А. Доспехова и программой SNEDECOR. Для определения урожайности пользовались методикой «Госсортоиспытания с.х.- ных культур, 1989». Экономическую эффективность рассчитывали по Ченкину (1978) [8,9,10].

Схема опыта:

Вариант 1 - полная химзащита картофеля (фунгициды, гербициды и инсектициды);

Вариант 2- (контроль) - химзащита картофеля без применения гербицидов после смыкания ботвы.

Результаты исследований. Оценка эффективности полной системы защиты картофеля от вредителей, болезней и сорняков препаратами нового поколения.

Одной из эффективных мер борьбы с болезнями и вредителями картофеля является предпосевная обработка клубней. Препаратами Идикум, СК - 4,0 л/га + Интрада-1,0 л/га, СК + Скутум-, СК (0,35л/га) опрыскивали клубни и ложе борозды в соответствии с агротребованиями против ризоктониоза, антракноза, проволочника, колорадского жука и т.д.

Влияние применения баковой смеси инсекто-фунгицидного протравителя Идикум, СК; фунгицида Интрада, СК и инсектицида Скутум, СК на степень повреждения клубней вредителями болезнями. При анализе заболеваемости в прошедшем году клубни нового урожая картофеля практически не были поражены, за исключением незначительного присутствия парши обыкновенной. Это указывает на высокий уровень фунгицидной эффективности применяемой баковой смеси: Борей Нео, СК (0,15 л/га) +Скутум, СК (0,07 л/га).

Применение этой баковой смеси препаратов при посадке клубней оказало полную защиту картофеля от колорадского жука на длительный период вегетации (45-50 суток). Только в первых числах июля - месяца были зарегистрированы отдельные личинки.

Несмотря на то, что в сезоне 2024 численность колорадских жуков на картофеле была значительно ниже, чем в предыдущие годы для полного уничтожения личинок и имаго - особей обрабатывали инсектицидом Борей Нео, СК (0,15 л/га).

Относительно эффекта инсектообработок баковой смеси против проволочника, то в 2024 году у исследуемых сортов повреждений проволочником практически не наблюдалось.

Эффективность применения гербицидов на посадках картофеля. После химпрополки (Лазурит Ультра, СК (1,0 л/га эффект превзошел ожидание, поскольку только через 9 - 10 суток на поле появились 2-3 сорняка (куриное просо) на метре квадратном. Повторно провели химобработку применив баковую смесь: Лазурит Ультра, СК (0,3 л/га) + Миура, КЭ (1,2 л/га) (рис.1)

Выпадавшие осадки, однократный полив и теплая погода в мае способствовали массовому прорастанию сорняков. При формировании гребней на посадках картофеля производили подсчет сорняков.

В результате на квадратном метре их количество составило 98 штук.

Вариант 1 - применялись гербициды нового поколения, указанные на рисунке 1 в следующей последовательности:

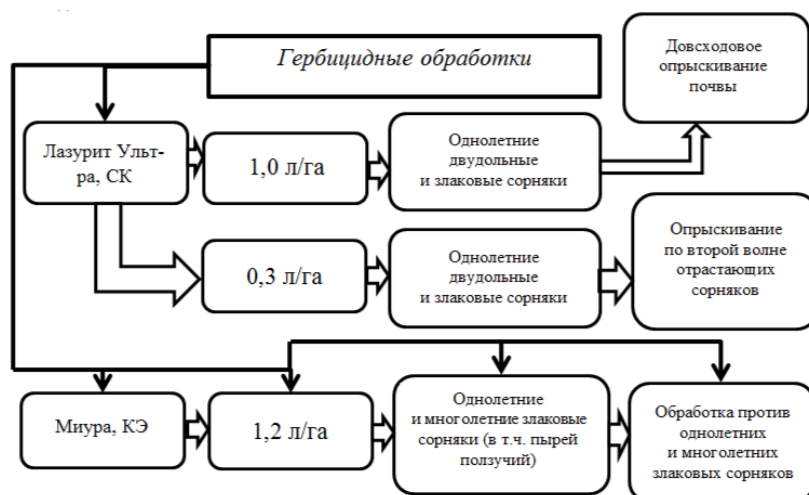


Рисунок 1 - Применение гербицидов нового поколения

Далее сомкнувшиеся рядки картофеля приглушили распространение сорняков до завершения вегетации растений.

Следует отметить, что в варианте-2 (контроль) - без применения гербицидов, количество сорняков, прежде всего куриного проса, из-за огромного количества - не поддавалось учету. Таким образом, при применении гербицидов (Лазурит Ультра, СК + Миура, КЭ) доказало, что в условиях опытного поля в наших исследованиях был достигнут положительный результат - (98)%, так как посадки картофеля до самой уборки были достаточно чистыми (рис. 2).

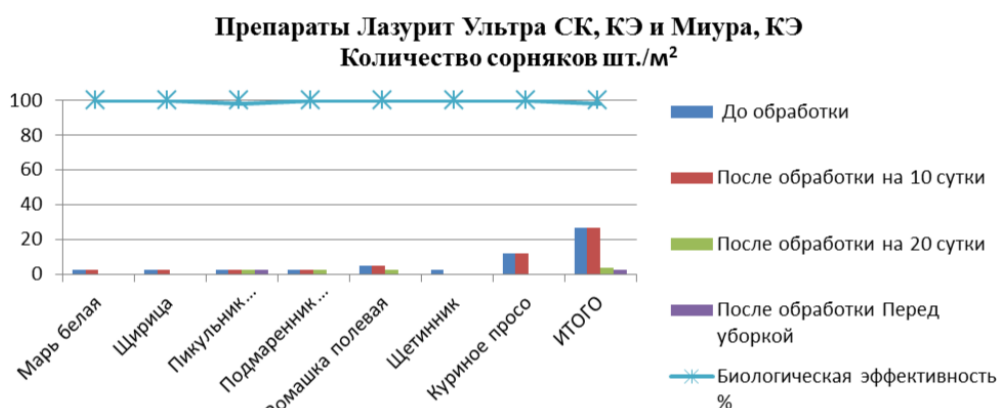


Рисунок 2 – Результаты применения гербицидов

Аналогичный результат в борьбе с сорной растительностью на картофеле был получен и в 2023 году. Причем, в прошлом году в качестве противозлакового препарата использовался Квикстеп, МКЭ.

Таким образом, внесение почвенного препарата Лазурит Ультра, СК считаем необходимым приемом для сдерживания прорастания сорняков на посадках картофеля.

Эффективность применения фунгицидов на посадках картофеля.

При анализе заболеваемости клубни нового урожая картофеля практически не были поражены, за исключением незначительного присутствия парши обыкновенной. Это указывает на высокий уровень фунгицидной эффективности применяемой баковой смеси.

В период проведения на делянках наших опытов было проведено 5 (пять) обработок растений от фитофтороза с промежутке через каждые 8-10 суток в зависимости от складывающихся природно-климатических условий.

Пораженность посадок вегетативной листовой поверхности картофеля фитофторозом, возбудителем которого является гетероталлический гриб *Phytophthora infestans* и альтернариозом (возбудитель - несовершенные грибы *Alternaria solani* Sorauer.) проводили с учетом симптомов поражения по бальной оценке (табл. 1).

Таблица 1 - Поражение картофеля фитофторозом и альтернариозом по 9-бальной шкале

Оценка в баллах	Устойчивость	Симптомы поражения растений
9 (девять)	очень высокая	симптомы поражения отсутствуют
8 (восемь)	высокая	поражение может составлять от 1 до 10% поверхности в виде единичных пятен на отдельных растениях (до 10 листьев поражены инфекцией)
7 (семь)	относительная	Повреждения листовой поверхности до 15-20%, сохраняющие нормальную форму, явно преобладающий цвет - зеленый
5 (пять)	средняя	поражается от 25 до 50% поверхности листьев растений (практически поражено каждое растение, но основной цвет куста остается зеленым, хотя бурые пятна на листьях составляют значительную часть)
3 (три)	низкая	поражается более 50% площади листьев всех растений (трудно определить какой цвет доминирует - бурый или зеленый)
1 (один)	очень низкая	повреждена практически вся листовая поверхность

Агроклиматические условия в начале роста и развития изучаемой культуры (май-июнь) с повышенной температурой и слабой влагообеспеченностью (пришлось дважды поливать демонстрационный участок) не благоприятствовали развитию фитофтороза, но могли способствовать проявлению альтернариоза. При этом, с увеличением количества осадков в конце июня - начале июля - возростал риск появления фитофтороза.

Первая обработка фунгицидами была проведена в период активного роста ботвы, все последующие через 7 - 10 дней после очередной обработки по фазам развития в вегетационный период.

Данные наших исследований подтверждают, что внесение в виде ранжированных фунгицидных препаратов: 1. Метаксил, СП (2,5 кг/га) + Полифем, Ж (0,05 % от объема раб. р-ра); 2. Инсайд, СК (1 л/га) + Интрада, СК (0,5 л/га); 3. Инсайд, СК (1 л/га) + Раек, КЭ (0,4 л/га); 4. Талант, СК (2,5 л/га); 5. Либертадор, СК (0,5 л/га) высокую эффективность против борьбы с заболеваниями - (8 - 9 баллов). Признаков фузариоза не наблюдалось. Кое где были обнаружены незначительные повреждения в виде пятен альтернариоза. Что свидетельствует о высоком эффекте используемых для обработки указанных препаратов.

Поскольку демонстрационный участок на опытном поле был представлен сортами картофеля разного срока созревания, которые к уборке имели разную степень состояния ботвы: от полного усыхания до активной вегетации, то появляется необходимость проведения десикации или принудительного удаления - скашивания. В 2024 году применили скашивание ботвы.

В конечном итоге, все проведенные защитные мероприятия и относительно благоприятные погодные условия в очередной раз позволили получить высокую урожайность клубней картофеля у большинства изучаемых сортов.

Исходя из данных биологической урожайности, следует отметить, что по продуктивности и другим показателям сорта отечественной селекции не незначительно уступали зарубежным.

Исходя из данных исследований по сортовой урожайности картофеля, следует отметить, что в целом сложилась достаточно высокая урожайность (табл. 2).

Таблица 2 – Биологическая урожайность сортов картофеля

№ п/п	Наименование сорта	Урожайность, 2023-2024 гг., т/га		Средняя урожайность за два года, т/га
		Вариант 1 полная химзащита	Вариант 2 (контроль)	
1.	Ультраранние			
2.	Чароит -	47,0	45,0	46,0
3.	Раннеспелые			
4.	Спринтер	33,5	31,5	32,5
5.	Гулливвер	59,6	57,0	58,3
6.	Кумач	53,5	46,4	49,9
7.	Кармен	37,5	32,0	34,8
8.	Опал	50,5	46,0	48,3
9.	Лабелла	44,7	42,0	43,4
10.	Среднесортная урожайность	46,5	42,4	44,5
11.	Прибавка (+-) к контролю	+4,1		
12.	НСР ₀₅	3,3	-	
13.	Среднеранние			
14.	Евпатий	43,5	38,0	40,7
15.	Тайфун	46,7	46,0	46,3
16.	Айл Оф Джура	51,2	46,0	48,6
17.	Гэтсби	51,6	46,0	48,8
18.	Лилли	89,0	72,0	80,5
19.	Ред леди	90,5	75,0	82,8
20.	Эдисон	65,0	61,0	63,0
21.	Среднесортная урожайность	62,5	54,8	58,6
22.	Прибавка (+-) к контролю	+7,7	-	
23.	НСР ₀₅	5,6	-	
24.	Среднеспелые			
25.	Варяг	43,0	39,0	41,0
26.	Пламя	44,5	39,6	42,1
27.	Вымпел	65,0	62,0	63,5
28.	Среднесортная урожайность	50,8	46,8	48,8
29.	Прибавка (+-) к контролю	+4,0	-	
30.	НСР ₀₅	3,2	-	

Самая высокая урожайность картофеля по опыту сложилась у среднеранней группы. Среднеранний сорт картофеля Ред Леди (Red Lady) – Германия показал самый высокий результат. В среднем за два года получили по 828 ц/га. Также, у среднераннего сорта картофеля Лилли созданного в Германии (SOLANA GMBH & CO KG), в 2023 году сложилась высокая урожайность – 890 ц/га, или по сравнению со среднегодовым показателем (2023-2024 гг.) на 85 центнеров больше с каждого гектара, однако средняя урожайность была ниже, чем у сорта Ред Леди на 23 ц/га. Отечественный (среднеспелый) сорт картофеля – Вымпел, выведенный селекционерами Исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха, имел достаточно неплохие показатели урожая по сравнению с зарубежными аналогами - 635 ц/га (+123 ц/га) к среднегодовому показателю.

Экономическая эффективность. Для расчета экономической эффективности нами были взя-

ты наиболее высокие показатели по урожайности, которые сложились у среднеранней группы картофеля. На контроле, где применяли фунгициды и инсектициды и обрабатывали ложе борозды, получена урожайность 54,8 т/га. Применение пестицидов (гербициды + фунгициды + инсектициды), то есть полной схемы защиты растений обеспечило достоверную прибавку урожая картофеля (+7,7 т/га) и более высокую продуктивность с каждого гектара – 62,5 (табл. 3).

Таблица 3 - Урожайность картофеля, т/га.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га (+ -)
1. Контроль вариант 2	62,5	-
2. Полная химзащита вариант 1	54,8	7,7
НСР ₀₅	4,8	

Расчет оценки экономического эффекта применяемой химической защиты при выращивании картофеля указан в таблице 4.

Таблица 4 - Экономический эффект химзащиты при возделывании картофеля

Показатель	Единицы измерения	Контроль	Полная химзащита
Урожайность	т/га	54,8	62,5
Рыночная цена клубней за 1т	тыс. руб.	25,0	25,0
Стоимость урожая с 1 га	тыс. руб.	1370,0	1562,5
Издержки (затраты) на 1 га	тыс. руб.	507,1	541,1
Чистый доход на 1 га	тыс. руб.	872,9	1021,5
Рентабельность	%	170	188

Результаты исследований по сравнительной оценке эффективности проведения химических мероприятий на агроценозах картофеля позволили сделать вывод о том, что при внесении пестицидов, которые обладают высокой биоэкономической и хозяйственной эффективностью получены следующие результаты: на контроле (вариант 2) – 54,8 т/га клубней картофеля, в варианте 1 – 65,2 т/га, достоверная прибавка показала – 7,7 т/га клубней к контролю. Чистый доход составил 1021,5 тыс. руб./га (+148,6 тыс. руб./га), а рентабельность - 188 % (+18 % к варианту 2).

Заключение. 1. Продолжительность защитного действия баковой смеси препаратов инсекто-фунгицидного протравителя Идикум, СК; фунгицида Интрада, СК и инсектицида Скутум, СК при опрыскивании клубней при посадке в дозировке 4,0 л/га + 1,0 л/га + 0,35 л/га (соответственно) до момента появления первых личинок колорадского жука составила 50 дней, что свидетельствует об эффективности применения фунгицидов.

2. Изучение эффективности препарата Скутум, СК в составе баковой смеси при посадке клубней против других почвообитающих вредителей в полной мере не представилась возможной из-за практически полного их отсутствия изначально, об этом свидетельствовали проведенные почвенные раскопки перед посадкой клубней. Биологическая эффективность составила 8-9 баллов.

3. Как показали результаты исследований, при применении фунгицидов в последовательности: 1. Метаксил, СП (2,5 кг/га) + Полифем, Ж (0,05 % от объема р-ра); 2. Инсайд, СК (1 л/га) + Интрада, СК (0,5 л/га); 3. Инсайд, СК (1 л/га) + Раек, КЭ (0,4 л/га); 4. Талант, СК (2,5 л/га); 5. Либертадор, СК (0,5 л/га) биологическая эффективность оказалась на довольно высоком уровне исходя из балльной оценки, и составила - 8-9 баллов.

4. Доказано, что применение полной химической защиты по схеме (вариант 1) имеет достаточно высокую экономическую эффективность возделывания картофеля: чистый доход составил Чистый доход составил 1021,5 тыс. руб./га (+148,6 тыс. руб./га), а рентабельность - 188 % (+18 % к варианту 2).

Список источников

1. 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, 2021. С. 388-400.
2. Динамика развития агропромышленного комплекса (на примере Брянской области – 2022, 2023 годы) / С.М. Сычев, С.А. Бельченко, Г.П. Малявко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1. С. 3-9.
3. Экспресс – информация территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Брянской области. Брянск, 2023.
4. Окончательные итоги учета посевных площадей и собранного урожая сельскохозяйственных культур (форма 29 с. х.): стат. бюл. Брянск, 2024.
5. Эффективность использования современных пестицидов для защиты семенных посадок

картофеля от вредителей в Северо-Западном регионе РФ / Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова, Н.Р. Гончаров и др. // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2019. С. 125–127.

6. Применение химических и биологических препаратов для защиты картофеля при хранении / Г.Л. Белов, В.Н. Зейрук, С.В. Мальцев и др. // Агрохимический вестник. 2020. № 6. С. 75-78.

7. Атлас болезней, вредителей, сорняков картофеля и мероприятия по борьбе с ними / В.Н. Зейрук, С.В. Жевора, С.В. Васильева и др. М.: Наука, 2020. 322 с.

8. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, В.И. Старовойтов и др. / ФГБНУ ВНИИКС. М., 2019. 120 с.

9. Исследования по защите картофеля от болезней, вредителей и сорной растительности: метод. рекомендации / А.С. Воловик, А.Б. Долягин, В.М. Глез, В.Н. Зейрук. М., 1991. 54 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. М.: АГРОПромиздат, 1985. 351 с.

Информация об авторах:

С.А. Бельченко – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, sabel032@rambler.ru.

В.М. Никифоров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vovan240783@yandex.ru.

Г.П. Малявко – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, gpmalyavko@yandex.ru

В.М. Марченко - аспирант

А.В. Толченников - региональный менеджер, АО Фирма «Август».

Information about the authors:

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

V.M. Nikiforov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, vovan240783@yandex.ru

G.P. Malyavko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific Work and Innovation, Bryansk State Agrarian University, gpmalyavko@yandex.ru

A.V. Tolchennikov - Regional Manager, Joint-stock Company Firm "August"

V.M. Marchenko - Postgraduate student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University

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

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

Статья поступила в редакцию 28.02.2025, одобрена после рецензирования 14.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 28.02.2025, approved after reviewing 14.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Бельченко С.А., Никифоров В.М., Малявко Г.П., Марченко В.М., Толченников А.В.

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

Научная статья

УДК 636.22/.28.034:637.12.05:636.234.1

ВЛИЯНИЕ РАСТЕНИЙ И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ
В ЗИМНИЙ СТОЙЛОВЫЙ ПЕРИОД

¹Наталья Ивановна Ярован, ¹Анна Андреевна Ишханова,
¹Алина Владимировна Агеева, ²Анна Георгиевна Менякина
¹ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орловская область, Орёл, Россия
²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Целью работы являлось изыскание средств и разработка способов повышения молочной продуктивности и качества молока у стресс-чувствительных голштинских коров в условиях промышленного комплекса на основе растений и растительных композиций. Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур». По принципу пар аналогов из голштинских коров второй лактации были созданы три группы, по пять голов в каждой: 1. Контрольная группа – кормление основным рационом хозяйства (ОР); 2. Опытная 1 – первый способ коррекции (коровы этой группы получали основной рацион плюс боярышник в дозе 20 гр. на голову); 3. Опытная 2 – второй способ коррекции (коровы получали ОР плюс растительную композицию из рябины и хвои в соотношении 20 гр. к 50 гр.). При использовании боярышника в качестве адаптогена по первому способу коррекции (ОР + боярышник) среднесуточный удой молока увеличился на 2,52 кг по сравнению с контрольной группой, а по второму способу коррекции (ОР + растительная композиция из рябины и хвои) среднесуточный удой молока увеличился на 2,33 кг. При использовании первого способа были получены следующие результаты: белкомолочность увеличилась на 0,09%, жирномолочность на 1,14% по отношению к контрольной группе. Результаты использования второго способа показали увеличение белкомолочности на 0,1%, жирномолочности на 1,08% по отношению к контрольной группе.

Ключевые слова: стресс, адаптогены, растительные добавки, жирномолочность, белкомолочность, витамины, молочная продуктивность, голштинские коровы, зимний стойловый период.

Для цитирования: Влияние растений и растительных композиций на молочную продуктивность и качество молока голштинских коров в зимний стойловый период / Н.И. Ярован, А.А. Ишханова, А.В. Агеева, А.Г. Менякина // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 22-27.

Original article

INFLUENCE OF PLANTS AND PLANT COMPOSITIONS ON MILK PRODUCTIVITY
AND MILK QUALITY OF HOLSTEIN COWS IN THE WINTER STABLE PERIOD

¹Natal'ya I.Yarovan, ¹Anna A. Ishkhanova, ¹Alina V. Ageeva, ²Anna G. Menyakina

¹Oryol State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Oryol Region, Oryol, Russia

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

Abstract. The aim of the work was to find means and develop methods for increasing milk productivity and milk quality in stress-sensitive Holstein cows in an industrial complex based on plants and plant compositions. The experiment was conducted at the “Streletskaia Experimental Station”, a branch of the “Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Legumes and Cereals”. Based on the principle of analogue pairs three groups of five cows in each were created from Holstein cows in the second lactation: 1. Control group – feeding with the main ration of the farm (MR); 2. Experimental group 1 – the first method of correction (cows of this group received the main ration plus hawthorn at a dose of 20 grams per head); 3. Experimental group 2 – the second method of correction (cows received MR plus a herbal composition of mountain ash and needles in a ratio of 20 grams to 50 grams). When using hawthorn as an adaptogen, according to the first method of correction (MR + hawthorn), the average daily milk yield increased by 2.52 kg compared with the control group, and according to the second method of correction (MR + the plant composition of mountain ash and needles), the average daily milk yield increased by 2.33 kg. When using the first method, the following results were obtained: protein milk content increased by 0.09%, fat milk content by 1.14% compared to the control group. The results of using the second method showed an increase in protein milk content by 0.1% and fat milk content by 1.08% compared to the control group.

Key words: stress, adaptogens, herbal supplements, fat milk content, protein milk content, vitamins, milk production, Holstein cows, winter stable period.

For citation: Influence of plants and plant compositions on milk productivity and milk quality of Holstein cows in the winter stable period / N.I. Yarovan, A.A. Ishkhanova, A.V. Ageeva, A.G. Menyakina// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 22-27.

Введение. В настоящее время используется индустриальное ведение молочного скотоводства, которое сопровождается целым рядом факторов, не позволяющих реализовывать генетически детерминированные возможности животных по продуктивности и качеству получаемой продукции.

Содержание крупных коров на молочных комплексах вызывает перенапряжение систем адаптации организма животных, растет свободно-радикальное окисление, угнетается иммунитет, нарушается гомеостаз в целом, включая морфологические и биохимические показатели крови, что, несомненно, приводит к снижению продуктивности и ухудшению качества молока [1,2].

Из вышесказанного следует необходимость изыскания средств и разработки кормовых добавок, способных восполнить недостающие компоненты кормового рациона для оптимизации гомеостаза, полноценного выполнения физиологических функций и реализации генетического потенциала по продуктивности [3,4].

Среди множества проблем у высокопродуктивных коров отмечаются нарушения гомеостаза, снижение продуктивности и качества молока. Немаловажную роль при индустриальной технологии играет наличие стрессов, к которым относят: гиподинамию, гипоксию, алиментарный стресс, вакцинацию, нарушение температурного и влажностного режима [5,6,7].

Источником повреждения клеток и физиологических функций в организме животного является окислительный стресс, характеризующийся главным образом ростом процесса свободно-радикального окисления, влекущего за собой накопление реактивных форм кислорода (супероксидного, гидроксильного, перекиси водорода и т.д.).

Это универсальное неспецифическое звено развития многих патологических состояний [8,9].

В качестве препаратов адаптационного действия используют различные средства, но при этом следует учитывать, что каждый из них имеет различный состав и работает по своему механизму.

Наиболее приемлемыми в настоящее время считаются средства растительного происхождения, как правило, имеющие богатый химический состав и обладающие различным биологическим действием [10,11,12]. В качестве таковых, на наш взгляд, можно рассматривать боярышник обыкновенный, рябину красную и хвою [13].

У боярышника выявлено множество лечебных свойств. В частности, он обладает кардиотоническим действием, при этом укрепляется сердечная мышца, нормализуется ритм, улучшается коронарный кровоток. Также боярышник проявляет гипотензивное действие, снижая артериальное давление; успокаивающее, снижая нервное напряжение; антиоксидантное и иммуностимулирующее. [14]

Проявление положительных свойств объясняется содержанием в нем большого количества биологически-активных соединений.

В плодах боярышника выявлено содержание пектинов, жирных кислот, сахаров, дубильных веществ, флованоидов (3-метоксигербацитина, гербацетина, кверцетина, апигенина, кемпферола), лимонной и винной кислот, фитостеринов, гликозидов (сапонаретина, орлентина, витексина), фенол-карбоновых и тритерпеновых кислот, ацетилхолина, витаминов Е, С, Р, β-каротина.

Также в боярышнике выявлено содержание следующих макро- и микроэлементов (мкг/г): К - 13,10, Са - 3,00, Мn - 1,00, Fe - 0,04; Mg - 0,04, Al - 0,03, Co - 0,37, Ni - 0,10, Cu - 0,29, Zn - 0,07, Se - 11,80, Sr - 0,06, Pb - 0,05, I - 0,06. В - 2,00. [1]

С древних времен в качестве целебного средства используется также рябина, как бактерицидное, желчегонное, слабительное, диуретическое, общеукрепляющее и тонизирующее средство, что реализуется за счет большого содержания витаминов и других биологически активных соединений. [15]

В рябине содержится аскорбиновая кислота, жирорастворимые витамины Р, А, Е, К, РР и водорастворимые - витамины группы В (В3, В1, В2), содержатся также флованоиды (кверцетин, изокверцетин, рутин), свободные аминокислоты (всего 18, 8 из них незаменимые).

Ценные биологические компоненты содержатся так же в древесной хвойной зелени. В ней большое количество хлорофилла, витаминов, макро- и микроэлементов, фитогормонов, фитонцидов, бактериостатических и антигельминтных вещества.

Хвойная зелень может использоваться в животноводстве практически на протяжении всего года.

Хвоя является хорошим источником каротина, содержание которого почти не меняется в течение года. Содержание витамина С в хвое наоборот увеличивается в зимнее время, а уменьшается в летнее. При хранении еловой хвои количество каротина теряется при температуре 5-10 градусов С.

В хвое ели и сосны установлено содержание следующих витаминов: К, Р, В1, В2, В3, РР, В6, Н, Вс, а также минеральных элементов кобальта, железа, марганца и т.д.

Еловая хвоя содержит также аминокислоты, включая незаменимые. [16,17]

Материалы и методы исследования. Эксперимент проводился в «Опытной станции «Стрелецкая» - филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур».

Предлагаемые способы коррекции адаптационных процессов у коров голштинской породы в условиях промышленного комплекса (1-ый и 2-ой) заключались в скармливании дополнительно к основному рациону кормовых добавок адаптационного действия: в первом способе на основе боярышника и втором способе на основе растительной композиции из рябины и хвои.

По принципу пар аналогов из голштинских коров второй лактации были созданы три группы, по пять голов в каждой:

1. Контрольная группа – кормление основным рационом хозяйства (ОР);
2. Опытная 1 – первый способ коррекции (коровы этой группы получали основной рацион плюс боярышник в дозе 20 гр. на голову);
3. Опытная 2 – второй способ коррекции (коровы получали ОР плюс растительную композицию из рябины и хвои в соотношении 20 гр. к 50 гр.).

Биологические добавки задавали коровам в утреннее кормление путем перемешивания с основным кормом.

У опытных коров изучали суточный удой молока, органолептические показатели молока и качественные показатели молока (белковомолочность и жирномолочность).

Комплексная оценка качества молока включающее как органолептические показатели, так и жирномолочность и белковомолочность.

В проведенном исследовании, в рамках которого оценивалось молоко голштинских коров в стойловый период было уделено внимание внешнему виду, цвету, консистенции, запаху и вкусу.

Внешний вид молока включает в себя оценку его прозрачности (наличие или отсутствие взвеси), однородности (отсутствие хлопьев или сгустков) и наличия посторонних примесей (например, частиц корма или крови).

Цвет молока здоровых коров обычно варьируется от белого до слегка кремового оттенка. Отклонения могут свидетельствовать о заболевании вымени или неправильном кормлении. Желтоватый оттенок может указывать на высокое содержание каротина в рационе коров, в то время как серый или голубоватый – на проблемы со здоровьем.

Консистенция молока определяется его вязкостью. Нормальное молоко должно быть однородным, без каких-либо ощутимых включений. Изменение консистенции может быть связано с содержанием жира или белка.

Запах молока должен быть чистым, характерным для свежего продукта. Посторонние запахи (кислый, горький, рыбный и др.) указывают на микробиологическую порчу, наличие болезней вымени или использование некачественных кормов.

Вкус молока – важный показатель качества, определяемый вкусовым рецептором. Свежее молоко должно иметь слегка сладковатый вкус без посторонних привкусов. Кислый вкус свидетельствует о начале процесса скисания, горький – о заболеваниях вымени или применении определенных лекарственных препаратов, а также попадании в кормление, например, полыни.

Результаты и обсуждение. Результаты органолептической оценки молока голштинских коров представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Органолептические показатели молока голштинских коров, содержащихся в условиях промышленного стресса

Органолептические показатели	Контрольная (ОР)	Опытная 1 (ОР + боярышник)	Опытная 2 (ОР + растительная композиция)
Вкус	Сладковатый, без постороннего привкуса	Сладковатый, без постороннего привкуса	Сладковатый, без постороннего привкуса
Запах	Соответствует натуральному молоку, без постороннего запаха	Соответствует натуральному молоку, без постороннего запаха	Соответствует натуральному молоку, без постороннего запаха
Цвет	Белый	Светло-кремовый	Светло-кремовый
Внешний вид	Без осадков и хлопьев	Без осадков и хлопьев	Без осадков и хлопьев
Концентрация	Однородная	Однородная	Однородная

Представленные образцы по органолептическим показателям демонстрируют соответствие стандартам молока. Визуально они характеризуются отсутствием каких-либо осадков, хлопьев или других неоднородностей. Консистенция всех образцов однородная, без признаков расслоения или сгустков. На вкус молоко сладковатое, без посторонних привкусов, таких как горечь, кислинка или привкус корма. Запах соответствует аромату натурального, свежего молока. Следует отметить, что различия цветов между образцами находятся в пределах допустимой нормы для молока.

Несмотря на соответствие ГОСТу органолептических показателей молока, анализ показателей среднесуточных удоев, белковомолочности и жирномолочности, а также ряда гомеостатических показателей, позволяет предположить наличие у них отклонения от нормы, что говорит о необходимости разработки и использования способов повышения продуктивности и качества молока у стресс-чувствительных голштинских коров, содержащихся на привязном содержании в условиях промышленного комплекса.

Нами разработаны способы повышения молочной продуктивности и качество молока голштинских коров в зимний стойловый период на основе растений и растительных композиций.

Результаты проведенного эксперимента показали положительный эффект использования боярышника и растительной композиции из рябины и хвои.

Так при использовании боярышника в качестве адаптогена по первому способу коррекции (ОР + боярышник) среднесуточный удой молока увеличился на 2,52 кг по сравнению с контрольной группой, а по второму способу коррекции (ОР + растительная композиция из рябины и хвои) среднесуточный удой молока увеличился на 2,33 кг (рис. 1).

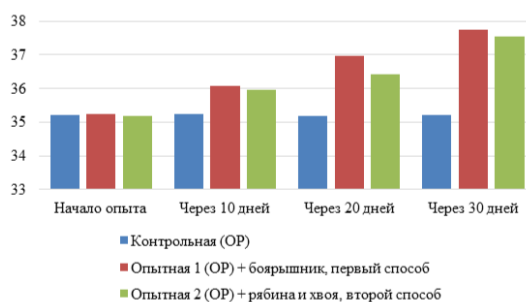


Рисунок 1 - Среднесуточный удой голштинских коров, содержащихся в условиях промышленного стресса при использовании средств адаптогенного действия первого и второго способов

При использовании боярышника в качестве адаптогена по первому способу были получены следующие результаты: белковомолочность увеличилась на 0,09%, жирномолочность на 1,14% по отношению к контрольной группе (рис.2, 3).

Результаты использования второго способа показали увеличение белковомолочности на 0,1%, жирномолочности на 1,08% по отношению к контрольной группе (рис. 2, 3).

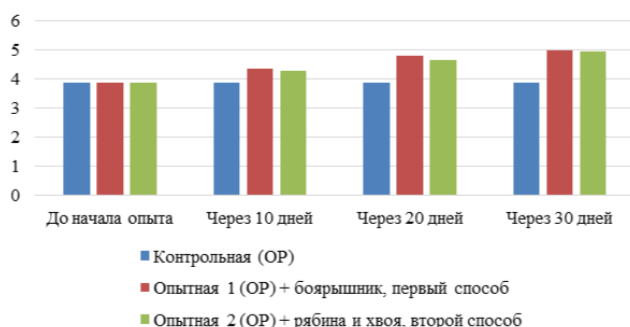


Рисунок 2 - Показатели жирномолочности коров голштинской породы при использовании первого и второго способов повышения адаптации, %

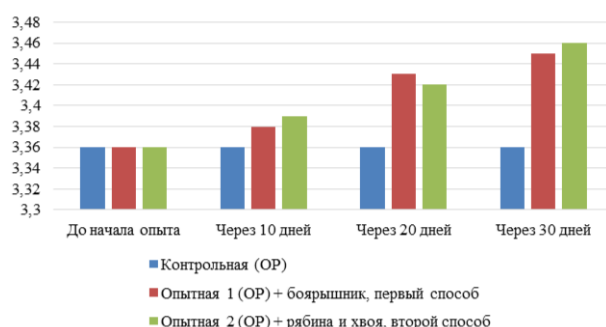


Рисунок 3 - Влияние первого и второго способов адаптации на белковомолочность коров голштинской породы, %

Выводы. Анализ результатов эксперимента, по выявлению влияния на молочную продуктивность и качество молока у голштинских коров в зимний стойловый период способов адаптации на основе растений и растительных композиций, представляющих в первом способе боярышник, а во втором способе растительную композицию из хвои и рябины, показал их положительное действие на организм животного, что сопровождалось увеличением молочной продуктивности и улучшением качества молока.

Учитывая улучшение изучаемых показателей при применении обоих предлагаемых способов адаптации рекомендуем для практического применения оба способа на выбор специалистов ветеринарного и животноводческого профилей с учетом стоимости и возможности в приобретении предлагаемых средств адаптогенного действия.

Список источников

1. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е. Стратегия кормления лактирующих коров в период раздоя в условиях сельскохозяйственных предприятий // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 21-26.
2. Симонов Ю.И., Симонова Л.Н., Малявко И.В. Условия содержания как этиологический фактор возникновения болезней у молочных коров при промышленном содержании // Зоотехния. 2021. № 4. С. 23-27.
3. Гамко Л.Н., Кубышкин А.В., Менякина А.Г. Эффективность производства молока при контроле рационов по широкому комплексу показателей // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 26-30.
4. Значение компонентов полноценности кормления лактирующих коров / Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников, Е.А. Мицурина // Вестник аграрной науки. 2023. № 4 (103). С. 65-70.
5. Рациональное кормление - основа метаболического благополучия крупного рогатого скота / А.А. Ксенофонтова, Н.П. Буряков, Д.А. Ксенофонтов и др. // Кормопроизводство. 2023. № 8. С. 40-44.
6. Перспективы использования кормовых добавок из хвои для предотвращения старения и увеличения продуктивного долголетия коров / В.П. Короткий, Е.Н. Усманова, Л.И. Кузякина и др. // Зоотехния. 2024. № 1. С. 18-20.
7. Влияние растительных композиций на гомеостатические показатели и продуктивность крупного рогатого скота / Н.И. Ярован, В.А. Макеев, Д.И. Полянский, Г.Ф. Рыжкова // Вестник Курской ГСХА. 2024. № 3. С. 139-145.
8. Ярован Н.И., Грибанова Н.Л., Болкунов П.С. Влияние фитобиотиков на стресс-индуцированные свободно-радикальные процессы и молочную продуктивность коров в условиях промышленного комплекса // Вестник аграрной науки. 2020. № 2 (83). С. 77-83.
9. Влияние хвойной энергетической добавки на метаногенез у лактирующих коров / В.В. Зайцев, Н.В. Боголюбова, В.П. Короткий и др. // Известия Оренбургского ГАУ. 2023. № 2 (100). С. 250-253.
10. Перспективы использования фитобиотиков в кормлении животных / В.П. Короткий, В.В. Зайцев, Н.В. Боголюбова и др. // Зоотехния. 2024. № 5. С. 2-6.
11. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных / О.А. Багно, О.Н. Прохоров, С.А. Шевченко и др. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 4. С. 687-697.
12. Меднова В.В., Ляшук А.Р., Буяров В.С. Использование фитобиотиков в животноводстве (обзор) // Биология в сельском хозяйстве. 2021. № 1 (30). С. 11-16.
13. Ярован Н. И., Рыжкова Е.Н., Болкунов П.С. Использование биологически активных веществ природного происхождения для повышения продуктивности животных // Вестник аграрной науки. 2024. № 1 (106). С. 51-56.
14. Способ повышения молочной продуктивности и качества молока с использованием в кормлении коров плодов боярышника кроваво-красного и листьев черной смородины / Н.И. Ярован, Д.И. Полянский, В.А. Макеев, А.В. Долганова // Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: материалы I Национальной науч.-практ. интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орел, 2022. С. 263-268.
15. Studies of functional properties of fruits of wild plants of Kazakhstan / A.K. Izembaeva, Z.N. Moldakulova, A.S. Abdreeva et al. // Bulletin of the Almaty Technological University. 2024. № 2. P. 83-90.
16. Результаты скармливания фитонцидной хвойной добавки глубокоствольным и новотельным коровам / В.П. Короткий, И.В. Бритвина, Ю.Л. Ошуркова и др. // Зоотехния. 2023. № 10. С. 19-24.
17. Применение хвойно-энергетической добавки в транзитный период коров в условиях Восточной Сибири / В.П. Короткий, К.Н. Колотыгин, Л.И. Кузякина и др. // Зоотехния. 2023. № 11. С. 26-28.

Информация об авторах:

Н.И. Ярован - доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, n.yarovan@yandex.ru.

А.А. Ишханова - соискатель, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, aishhanova@mail.ru.

А.В. Агеева - соискатель, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, alina.masalowa@yandex.ru.

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

Information about the authors:

N.I. Yarovan - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Chemistry, Oryol State Agrarian University, n.yarovan@yandex.ru.

A.A. Ishkhanova - Applicant, Oryol State Agrarian University, aishhanova@mail.ru

A.V. Ageeva - Applicant, Oryol State Agrarian University, alina.masalowa@yandex.ru

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

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

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

Статья поступила в редакцию 03.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 03.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Ярован Н.И., Ишханова А.А., Агеева А.В., Менякина А.Г.

Научная статья
УДК 636.22/.28.087.72

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В РАЦИОНАХ СТЕЛЬНЫХ СУХОСТОЙНЫХ И ДОЙНЫХ КОРОВ

Елена Владимировна Михалева, Леонид Никифорович Гамко,
Валерий Егорович Подольников, Анна Георгиевна Менякина
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье представлены данные по скармливанию комплексной минеральной добавки приготовленной на основе гуминовых кислот стельным сухостойным и после отела дойным коровам в течение сорока суток до отела и после отела по 100 г в сутки на голову. В результате скармливания комплексной минеральной добавки стельным сухостойным коровам отмечено, что живая масса телят при рождении составила в контрольной группе 25,8 и в опытной 25,6 кг. Живая масса телят при рождении практически одинакова. Изучение распределение обменной энергии в организме стельных сухостойных коров показало, что расход поступившей энергии из кормов рациона на теплопродукцию был больше и составил в контрольной группе 46,4, а в опытной 47,0 МДЖ. Однако, в опытной группе эффективность ее использования была больше за счет большего удержания ее в теле. После отела были сформированы две группы коров по 10 голов в каждой и опытной группе дойных коров продолжали скармливать комплексную минеральную добавку из расчета 100 г в сутки на голову в течение 40 суток учетного периода. Удой коров в опытной группе за период опыта был на 9,9 % больше по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: сухостойные коровы, минеральная добавка, обменная энергия, воспроизводительные показатели.

Для цитирования: Использование комплексной минеральной добавки в рационах стельных сухостойных и дойных коров / Е.В. Михалева, Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, А.Г. Менякина // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 28-31.

Original article

USE OF A COMPLEX MINERAL SUPPLEMENT IN THE DIETS OF DRY PREGNANT AND DAIRY COWS

Yelena V. Mikhalyova, Leonid N. Gamko, Valery Ye. Podol'nikov, Anna G. Menyakina
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents data on feeding a complex mineral supplement prepared on the basis of humic acids to dry pregnant and post-calving dairy cows during forty days before and after calving, 100 g per head per day. In the results of feeding a complex mineral supplement to dry pregnant cows, the live weight of calves at birth was noted to be 25.8 kg in the control group and 25.6 kg in the experimental group. The live weight of calves at birth is almost the same. A study of the distribution of metabolic energy in the body of dry pregnant cows showed that the consumption of incoming energy from the diet feed for heat production was higher and amounted to 46.4 MJ in the control group and 47.0 MJ in the experimental group. However, in the experimental group, the effectiveness of its use was greater due to its greater retention in the body. After calving, two groups of cows with 10 heads each were formed, and the experimental group of dairy cows continued to be fed a complex mineral supplement at the rate of 100 g per day per head for 40 days of the reference period. The milk yield of cows in the experimental group during the experiment period was 9.9% higher than in the control group.

Key words: dry cows, mineral supplement, metabolic energy, reproductive indicators.

For citation: Use of a complex mineral supplement in the diets of dry pregnant and dairy cows / Ye.V. Mikhaleva L.N. Gamko, V.Ye. Podol'nikov, A.G. Menyakina // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 28-31.

Введение. Создание хороших условий кормления и содержания стельным сухостойным коровам является главным условием в повышении воспроизводительных и продуктивных качеств. С включением в состав рационов биологически активных веществ, способствующих усилению обмена веществ является важным фактором в использовании поступившей обменной энергии и ее влияние на продуктивные качества. Рождение и развитие бычков и телочек зависит от условий кормления коров в сухостойный период. Необходимо обеспечить стельных сухостойных коров качественными кормами, создавая им комфортные условия для получения жизнеспособных телят и подготовки их к лактационному периоду [1-3].

Особого внимания требует кормление стельных сухостойных коров перед отелом. Контроль за поступлением минеральных веществ из рационов высокопродуктивных коров в сухостойный период имеет важное значение. При недостаточном поступлении в органы и ткани минеральных веществ дойных коров может привести к заболеванию остеомалации [4-7].

Применение препаратов приготовленных на основе гуминовых кислот в рационах коров позволяет повысить усвояемость питательных веществ, за счет того, что питательные вещества в желудочно – кишечном тракте переходят в более легкоусвояемые формы с меньшими затратами энергии трансформируются в продукцию [8,9].

Целью исследований явилось – изучить влияние комплексной минеральной добавки в рационах стельных сухостойных и дойных коров на их репродуктивные и продуктивные качества.

Материал и методы исследований. Объектом исследований стали стельные сухостойные и лактирующие коровы при использовании в их рационах комплексной минеральной добавки на основе гуминовых кислот. Для опыта было сформировано две группы стельных сухостойных коров по 15 голов в каждой и примерно за 40 дней до отела ежедневно скармливали 100 г в сутки на голову минеральной добавки. После отела из 30 отелившихся коров отобрали две группы коров по 10 голов, которые получали в сухостойный период комплексную минеральную добавку и продолжали скармливать дойным коровам опытной группы комплексную минеральную добавку в течение 40 дней по 100 г в сутки на голову.

Схема научно – хозяйственного опыта приведена в таблице 1. В опыте изучали количество родившихся бычков и телочек и их среднюю живую массу при рождении, а также количество отделенных последа без осложнений и с вмешательством ветспециалистов. Молочную продуктивность коров учитывали после отела по результатам контрольной дойки.

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Стельные сухостойные коровы		Лактирующие коровы	
	Количество животных в опыте, гол.	Условия кормления	Количество животных в опыте, гол.	Условия кормления
I- контрольная	15	ОР – основной рацион	10	ОР – основной рацион
II - опытная	15	ОР+100 г на голову в сутки комплексной минеральной добавки	10	ОР+100 г на голову в сутки комплексной минеральной добавки

В соответствии со схемой опыта дойные коровы получали в составе основного рациона корма выращенные в хозяйстве, силос из однолетних трав, сено из многолетних злаково – бобовых трав и зерновую смесь в состав которой выходили ячмень, овес, пшеница и горох, а также добавляли поваренную соль из расчета 80 г на голову в сутки.

Результаты и их обсуждение. Стельные сухостойные коровы в опыте получали обменной энергии 123,7 МДЖ, коровы после отела в период раздоя получали 177,3МДЖ, что обеспечивало основные физиологические функции жизнедеятельности организма и плановую молочную продуктивность в количестве 18 – 20 кг. В структуре рациона стельных сухостойных коров сено занимало 32 %, силос вико - овсяной – 50,54, концентрированные корма – 17,5%, у коров после отела в период раздоя сена включали 15 %, силоса кукурузного – 45,4%, мелкого картофеля – 3,15 % и концентратов – 36,5 %.

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества для стельных сухостойных коров составила 10,5 МДЖ, у коров после отела этот показатель был 9,92 МДЖ, переваримого протеина у стельных сухостойных коров 85 г, у лактирующих коров 76 г, что свидетельствует о незначительном недостатке по отношению к норме. Некоторые показатели воспроизводства при скармливании комплексной минеральной добавки стельным сухостойным коровам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели воспроизводства стельных сухостойных коров в опыте

Показатель	Группа	
	I- контрольная	II - опытная
Родилось телочек, голов	8	7
Родилось бычков, голов	7	8
Средняя живая масса телочек при рождении, кг.	25,7 ± 0,05	25,4 ± 0,11
Средняя живая масса бычков при рождении, кг.	25,9 ± 0,09	25,8 ± 0,08
Отделение последа без осложнений (до 8 часов), голов	10	12
Задержание последа (свыше 8 часов), голов	5	3

В результате анализа данной таблицы можно сделать вывод о том, что скормливание комплексной минеральной добавки приготовленной на основе гуминовых кислот не оказало влияния на увеличение живой массы телят при рождении. Она практически была одинаковой в контрольной группе 25,8 кг, и в опытной 25,6 кг.

У стельных сухостойных коров по мере увеличения массы плода повышаются обменные процессы, что сказывается на распределение обменной энергии в организме коров.

Таблица 3 - Распределение обменной энергии в организме стельных сухостойных коров при скормливании в составе зерновой кормосмеси комплексной минеральной добавки.

Показатель	Группа	
	I- контрольная	II - опытная
Обменная энергия из рациона, МДж	123,7	123,7
Расход обменной энергии на основные физиологические функции, МДж	36,5	36,8
Расход обменной энергии на теплопродукцию, МДж	46,4	47,0
Энергия выделенная с калом, МДж	26,0	24,1
Энергия выделенная с метаном, МДж	1,48	1,23
Удержано энергии в теле, МДж	13,4	14,57
Эффективность использования обменной энергии, %	10,83	11,80

Распределение обменной энергии в организме стельных сухостойных коров показывает, что наиболее высокий расход энергии у коров на теплопродукцию и на основные физиологические функции. Расчет поступившей обменной энергии на непродуктивные цели показал, что в контрольной группе они составили 89,16%, а в опытной 88,22%, оставшаяся полезная энергия 10,83 и 11,8 %, частично откладывается в теле для заключительного формирования плода и для начала лактации.

После отела коров из контрольной и опытной групп отобрали две группы животных по 10 голов в каждой группе. Опытной группе продолжали скормливать комплексную минеральную добавку в течение 40 суток. В конце эксперимента провели контрольную дойку для установления суточного удоя. Удой за период эксперимента был в опытной группе коров на 9,9 % больше, чем в контрольной группе.

Заключение. Скормливание стельным сухостойным коровам в течение 40 суток до отела комплексной минеральной добавки 100 г в сутки на голову позволило более эффективно использовать поступившую обменную энергию на формирование плода и наращивание его живой массы. После отела скормливание в течение 40 суток в том же количестве комплексной минеральной добавки способствовало увеличению суточного удоя на 9,9 % по сравнению с контрольной группой.

Список источников

1. Состав кормосмесей и их энергетическая питательность для лактирующих коров в период раздоя / Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников и др. // Зоотехния. 2021. № 3. С. 13-17.
2. Состав кормосмесей и их энергетическая питательность для лактирующих коров в период раздоя / Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников и др. // Зоотехния. 2021. № 3. С. 13-17.
3. Значение компонентов полноценности кормления лактирующих коров / Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников, Е.А. Мицурина // Вестник аграрной науки. 2023. № 4 (103). С. 65-70.
4. Беляева Т.С., Морозов Л.П. Метаболические процессы у лактирующих коров: влияние микроэлементов // Ветеринария и кормление. 2023. № 2. С. 15-22.
5. Козлов С.Н. Адаптация молочного скота к высоким нагрузкам при использовании микроэлементов // Российский сельскохозяйственный журнал. 2020. № 3. С. 12-18.
6. Oliveira C., Santos F. The Role of Micronutrients in Dairy Cattle // Brazilian Journal of Animal Science. 2021. Vol. 50. P. 75-89.
7. 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.
8. Пробиотическая добавка «Бацелл-М» и оздоровительная добавка "Гумэл люкс" в рационе лактирующих коров / В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко, А.М. Щеглов // Зоотехния. 2021. № 12. С. 11-13.
9. Подольников В.Е., Осипова А.Г., Михалева Е.В. Эффективность применения ОДК "Гумэл люкс" в кормлении стельных сухостойных коров // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 1 (59). С. 49-54.

Информация об авторах:

Е.В. Михалева - аспирант кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

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

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

Information about the authors:

Ye.V. Mikhaleva - postgraduate student 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.

V.Ye. Podol'nikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, private animal husbandry and processing of animal products, Bryansk State Agrarian University.

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

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

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

Статья поступила в редакцию 03.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 03.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

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

Научная статья
УДК 636.22/.28.034

ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА МОЛОКА

¹Анатолий Юрьевич Лаврентьев, ²Манас Сергеевич Упинин,

¹Максим Сергеевич Упинин, ¹Борис Николаевич Глинкин

¹ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чувашская Республика, Чебоксары, Россия

²Мустанг Технологии Кормления, Москва, Россия

Аннотация. По современным стандартам выращивания ремонтных телок голштинской породы, осеменение производится при достижении ими живой массы в 375-385 кг и чем раньше животное достигнет этих параметров, тем раньше произойдет её первый отел, а, следовательно, животное войдет в основное дойное стадо и начнет приносить прибыль. При осеменении в возрасте 13-14 месяцев ввод ремонтных телок в основное стадо происходит в возрасте 22-23 месяца. Получение таких параметров становится возможным при соблюдении детализированных норм кормления ремонтных телок и использовании специальных кормовых добавок, обеспечивающих потребление необходимого количества сухого вещества с кормом. При этом важное значение имеет их рост и развитие в возрасте до 6 месяцев, то есть при выращивании. Особое значение при этом имеет молочный период их выращивания, а в этот период важное значение имеет качество молозива и молока. В данной работе отражены результаты полученные в ходе проведения научно-хозяйственного опыта на ремонтных телках в молочный период по изучению зависимости химического состава молока на рост подопытных животных. Опыт позволил выявить закономерности и сделать соответствующие выводы, что, используя молоко от коров, содержащихся в группе спада лактации возможно получить абсолютный прирост живой массы за молочный период - 875 г, за счет того, что по сравнению с молоком, полученным от раздойных коров в нем отмечается большее количество жира и белка.

Ключевые слова: молоко, корова,, ремонтный молодняк, крупно рогатый скот, питательность, телята, период выращивания, жир, белок, среднесуточный прирост.

Для цитирования: Продуктивность ремонтных телок в зависимости от качества молока / А.Ю. Лаврентьев, М.С. Упинин, М.С. Упинин, Б.Н. Глинкин // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 32-36.

Original article

PRODUCTIVITY OF REPLACEMENT HEIFERS DEPENDING ON MILK QUALITY

¹Anatoli Yu. Lavrent'yev, ²Manas S. Upinin, ¹Maxim S. Upinin, ¹Boris N. Glinkin

¹Chuvash State Agrarian University, Chuvash Republic, Cheboksary, Russia

²Mustang Technologies of Feeding, Moscow, Russia

Abstract. According to modern standards of growing replacement heifers of the Holstein breed, insemination is performed when they reach a live weight of 375-385 kg and the sooner the animal reaches these parameters, the sooner its first calving will occur, and, consequently, the animal will enter the main dairy herd and begin to bring profit. When inseminated at the age of 13-14 months, the introduction of replacement heifers into the main herd occurs at the age of 22-23 months. Obtaining such parameters becomes possible by observing detailed feeding standards for replacement heifers and using special feed additives that ensure the consumption of the required amount of dry matter with feed. In this case, their growth and development at the age of up to 6 months, that is, during rearing, is of great importance. Of particular importance in this case is the milking period of their rearing, and during this period, the quality of colostrum and milk is of great importance. This paper reflects the results obtained in the course of a scientific and economic experiment on replacement heifers during the milking period to study the dependence of the chemical composition of milk on the growth of experimental animals. The experiment allowed us to identify patterns and draw the appropriate conclusions that, using milk from cows kept in the lactation decline group, it is possible to obtain an absolute increase in live weight during the milking period of 875 g, due to the fact that, compared to milk obtained from lactating cows, it contains a greater amount of fat and protein.

Keywords: milk, cow, watering, replacement young animals, cattle, nutritional value, calves, raising period, fat, protein, average daily gain.

For citation: Productivity of replacement heifers depending on milk quality / A.Y. Lavrentiev, M.S. Upinin, M.S. Upinin, B.N. Glinkin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 32-36.

Введение. Залогом будущего рентабельного производства молока является правильно выращенные ремонтные телки. При осеменении в возрасте 13-14 месяцев ввод ремонтных телок в основное стадо происходит в возрасте 22-23 месяца. Достижение таких результатов возможно при получении 935-970 г среднесуточного прироста живой массы в период с рождения до осеменения. Рост и развитие телят с рождения и до наступления момента полного функционирования рубца напрямую зависит от качественных показателей и энергетической ценности молока, или же заменителя цельного молока, используемого при выпойке и использования престартерных, а затем и стартерных комбикормов, которые способствуют образованию папилл рубца [1,4,6,7,8,9,10,13,14,16,17,18,19,20]. При этом увеличение потребности телят в этот период в концентрированных кормах, благоприятно отражается на плавном приучении животных к полнорационным рационам.

Качество молока зависит от многих факторов: зоогигиены, рутины доения, кормления, генетики и физиологического состояния животных [21,22,23,24]. Так, например, учеными доказано, что у новотельных животных после 5-7 дня от отела наблюдается низкий уровень жира и белка в молоке, а у коров перед запуском он значительно повышается [2, 3, 5,11,12,15].

Исходя из этого, исследования влияния состава молока на рост и развитие ремонтных телок в период выращивания является актуальной и требует проведения исследования.

Цель и задачи исследований. Целью наших исследований является влияние состава и качества молока коров в период раздоя и в период спада лактации на рост и развитие ремонтных телок в молочный период выращивания.

Для решения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить технологию выращивания ремонтных телок в молочный период выращивания;
- провести анализ молока коров в период раздоя и в период спада лактации для выпаивания ремонтного молодняка;
- изучить динамику прироста живой массы ремонтного молодняка крупного рогатого скота в молочный период при использовании молока от коров в период раздоя и спада лактации.

Материалы и методы исследования. Исходя из цели и поставленных задач нами был проведен научно-хозяйственный опыт на базе хозяйства расположенного на территории Республики Татарстан в период с 18 июня по 17 августа 2024 года с целью определения параметров роста и развития ремонтных телок в зависимости от качества молока, используемого для выпойки телят.

Для проведения исследований нами было сформировано 2 группы животных по 10 телят в каждой. При этом животных отбирали по методу групп-аналогов. Животные содержались в индивидуальных клетках, оснащенных выгульной площадкой, которая в свою очередь оснащается креплением для ведра, применяемого для выпойки молоком, ведра - куда наливается вода для питья и ведра - из которого теленок поедает комбикорм, боксом из пластмассы, конструкция которого имеет вентиляцию и защиту от прямых солнечных лучей. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество телят	Особенности выпойки
Контрольная	по 10 голов в группе	Молоко от раздойных коров
Опытная		Молока от коров в группе спада лактации

Выпойка телят производилась 2 раза в сутки из специальных ведер-поилок, оснащённых соском. Во время всего опыта телята имели постоянный доступ к воде и комбикорму. Продолжительность опыта составила 60 суток до момента снятия с выпойки телят согласно программе кормления телок от 0 до 6-и месячного возраста. Выпойку молоком начинали со 2-го дня жизни телят. Особенностью нашего эксперимента было то, что в контрольной группе животных выпаивали молоком, выданным от коров в период раздоя до 60 дня в доении перед переводом их в производственную группу согласно протоколу движения скота в предприятии, во второй же группе телята потребляли молоко от коров, находящихся в группе спада лактации.

Результаты исследования. Важное значение при выращивании телят для ремонта собственного стада является их рост и развитие в молочный период. Как телята будут прибавлять в массе в молочный период, так они и будут развиваться в дальнейшем. Все это зависит от количества, качества и состава молока, выпаиваемого теленком в молочный период. Качество и состав молока коров при раздое и в период спада лактации не одинаково, они по своему химическому составу отличаются и по-разному оказывают действие на рост и развитие.

Качественный состав молока коров при раздое зависит от характера кормления животных и какой период прошел от отела дней. Рацион, включающий оптимальное количество высококачественных объемистых кормов, с достаточным количеством протеина и углеводов, активизирует про-

цессы рубцового пищеварения и способствует повышению содержания жира в молоке. Наоборот, хронический недокорм, дефицит в рационе энергии ведёт к снижению жира в молоке. Содержание белка в молоке при правильном кормлении обычно составляет 3,0-3,5 %. Его концентрация в молоке снижается при недостатке энергии, особенно в начале лактации. Сбалансированное, полноценное питание с достаточным количеством в рационе сахаров, протеина, микроэлементов и витаминов позволяет повысить уровень белка в молоке на 0,3-0,4 % и более.

При спаде лактации качественный состав молока коров меняется. Например, в стародойном молоке, которое выделяется в течение 7-15 дней перед окончанием лактации, повышается количество лейкоцитов, жира, белков, ферментов (липазы), минеральных веществ и уменьшается содержание лактозы. Вкус такого молока горьковато-солёноватый из-за повышенного количества свободных жирных кислот и хлоридов. Также в конце лактации повышается концентрация почти всех белковых фракций, за исключением κ-казеина и р-фракции, содержание которых, напротив, снижается. Одновременно количество у-казеина, иммуноглобулина и α-лактоальбумина в молоке повышается сильнее, чем других белков. Эти изменения становятся основной причиной ухудшения технологических свойств молока коров на последнем месяце лактации.

Качественную оценку молока, используемого в кормлении подопытных животных, проводили еженедельно, используя анализатор «Клевер-2М», который имеется в хозяйстве. В таблице 2 представлены результаты анализов молока.

Таблица 2 – Показатели жира и белка в молоке, %

Дата взятия анализа	Молоко от раздойных коров		Молоко от коров с группы спада	
	Жир	Белок	Жир	Белок
17.06.2024	3,25	2,91	3,81	3,2
27.06.2024	3,31	2,89	3,8	3,21
07.07.2024	3,15	2,9	3,95	3,31
17.07.2024	3,23	2,92	3,74	3,24
27.07.2024	3,27	2,91	3,83	3,2
06.08.2024	3,18	2,9	3,72	3,1
16.08.2024	3,19	2,97	3,79	3,22
Среднее за период опыта	3,23	2,91	3,81	3,21

Исходя из данных таблицы 2 видим, что показатели химического состава молока, используемого при выпойки подопытных телок было не одинаковым. Поэтому, при одинаковом количестве получения молока ремонтной группы телок в период выращивания опытная группа получала больше питательных веществ, чем контрольная группа. Из-за большего потребления этих питательных веществ были различия и в получении приростов живой массы за опытный период. Так среднее значение по проценту содержания жира в молоко коров на спаде лактации на 0,58 % было выше аналогичного показателя молока коров, находящихся в стадии раздоя, по проценту белка аналогично отклонение было в пользу молока коров на спаде лактации на 0,3 %. То есть сухого вещества телки опытной группы при одинаковом объеме выпойки получали больше, где содержалось больше питательных веществ.

Рост животных показывает процесс увеличения размеров и массы тела организмов в ходе их индивидуального развития (онтогенеза). Он выражается в увеличении массы, размера и объема веществ клеток, межклеточных веществ, а также тканей и целых органов. Для учёта роста животных проводят систематические взвешивания и измерения. Кроме абсолютных показателей массы, учитывают абсолютную (увеличение массы животного за определённый отрезок времени – среднесуточный, среднемесячный прирост) и относительную (процентное отношение прибавки массы за определённый период к полусумме начальной и конечной массы) скорость роста.

Оценку роста проводили путем взвешивания телят на электронных платформенных весах в возрасте первого месяца и по достижению ими 2-х месячного возраста в момент снятия с выпойки. Данные заносили в журнал исследования после чего рассчитывали абсолютный и среднесуточный приросты живой массы телок. Полученные данные отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели роста подопытных телок

Контрольное взвешивание	Группа	
	Контрольная	Опытная
Вес при рождении, кг	35,75	35,7
Взвешивание 18.07.2024, кг	56,95	58,4
Абсолютный прирост, кг	21,2	22,7
Среднесуточный прирост, г	706,7	756,7

Продолжение таблицы 3

Контрольное взвешивание	Группа	
	Контрольная	Опытная
Взвешивание 17.08.2024, кг	83,1	88,2
Абсолютный прирост с последнего взвешивания, кг	26,15	29,8
Среднесуточный прирост с последнего взвешивания, г	871,7	993,3
Абсолютный прирост за период опыта, кг	47,35	52,5
Среднесуточный прирост за период опыта, г	789,2	875,0

Результаты проведённых контрольных взвешиваний ремонтных телок в возрасте 1-го месяца и по достижению ими 2-х месячного возраста показали, что подопытные животные контрольной группы уступали по показателям роста телкам опытной группы, так по итогу научно-хозяйственного опыта среднесуточный прирост живой массы телок, которым выпаивалось молоко от коров на спаде лактации составил 875 г, что на 85,8 г выше аналогичного показателя телок на выпойку которых использовали молоко от раздойных коров. Абсолютный прирост живой массы за опытный период в контрольной группе составил 47,35 кг, а в опытной группе – 52,5 кг, что на 10,9 % выше, чем в контрольной группе.

Выводы. Опираясь на все выше изложенное можно сделать вывод, что важное значение на рост ремонтных телок в молочный период напрямую влияют качественные показатели молока, которое используется для выпойки телят. При проведении исследования у ремонтных телок в молочный период, которые получали молоко от коров в период спада лактации, абсолютный прирост был выше, чем у ремонтных телок, которые получали молоко от коров в период раздоя. При этом надо отметить, что ремонтные телки обеих групп получали одинаковое количество молока за опытный период.

Список источников

1. Байков А.С. О целесообразности использования кавитированного фуражного зерна и отходов мукомольного производства в рационах молодняка крупного рогатого скота // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 1. С. 158-167.
2. Влияние клинотилолита на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / М.Г. Чабаев, Р.В. Некрасов, Е.Ю. Цис и др. // Ветеринария. 2020. № 1. С. 38-43.
3. Забашта Н.Н., Забашта С.Н., Тузов И.Н. Факторы, влияющие на мясную продуктивность и качество мяса крупного рогатого // Труды Кубанского ГАУ. 2013. № 42. С. 126-128.
4. Использование бифидосодержащей кормовой пробиотической добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.Ю. Цис и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 3. С. 3-8.
5. Лаврентьев А.Ю., Михайлова Л.Р., Шерне В.С. Рожьсодержащие комбикорма в рационе бычков на дорастивании // Вестник Ульяновской ГСХА. 2022. № 2 (58). С. 197-203.
6. Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю. Рожьсодержащие комбикорма для бычков на дорастивании // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 124-135.
7. Особенности обмена веществ и продуктивность молодняка жвачных при скормливании им пробиотических комплексов / М.Г. Чабаев, Р.В. Некрасов, Е.Ю. Цис и др. // Проблемы развития АПК региона 2018. № 4 (36). С. 146-151.
8. Рекомендации по кормлению ремонтных телок при выращивании высокопродуктивных молочных коров / Н.Г. Первов, С.В. Кумарин, А.С. Аникин и др. Дубровицы: Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства им. академика Л.К. Эрнста, 2017. 96 с.
9. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю., Костомахин Н.М. Влияние комплексных функциональных добавок на рост и развитие телят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 7 (216). С. 26-36.
10. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю., Костомахин Н.М. Влияние комплексных добавок на рост, развитие и воспроизводительные качества ремонтных телок // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2024. № 12 (233). С. 3-19.
11. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю. Изменения живой массы телят при применении комплексных функциональных добавок // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 1 (42). С. 38-44.
12. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю. Комплексные функциональные добавки и их влияние на рост и развитие телят // Нива Поволжья. 2023. № 1 (65). С. 2001.
13. Упинин М.С. Рост, развитие и показатели воспроизводства ремонтных телок при введении в состав стартерного комбикорма комплексных функциональных добавок Руменфит 50 и Руменфит 100: дис. ... канд. с.-х. наук / Чувашский государственный аграрный университет. Чебоксары, 2024. 167 с.

14. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю. Рост и развитие телят при использовании комплексных функциональных добавок // Вестник Чувашского ГАУ. 2023. № 2 (25). С. 147-152.
15. Эффективность применения пробиотика лактоамиловорина в кормлении телят / Р. Некрасов, Н. Анисова, М. Чабаев и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 6. С. 19-21.
16. Будников О.Н., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Особенности роста телят, рожденных от коров, получавших в составе кормосмеси энергетическую и минеральную добавки // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2 (66). С. 170-175.
17. Вафина Д.Р., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Опыт применения пробиотической добавки «Басулифор» в кормлении телок до шестимесячного возраста // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 1 (101). С. 39-44.
18. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е. Влияние зерновой кормосмеси с добавкой смектитного трепела на продуктивность и использование азота у телят // Вестник аграрной науки. 2022. № 5 (98). С. 18-21.
19. Шепелев С.И., Яковлева С.Е., Малявко И.В. Эффективность применения премиксов при выращивании ремонтных телок голштинской породы // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 5 (99). С. 53-58.
20. Михайчикова О.В., Гамко Л.Н., Лемеш Е.А. Пробиотик «Басулифор-С» в кормлении телят в молочный период // Аграрная наука. 2019. № 11-12. С. 21-24.
21. Особенности молочной продуктивности у коров в зависимости от межотельного цикла / Стрельцов В.А., Малявко И.В., Рябичева А.Е., Лемеш Е.А. // Зоотехния. 2021. № 4. С. 21-23.
22. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Мицурина Е.А. Переваримость питательных веществ и использование азота у лактирующих коров при скармливании кормосмеси с минеральными добавками // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (57). С. 194-199.
23. Значение компонентов полноценности кормления лактирующих коров / Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е., Мицурина Е.А. // Вестник аграрной науки. 2023. № 4 (103). С. 65-70.
24. Гамко Л.Н., Кубышкин А.В., Менякина А.Г. Эффективность производства молока при контроле рационов по широкому комплексу показателей // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 26-30.

Информация об авторах:

А.Ю. Лаврентьев - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой общей и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, lavrentev65@list.ru.

М.С. Упинин - кандидат сельскохозяйственных наук, Мустанг Технологии Кормления, manasvagner@mail.ru.

М.С. Упинин - аспирант кафедры общей и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, upininmaksim@mail.ru.

Б.Н. Глинкин - доцент кафедры физвоспитания, ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, lmikhaylova01@mail.ru.

Information about the authors:

A.Yu. Lavrent'yev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of General and Private Animal Science, Chuvash State Agrarian University, lavrentev65@list.ru.

M.S. Upinin - Candidate of Agricultural Sciences, Mustang Technologies of Feeding, manasvagner@mail.ru.

M.S. Upinin - postgraduate student of the Department of General and Private Animal Science, Chuvash State Agrarian University, upininmaksim@mail.ru.

B.N. Glinkin - Associate Professor of Physical Education, ¹Chuvash State Agrarian University. lmikhaylova01@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 03.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 03.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Лаврентьев А.Ю., Упинин Манас С., Упинин Максим С., Глинкин Б.Н.

Научная статья
УДК 636.1.087.73

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИТАМИНИЗИРОВАННОЙ ДОБАВКИ В КОРМЛЕНИИ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

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

Аннотация. В статье показаны материалы исследований по применению в рационах кормления спортивных лошадей витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» в период интенсивных нагрузок. В научно-хозяйственном опыте были задействованы две группы спортивных лошадей тракененской породы, подобранных по принципу пар-аналогов численностью по 5 голов в каждой группе. Продолжительность опыта составила 60 дней. Витаминизированную добавку в количестве 300 г на одну голову давали один раз в сутки в вечернее кормление в соответствии с рекомендованными интервалами – 5 дней с перерывом на 2 дня. Применение витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» позволило восполнить недостаток микроэлементов: молибдена – на 60,0 мг; меди – на 6,0 мг; цинка – на 15,0 мг; кобальта – на 2,0 мг; селена – на 0,6 мг, йода – на 5,0 мг; а также полностью устранить дефицит витаминов группы В. Полученные результаты свидетельствуют о повышении работоспособности спортивных лошадей в период интенсивных нагрузок во время летнего стартового сезона в результате сбалансирования рационов кормления. Работоспособность спортивных лошадей опытной группы, выраженная через индекс успеха, оказалась выше на 24,42 пп., в сравнении с лошадьми контрольной группы.

Ключевые слова: витаминизированная добавка, кормление лошадей, спортивные лошади, работоспособность, индекс успеха.

Для цитирования: Яковлева С.Е., Шепелев С.И. Использование витаминизированной добавки в кормлении спортивных лошадей // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 37-40.

Original article

USING A VITAMINIZED SUPPLEMENT IN FEEDING SPORTS HORSES

Svetlana Ye. Yakovleva, Sergey I. Shepelev
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article shows research materials on the use of the vitaminized feed supplement "Ippovit" in the diets of sports horses during periods of intense exercise. In the scientific and economic experiment, two groups of Trakenen sport horses were involved, selected according to the principle of pairs of analogues with 5 heads in each group. The duration of the experiment was 60 days. The vitaminized supplement in the amount of 300 g per head was given once a day during evening feeding in accordance with the recommended intervals of 5 days with a break of 2 days. The use of the vitaminized feed additive "Ippovit" made it possible to compensate for the lack of trace elements: molybdenum – by 60.0 mg; copper – by 6.0 mg; zinc – by 15.0 mg; cobalt – by 2.0 mg; selenium – by 0.6 mg, iodine – by 5.0 mg; and also completely eliminate the deficiency of vitamins of group B. The obtained results indicate improving the performance of athletic horses during period of intense exercises during the summer starting season as a result of balanced feeding rations. The performance of the sports horses of the experimental group, expressed in terms of the success index, was higher by 24.42 pp., in comparison with the horses of the control group.

Keywords: vitaminized supplement, horse feeding, sports horses, performance, success index.

For citation: Yakovleva S.Ye., Shepelev S.I. Using a vitaminized supplement in feeding sports horses // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 37-40

Введение. Одним из самых важных факторов высокой работоспособности спортивных лошадей в соревновательный период является сбалансированное кормление, которое влияет на их здоровье и спортивные результаты. В период интенсивных нагрузок при подготовке к соревнованиям по конному спорту и во время участия в них, кормление спортивных лошадей основывается на удовлетворении их потребностей в питательных и биологически активных веществах с учетом физиологического состояния, живой массы и интенсивности нагрузки [1-6].

Большое значение при этом имеет уровень кормления, переваримость и усвояемость питательных веществ, сбалансированность рационов по питательным веществам. В период интенсивных нагрузок у спортивных лошадей проявляется большая потребность в биологически активных веществах, так как повышается уровень обменных процессов в организме и наблюдаются высокие затраты энергии на мышечную работу лошадей [7-10].

Материал и методика исследования. Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния вита-

минимизированной кормовой добавки «Ипповит» в рационах кормления спортивных лошадей продолжительностью 60 дней был проведен в условиях Учебной спортивной конюшни Брянского государственного аграрного университета, расположенной в селе Кокино Выгоничского района Брянской области. Объектом исследований послужили спортивные лошади тракененской породы по пять голов в каждой группе. В опытных группах, которые были подобраны по принципу аналогов, учитывали возраст, породу и живую массу. Опыт проводился во время летнего стартового сезона (табл. 1).

Таблица 1 – Схема проведения научно-хозяйственного опыта

Показатели	Группы	
	Контрольная	Опытная
Количество голов	5	5
Средняя живая масса, кг	508,0±12,4	507,2±11,2
Продолжительность опыта, дней	60	60
Условия кормления	Основной рацион	Основной рацион + 300 г гол./сут. «Ипповит»

По основным питательным веществам рацион кормления спортивных лошадей соответствовал рекомендованным нормам на летний период. Суточная норма дачи витаминизированной кормовой добавки в опытной группе составляла 300 г на голову в сутки. Кормовая добавка давалась пять дней в неделю с перерывом на два дня в соответствии с рекомендациями. Всю суточную норму подкормки вносили в основной рацион во время вечернего кормления. В контрольной группе лошади получали основной рацион.

Работоспособность спортивных лошадей оценивали по показателю индекса успеха по результатам участия в соревнованиях по конному спорту (конкуре) по формуле:

$$\text{Индекс успеха, \%} = \frac{100 (M - 1)}{(n - 1)},$$

где М – занятое лошадей место в соревновании;

n – количество выступавших лошадей.

Результаты и их обсуждение. Нами установлено, что в период интенсивного тренинга и проведения соревнований, в структуре основного рациона кормления спортивных лошадей преимущественное положение занимают концентрированные корма (44,9 %). При этом тип кормления характеризуется как концентратный, что соответствует существующим требованиям, предъявляемым к структуре кормовых рационов для спортивных лошадей в период интенсивного тренинга и подготовки к выступлениям (табл. 2).

Таблица 2 – Состав основного рациона кормления спортивных лошадей

Корма	Количество в кг
Трава злаково-разнотравного луга	16,0
Сено луговое злаково-разнотравное	5,0
Овес	6,0
Отруби пшеничные	0,4
Соль поваренная	0,06

Исследования показали, что содержание основных компонентов в рационе кормления лошадей показывает, что уровень обменной энергии и основных питательных веществ рациона соответствует требованиям, предъявляемым к уровню кормления спортивных лошадей (табл.3).

Таблица 3 – Питательность рациона кормления спортивных лошадей

Наименование	Ед. изм.	Норма содержания	Фактическое содержание	Содержание в 1 кг СВ
ОЭ	МДж	131	143	9,5
Сухое вещество	кг	13	15	
Сырой протеин	г	1370	1881	125,4
Переваримый протеин	г	890	947	63,1
Сырая клетчатка	г	2200	3516	234,4
Са	г	62	66	4,4
Р	г	50	45	3,0
Mg	г	16	25	1,7
NaCl	г	60	63	4,2
Каротин	мг/кг	185	799	53,3
Витамин D3	тыс.МЕ	8	4,2	0,3
Витамин Е	мг/кг	455	432	37,4

Продолжение таблицы 3

Наименование	Ед. изм.	Норма содержания	Фактическое содержание	Содержание в 1 кг СВ
Витамин В1	мг/кг	56	52	3,5
Витамин В2	мг/кг	56	43	2,9
Витамин В3	мг/кг	84	57	3,8
Витамин В4	мг/кг	2 700	3820	254,7
Витамин В5	мг/кг	188	178	11,9
Витамин В6	мг/кг	47	44	2,9
Витамин В12	мг/кг	113	102	6,8
Витамин Вс	мг/кг	38	33	2,2
Mo	мг/кг	1 000	950	63,3
Fe	мг/кг	1 250	2359	157,3
Cu	мг/кг	106	104	6,9
Zn	мг/кг	370	354	23,6
Mn	мг/кг	500	518	34,5
Co	мг/кг	6	5	0,3
I	мг/кг	6	2	0,1
Se	мг/кг	1	0,2	0,01

В рационе отмечается достаточно высокий уровень содержания сырого протеина – 1881 г и переваримого протеина – 947 г, при этом концентрация в сухом веществе рациона сырого протеина составляет – 125,4 г/кг; переваримого протеина - 63,1 г/кг, сырой клетчатки – 234,4 г/кг. Отмечено, что в рационе наблюдается недостаточный уровень содержания отдельных минеральных макроэлементов, таких как фосфор на 5,0 г или на 10,0 % ниже рекомендуемой нормы, а также микроэлементов молибден на 50 мг или 5,0% ниже рекомендуемой нормы, меди на 2 мг или 1,89%, цинка на 16 мг или 4,32% , кобальта на 1 мг или 16,67%, йода на 4 мг или 66,67% и селена на 0,8 мг или 80,0%.

Уровень недостатка отдельных витаминов в рационах кормления лошадей контрольной группы также несколько ниже рекомендуемой нормы: витамина D3 - на 3,8 тыс. МЕ или на 47,5%; витамина Е - на 17 мг или 2,8%, витамина В1 - на 4,0 мг или на 7,14 %; витамина В2- на 13,0 мг или на 23,21%; витамина В3 - на 27,0 мг или на 32,14 %; витамина В5 - на 10,0 мг или на 5,32%; витамина В6 - на 3,0 мг или на 6,38 %; витамина В12 - на 11,0 мг или на 9,73%; витамина ВС- на 5,0 мг или на 13,16%.

Таким образом, исходя из проведенного анализа уровня содержания основных питательных веществ в рационах кормления спортивных лошадей, нами было установлено, что в рационах наблюдается значительный недостаток отдельных питательных веществ, особенно биологически активных - микроэлементов и витаминов, что по нашему мнению может в существенной степени влиять на снижение работоспособности лошадей и увеличению времени их восстановления после нагрузки в период проведения интенсивного тренинга.

Для восполнения недостатка биологически активных веществ, уровень содержания которых, как было установлено находился ниже рекомендуемой нормы нами, в рацион кормления спортивных лошадей опытной группы, была введена кормовая добавка «Ипповит» в количестве 300 г\гол в сутки.

Проведенный анализ уровня содержания основных биологически активных веществ в рационах кормления лошадей опытной группы показал, что за счёт применения витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» в значительно повысилось содержание недостающих микроэлементов, при этом общий уровень их содержания составил по меди – 110,0 мг; молибдену -1010,0 мг; цинку – 369,0 мг; кобальту – 7,6 мг; йоду – 7,0 мг; селену – 0,8 мг, что позволило не только устранить дефицит отдельных микроэлементов, но и сбалансировать рацион по их содержанию.

Аналогичный результат от применения витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» в рационах опытной группы лошадей наблюдается и при анализе данных по уровню содержания витаминов. В результате проведенного анализа было установлено, что за счет применения витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» в рационах кормления лошадей опытной группы практически полностью был восполнен недостаток витамина Д, уровень которого в рационе повысился на 1,5 тыс. МЕ и составил 5,7 тыс. МЕ, а также по витамину В2 - уровень содержания которого повысился на 6,5 мг и составил 49,5 мг.

По ряду других витаминов группы В, недостаток уровня их содержания был полностью устранен и составил по витамину В1 – 661,7 мг; по витамину В3 – 130,4 мг; по витамину В4 – 3895,0 мг; по витамину В5 – 204,0 мг; по витамину В6 – 51,0 мг; по витамину В12 – 114,5 мг; по витамину Вс – 42,8 мг. в рационах кормления опытной группы лошадей.

Сравнительная оценка индекса успеха спортивных лошадей опытной и контрольной групп, полученная по результатам участия в соревнованиях по конному спорту (конкур), показала положитель-

ное влияние витаминизированной кормовой добавки «Ипповит» на их работоспособность (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнительная оценка индекса успеха спортивных лошадей, %

Показатель	Группы	
	контрольная	опытная
	M±m	M±m
Количество участвующих лошадей	5	5
Индекс успеха	37,41±0,96	61,83±0,73

Установлено, что лучшие показатели в соревнованиях отмечены у спортивных лошадей опытной группы. Индекс успеха у них выше на 24,42 п.п., по сравнению с лошадьми контрольной группы.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что применение кормовой добавки «Ипповит» в рационах кормления лошадей опытной группы в количестве 300 г на голову в сутки позволило существенным образом увеличить содержание основных биологически активных веществ и сбалансировать уровень их содержания до физиологически обоснованной нормы кормления. Это положительно повлияло на работоспособность спортивных лошадей.

Список источников

1. Влияние структуры рациона на резвость кобыл русской рысистой породы / А.Т. Варакин, В.Г. Елифанов, В.С. Зотеев и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 190-196.
2. Иванова И.Е., Павлова Н.В. Использование кормовой добавки природного происхождения в рационах спортивных лошадей // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11 (188). С. 77-83.
3. Севастьянова Т.В., Уша Б.В. Применение высокоэффективных функциональных кормовых добавок в рационе спортивных лошадей // Аграрная наука. 2021. № 7-8. С. 71-74.
4. Шараськина О.Г. Влияние введения в рацион спортивных лошадей комбикормов из термически обработанного зерна на показатели работоспособности // Международный вестник ветеринарии. 2022. № 1. С. 83-88.
5. Яковлева С.Е., Шепелев С.И., Гармалита Н.С. Выращивание молодняка лошадей с применением различных витаминно-минеральных комплексов // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 2 (96). С. 44-50.
6. Яковлева С.Е., Шепелев С.И., Лемеш Е.А. Использование витаминно-минеральных комплексов в кормлении молодняка лошадей // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 96-102.
7. Бачурина Е.М., Полковникова В.И. Использование энергетической добавки в кормлении лошадей спортивных пород // Пермский аграрный вестник. 2021. № 3 (35). С. 70-76.
8. Влияние рациона кормления на время восстановления, среднюю скорость лошадей, участвующих в соревнованиях по конным дистанционным пробегам / В.А. Гусева, Т.Ш. Кузнецова, А.В. Назарова и др. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2023. № 1 (57). С. 55-59.
9. Гнездилова Л.А., Быков Д.В., Курилова Н.М. Влияние балансирующих кормовых добавок на обменные процессы у спортивных лошадей // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 4. С. 81-87.
10. Тищенко П.И., Алавердян А.А. Изучение влияния кормовой добавки HORSLI на показатели обмена веществ у спортивных лошадей в дисциплине троеборье // Зоотехния. 2024. № 3. С. 31-34.

Информация об авторах

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

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

Information about the authors:

S.Ye. Yakovleva – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

S.I. Shepelev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private 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 10.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 10.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Яковлева С.Е., Шепелев С.И.

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

Научная статья
УДК 621.793.79

**ВЛИЯНИЕ ОЧИСТКИ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВАННЕ НА ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ
С ОКСИДОКЕРАМИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ**

**Алексей Витальевич Козлов, Андрей Владимирович Волженцев,
Роман Алексеевич Булавинцев, Алексей Михайлович Полохин**
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орловская область, Орел, Россия

Аннотация. Детали, упрочненные микродуговым оксидированием (МДО), имеют высокую стойкость к изнашиванию, но пористость покрытия снижает прочность и несущую способность. После финишной шлифовки и промывки на поверхности и внутри пор могут оставаться частицы абразива, увеличивая износ. Для минимизации этого предлагается очищать детали в ультразвуковой ванне. Образцы для исследований изготавливали из алюминиевого сплава АК7ч. Образцы оксидировали в силикатно-щелочном электролите достигая пористости 6 и 12% путем изменения температуры. После шлифования проводили испытания на износ после промывки в воде и ультразвуковой ванне. Ультразвуковая (УЗ) ванна очищает поверхности за счет гидравлического удара: жидкость заполняет поры, и после передачи колебаний возникает повышенное давление, тем самым удаляет грязь и абразив. Очистка в УЗ-ванне проводилась с использованием моющего раствора для цветных металлов, чтобы избежать ненужного окисления алюминия. Испытания на изнашивание проводились на машине трения. Исследовали пары трения сталь 40Х – МДО-покрытие пористостью 6 и 12%. Износ пар трения с низкой пористостью одинаков после промывки в воде и УЗ-ванне, что связано с однородностью покрытия. При повышении пористости до 12% износ после УЗ-ванны ниже на 16% по сравнению с промывкой в воде. В данном случае качество очистки напрямую влияет на дальнейший износ. Использование УЗ-ванн для промывки деталей с МДО-покрытиями высокой пористости снижает износ пар трения по сравнению с промывкой в воде. Для очистки оксидокерамических покрытий с большой пористостью рекомендуется использовать УЗ-ванны.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, покрытие, алюминиевый сплав, очистка, абразив, пористость, ультразвуковая ванна, износостойкость.

Для цитирования: Влияние очистки в ультразвуковой ванне на износ деталей с оксидокерамическим покрытием / А.В. Козлов, А.В. Волженцев, Р.А. Булавинцев, А.М. Полохин // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 41-44.

Original article

**INFLUENCE OF AN ULTRASONIC BATH CLEANING ON WEAR
OF PARTS WITH OXIDOCERAMIC COATING**

Alexey V. Kozlov, Andrey V. Volzhentsev, Roman A. Bulavintsev, Alexey M. Polokhin
Oryol State Agrarian University, Oryol region, Oryol, Russia

Abstract. Parts hardened by microarc oxidation (MAO) have high wear resistance, but porosity of the coating reduces the strength and bearing capacity. After finishing grinding and washing, abrasive particles may remain on the surface and inside the pores, increasing the wear. To minimize this, it is proposed to clean the parts in an ultrasonic bath. The samples for the researches were made of aluminum alloy AK7ch. The samples were oxidized in a silicate-alkaline electrolyte, reaching porosity of 6 and 12% by changing the temperature. After grinding, the wear tests were performed after washing in water and the ultrasonic bath. The ultrasonic (US) bath cleans the surfaces due to hydraulic shock: the liquid fills the pores, and after the transmission of vibrations, increased pressure occurs, thereby removing dirt and abrasive. Cleaning in the ultrasonic bath was carried out using a detergent solution for non-ferrous metals to avoid unnecessary aluminum oxidation. The wear tests were carried out on a friction machine. Friction pairs of steel 40X – MAO-coating with porosity of 6 and 12% were studied. The wear of friction pairs with low porosity is the same after washing in water and the ultrasonic bath, which is due to the uniformity of the coating. With an increase in porosity to 12%, wear after the ultrasonic bathing is 16% lower compared to rinsing in water. In this case,

the quality of cleaning directly affects further wear. The use of ultrasonic baths for rinsing parts with high porosity MAO coatings reduces the wear of friction pairs compared to rinsing in water. To clean oxidoceramic coatings with high porosity, it is recommended to use ultrasonic baths.

Key words: microarc oxidation, coating, aluminum alloy, cleaning, abrasive, porosity, ultrasonic bath, wear resistance.

For citation: Influence of an ultrasonic bath cleaning on wear of parts with oxidoceramic coating / A.V. Kozlov, A.V. Volzhentsev, R.A. Bulavintsev, A.M. Polokhin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 41-44.

Введение. Известно, что детали, упрочненные микродуговым оксидированием (МДО), имеют высокую стойкость к изнашиванию [1-3]. Однако, чем больше пористость МДО-покрытия, тем ниже прочность и несущая способность данного покрытия [2]. На основании анализа литературных данных и собственных проведенных исследований нами было сделано предположение, что при получении МДО-покрытий высокой пористости после финишной шлифовки и промывки на поверхности и частично внутри пор могут оставаться частицы абразива и материала самого покрытия. Это возможно в следствии простой и/или недостаточной промывки покрытия [1]. Таким образом, вступая в работу такое покрытие может отдавать абразивные частицы в зону трения и тем самым увеличивать износ.

Целью исследований была проверка влияния качества очистки МДО-покрытий на износ пары трения. В частности, мы предлагаем очищать готовые детали с МДО-покрытием в ультразвуковой ванне для минимизации вероятности попадания в зону трения частиц абразива.

Материалы и методы. За основу исследований были взяты образцы, изготовленные из алюминиевого сплава АК7ч. Оксидирование образцов проводили в силикатно-щелочном электролите с получением заданной пористости 6% и 12% [2, 4]. Требуемую пористость достигали за счет изменения температуры электролита. После формирования МДО-покрытия на поверхности образцов следовала шлифовка с удалением верхнего рыхлого слоя и достижения шероховатости $R_a=0,32...0,63$ мкм. Затем проводили исследование на износ с использованием образцов с оксидокерамическим покрытием: в первом случае после промывки в воде и во втором случае после промывки в ультразвуковой ванне.

Ультразвуковые (УЗ) ванны позволяют хорошо отмывать поверхности деталей за счет так называемого гидравлического удара [5]. После погружения детали в моющий раствор, жидкость заполняет все возможные поры на поверхности, а после передачи ультразвуковых колебаний моющему раствору, внутри пор и между частицами неоднородной среды возникает повышенное давление, что и способствует более качественному удалению грязи, абразива и т.д. Это явление, мы считаем, и может нам в снижении износа пар трения с МДО-покрытием.

В нашем случае очистку в УЗ-ванне проводили с использованием готового моющего раствора из поверхностно активных веществ, предназначенного для цветных металлов. Это необходимо для того, чтобы алюминий не окислялся в процессе мойки. Длительность мойки в УЗ-ванне составляла 10 минут, при этом температура раствора доводилась до 40⁰С. Ультразвуковая ванна использовалась марки ODA-MH20.

Для установления влияния мойки в ультразвуковой ванне, на износ подвижного соединения были проведены сравнительные испытания на изнашивание. В качестве примера была выбрана пара трения МДО-покрытие, сформированное на алюминиевом сплаве АК7ч и сталь 40Х соответственно [6]. Выбор материалов обоснован тем, что они широко применяются при изготовлении различной номенклатуры деталей в сельскохозяйственной технике.

Исследования проводили следующим образом. Испытания образцов на изнашивание осуществляли в течение 10 ч при контактном давлении 2 МПа и скорости скольжения 1,0 м/с, данные параметры выбраны в соответствии с ГОСТ 16514 [2]. Но вместо положенных 50 ч испытаний проводим только 10 ч. Так как контрольное взвешивание положено каждые 10 ч, то вместе с маслом находившемся в зоне трения будет извлечен и весь абразивный материал и поэтому последующие испытания уже не окажут влияния на первоначальную цель исследований.

В качестве смазочной среды выступало масло марки И-20. Суммарный износ образцов и контробразцов по массе определяли взвешиванием на лабораторных весах Setra E-500, с погрешностью не более 0,002 г. Испытания на машине трения проводили следующих подвижных соединений:

- 1) сталь 40Х – МДО-покрытие пористостью 6% (промывка в воде);
- 2) сталь 40Х – МДО-покрытие пористостью 12% (промывка в воде);
- 3) сталь 40Х – МДО-покрытие пористостью 6% (промывка в УЗ ванне);
- 4) сталь 40Х – МДО-покрытие пористостью 12% (промывка в УЗ ванне);

Контактное давление в каждой паре трения составляло: 2 МПа. Проведенные испытания на изнашивание показали результат, представленный на рисунке 1.

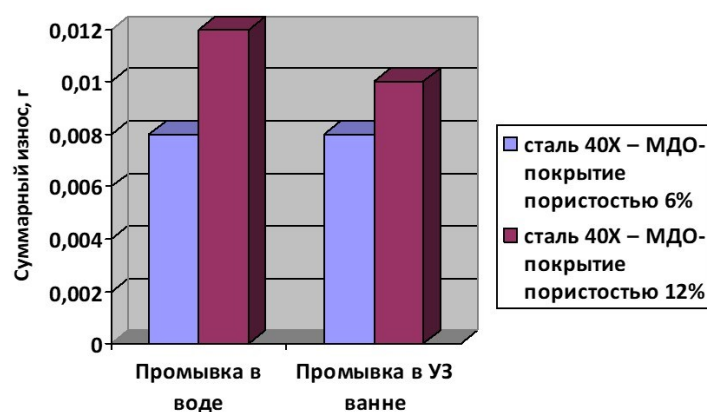


Рисунок 1 – Износ пар трения для различных условий

Результаты и их обсуждение. Как видно из рисунка 1 износ пар трения с низкой пористостью одинаков что для пары трения с промывкой в воде, что для пары трения промытой в УЗ-ванне. Считаем, что это связано с высокой однородностью и низкой пористостью оксидокерамического покрытия, а значит и почти полным отсутствием остаточного абразива в зоне трения. Но с повышением пористости до 12 % появляется разница в износе между парой трения с промывкой в воде и промывкой в УЗ ванне. Износ пары трения промытой в УЗ-ванне ниже на 16%, чем у контрольной. Из полученных данных следует, что более эффективной очисткой деталей с МДО-покрытием можно повлиять на последующий износ и срок службы подвижного соединения.

Выводы. Проведенные научные исследования [8, 9] позволили установить, что при использовании УЗ-ванн для промывки деталей содержащих МДО-покрытия высокой пористости снижается износ пар трения с такими деталями на 16%, по сравнению с технологией промывки в воде. На основании полученных данных можно рекомендовать использование УЗ-ванн для более качественной очистки МДО-покрытий.

Список источников

1. Износостойкость покрытий сформированных микродуговым оксидированием / А.Н. Батищев, А.В. Ферябков, А.Л. Севастьянов, Ю.А. Кузнецов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2003. С. 121-125.
2. Коломейченко А.В., Козлов А.В. Повышение износостойкости рабочих поверхностей деталей машин микродуговым оксидированием и модифицированием покрытия нанопорошком CuO. Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. 193 с.
3. Восстановление и упрочнение деталей из алюминиевых сплавов микродуговым оксидированием: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению 66.03.00 Агроинженерия / А.Н. Новиков, А.Н. Батищев, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко. Орел: Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, 2001. 99 с.
4. Бао Ф. Формирование оксидных покрытий на алюминиевых сплавах микродуговым оксидированием и особенности их разрушения: дис. ... канд. техн. наук. Комсомольск-на-Амуре, 2023. 144 с.
5. Гидравлика: метод. указ. к выполнению лабораторных работ для студентов направления 35.03.06 Агроинженерия / Р.А. Булавинцев, А.В. Козлов, А.В. Волженцев и др. Орел: Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, 2022. 62 с.
6. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Басинюк В.Л. Повышение антифрикционных свойств покрытий, формируемых микродуговым оксидированием // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Орел, 02–03 ноября 2022 года. Орел: Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, 2022. Т. 2. С. 197-202.
7. Исследование покрытий на алюминиевом сплаве Д16, полученных методом микродугового оксидирования / Р.Р. Гринь, Ф.Ф. Кутусова, Н.Ю. Дударева и др. // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2013. № 8 (61).
8. Трибология. Лабораторный практикум: учеб. пособие для ВО / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов и др. СПб.: Лань, 2020. 168 с.
9. Машков Ю.К., Машков Ю.К. Трибофизика конструкционных материалов: учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. 176 с.

Информация об авторах

А.В. Козлов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация технологических процессов в АПК», ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

А.В. Волженцев – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация технологических процессов в АПК», ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Р.А. Булавинцев – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Механизация технологических процессов в АПК», ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

А.М. Полохин – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация технологических процессов в АПК», ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Information about the authors

A.V. Kozlov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Mechanization of technological processes in the agro-industrial complex", Oryol State Agrarian University.

A.V. Volzhentsev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Mechanization of technological processes in the agro-industrial complex", Oryol State Agrarian University.

R.A. Bulavintsev – Candidate of Technical Sciences Head of the Department "Mechanization of Technological Processes in agriculture", Oryol State Agrarian University.

A.M. Polokhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Mechanization of Technological Processes in Agriculture", Oryol State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 27.12.2024, одобрена после рецензирования 20.01.2025, принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 27.12.2024, approved after reviewing 20.01.2025, accepted for publication 10.03.2025.

© Козлов А.В., Волженцев А.В., Булавинцев Р.А., Полохин А.М.

Научная статья
УДК 631.354.23

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СЖАТИЯ СОЛОМЫ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ И ПЛЮЩЕНИИ

¹ Степан Иванович Козлов, ² Василий Михайлович Кузюр,
² Сергей Иванович Будко, ³ Андрей Сергеевич Шилин

¹ УО «Белорусская сельскохозяйственная академия», Могилевская область, Горки, Республика Беларусь

² ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

³ АО «Брянксельмаш», Брянская область, Брянск, Россия

Аннотация. Измельчение материалов - это часто применяющаяся в сельскохозяйственном производстве операция. Площение соломы является перспективным методом для улучшения плодородия почвы, и снижения затрат на использование минеральных удобрений. Использование площения совместно с измельчением позволяет значительно ускорить минерализацию соломы, что благоприятно влияет на состав почвы. Также солома задерживает влагу в пахотном слое и создает каналы для воздуха, что благоприятно влияет на растения. Механика разрушения твердых тел сводится к следующему. При приложении к материалу внешних сил его разрушение происходит сначала по наиболее слабым сечениям. В результате этого получают обломки, содержащие меньше слабых мест, т.е. более прочные. Таким образом, следствием разрушения является упрочнение материала. При резании кусков материала внешние силы их деформируют, в некоторой части их объема при этом увеличиваются количество дефектов и размеры. Когда достигается высокая концентрация дефектов, в материале возникает трещина с размерами, превышающими критические, и тело разрушается. Затрачиваемая на разрушение работа частично расходуется на деформацию кусков материала и рассеивается в окружающем пространстве в виде теплоты и звука. Рассеиваемая в виде теплоты и звука энергия незначительна. Обобщенная теория измельчения учитывает положения и объемной, и поверхностной теорий. Расчеты затрат энергии по формулам объемной и поверхностной теорий позволяют получить лишь приближенные значения этих затрат. Использование для расчетов уравнения, выражающего обобщенную теорию, также не позволяет получить затраты энергии из-за того, что значения некоторых величин, входящих в уравнения, не поддаются численному выражению.

Ключевые слова: сжатие, измельчение, площение, солома, стебель.

Для цитирования: Анализ процесса сжатия соломы при измельчении и площении / С.И. Козлов, В.М. Кузюр, С.И. Будко, А.С. Шилин // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 45-49.

Original article

ANALYSIS OF STRAW COMPRESSION PROCESS DURING GRINDING AND FLATTENING

¹ Stepan I. Kozlov, ² Vasili M. Kuzyur, ² Sergei I. Budko, ³ Andrei S. Shilin

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

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

³ Bryansksel'mash, Bryansk region, Bryansk, Russia

Abstract. Grinding of materials is a frequently used operation in agricultural production. Straw flattening is a promising method for improving soil fertility and reducing the costs of using mineral fertilizers. Using flattening in conjunction with grinding can significantly accelerate the straw mineralization that has a beneficial effect on the soil composition. The straw also retains moisture in the arable layer and creates air channels, which is beneficial to plants. The mechanics of solid destruction is as follows. When external forces are applied to the material, its destruction occurs first along the weakest sections. This results in fragments containing fewer weak points, i.e. stronger ones. Thus, the consequence of destruction is material hardening. When cutting pieces of material the external forces deform them, and in some part of their volume, the number of defects and dimensions increase. When a high concentration of defects is reached, a crack with dimensions exceeding critical ones appears in the material, and the body is destroyed. The work expended on destruction is partially spent on deformation of pieces of material and is dissipated into the surrounding space in the form of heat and sound. The energy dissipated in the form of heat and sound is insignificant. The generalized theory of grinding takes into account the positions of both volume and surface theories. Calculations of energy costs using the formulas of volume and surface theories allow us to obtain only approximate values of these costs. Using an equation expressing the generalized theory for calculations also does not allow obtaining energy costs due to the fact that the values of some quantities included in the equations cannot be expressed numerically.

Keywords: compression, grinding, flattening, straw, stem.

For citation: Analysis of straw compression process when grinding and flattening / S.I. Kozlov, V.M. Kuzyur, S.I. Budko, A.S. Shilin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 45-49.

Введение. Постановка задачи. Составной частью многих технологических процессов, выполняемых сельскохозяйственными машинами, является деформация сжатия. Сжатие стеблей, веток, побегов и других материалов может быть в поперечном и продольном направлениях. Сжатие в продольном направлении может привести к потере устойчивости (продольному изгибу), и большинство растительных материалов вследствие своей небольшой жесткости его не выдерживает.

Из курса сопротивления материалов известно, что при продольном сжатии гибкого стержня силами P потеря его устойчивости происходит при наименьшем критическом значении этой силы $P_{с.с.}$, которое рассчитывают по формуле:

$$P_{с.с.} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{(\mu \cdot l)^2}, \quad (1)$$

где E - модуль упругости;

J_{\min} - минимальный момент инерции сечения стержня относительно нейтральной оси;

μ - коэффициент приведения длины;

l - расстояние между точками стержня, в которых приложены силы P .

При шарнирном закреплении обоих концов стержня $\mu = 1$. Для стержня, один конец которого зашпелен, а другой свободен, $\mu=2$. Если стержень зашпелен с двух сторон, то $\mu=0,5$. При шарнирном закреплении концов и наличии опоры посередине стержня $\mu=0,5$. Для стержня круглого сечения диаметром d момент инерции $J=\pi d^2/64$. Определяемую по формуле (1) силу называют эйлеровой критической. Если формулу (1) применить к стеблям, веткам, побегам, то при:

$$P < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{(\mu \cdot l)^2}, \quad (2)$$

эти материалы сжимаются в продольном направлении без потери устойчивости, а при:

$$P \geq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{(\mu \cdot l)^2}, \quad (3)$$

нарушается устойчивость растения, а следовательно, его прочность и жесткость.

Для стебля пшеницы при $E=10^6$ кПа, $d=0,002$ м, $\mu = 1$ и $l=0,5$ м

$$P_{с.с.} = \frac{\pi^2 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,002^2}{0,5^2 \cdot 64} = 0,031 \text{ Н} \quad (4)$$

Значит, данный стебель будет сжиматься без потери устойчивости при $P < 0,031$ Н. Это весьма небольшая по значению сила. Гораздо больше сопротивление стебля при его сжатии в поперечном направлении. Последнее может быть при отсутствии ограничений по обеим сторонам от линии действия сил, наличии таких ограничений и при действии сжимающих сил по взаимно перпендикулярным направлениям и по всему периметру. Схемы силового воздействия на стебель при всех этих видах поперечного сжатия представлены на рисунке 5.

Сжатие в поперечном направлении при отсутствии ограничений и их наличии исследовано на стеблях льна [1, 2, 3], пшеницы, ржи и кенафа, а при действии сил по взаимно перпендикулярным направлениям - на моделях (его сравнивали со сжатием при отсутствии ограничений). Сжатие стебля силами, действующими по всему периметру, не исследовано вообще. У одних растительных материалов (сено, солома) поперечное сжатие не приводит к отрицательным последствиям, а у других (стебли льна, семена, плоды, ягоды) может привести к нежелательным последствиям (меньший выход длинного льноволокна, порча семян, плодов, ягод и т. д.). Следует отметить, что под термином «сжатие» стебля подразумевается сжатие его трубки (т.е. ее плющение), во время которого происходит изгиб материала стебля в продольном и поперечном направлениях [4].

Поперечное сжатие может быть как на небольших, так и на больших в сравнении с длиной стебля участках. В процессе переработки растений возможны также случаи сжатия ранее нарезанных частей стеблей. Ниже рассмотрены закономерности сжатия отдельных участков стеблей, причем сначала проанализировано сжатие при отсутствии ограничений по обеим сторонам от линии действия сил. Для исследования поперечного сжатия разработаны специальные приборы. С этой целью можно использовать также экстензометр со специальным приспособлением [5].

При дальнейшем увеличении нагрузки деформация растёт еще быстрее при этом начинается расплющивание стебля.

Тангенс угла $\alpha_{6,0}$ наклона прямой в начале представляет собой модуль деформации E_1 , который можно определить по формуле:

$$E_1 = q_{пр}/e_{пр}. \quad (5)$$

Модуль E_1 показывает, при каком давлении можно уменьшить толщину стебля на $\Delta d = d$ чтобы зависимость q от e проходила по прямой. При динамическом нагружении сопротивление сжатию возрастает, поэтому угол наклона линии к оси абсцисс больше, чем при статическом сжатии. Параметр $e_{рас}$ зависит от толщины стенки трубки стебля. Если эту толщину обозначить δ , то деформация стебля в точке равна $d - 2\delta$ и $e_{рас} = (d - 2\delta)/d = (1 - 2\delta)/d$.

Результаты эксперимента и его анализ. В результате обработки кривых получены значения показателей, характеризующих сопротивление стеблей при их поперечном сжатии (табл. 1). Кроме них также установлено, что для свежескошенных стеблей льна $e_b = 0,02 \dots 0,1$, для сухих - $e_b = 0,01 \dots 0,02$. Для свежескошенных стеблей кенафа $q_{пр} = 1000 \dots 4000$ кПа, $e_{пр} = 0,05 \dots 0,12$, $q_{рас} = 2000 \dots 8000$ кПа, $e_{рас} = 0,40 \dots 0,45$. Из таблицы 1 видно, что сопротивление сжатию больше у стеблей льна и меньше у стеблей зерновых культур. Сухие стебли льна и пшеницы оказывают большее сопротивление при сжатии, чем свежескошенные.

Таблица 1 - Показатели, характеризующие сопротивление стеблей при поперечном их сжатии без ограничения сбоку

Состояние стеблей	Диаметр стеблей, мм	Значения показателей				
		q _{пр} , кПа	e _{пр}	q _{рас} , кПа	e _{рас}	E ₁ , кПа
Стебли пшеницы						
Свежеубранные	3,3-4,5	60-100	0,07-0,16	80-150	0,6-0,72	330-540
Сухие	3,4-3,8	80-150	0,08-0,11	100-245	0,6-0,72	900-1850
Стебли ржи						
Свежеубранные	3,8-5,1	70-90	0,07-0,13	90-230	0,6-0,79	800-1350
Сухие	4,5-5,5	85-105	0,09-0,12	130-155	0,6-0,78	750-1150
Стебли льна						
Свежеубранные	0,7-1,3	250-400	0,15-0,4	300-600	0,4-0,6	1000-1400
	1,3-2	200-450	0,15-0,39	250-760	0,4-0,78	1050-1400
Сухие	2-2,8	200-400	0,15-0,25	250-600	0,4-0,55	1100-1450
	0,7-1,3	400-500	0,2-0,3	440-750	0,65-0,75	1300-2000
	1,3-2	200-600	0,1-0,28	300-700	0,6-0,75	1250-2200
	2-2,8	450-800	0,1-0,2	480-900	0,55-0,7	1500-2500

Таковы особенности поперечного сжатия без ограничений сбоку стеблей, представляющих собой трубки.

При поперечном сжатии стебля с ограничениями по обеим сторонам от линии действия сил сопротивление сжатию возрастает. Характер деформации растения при таком нагружении зависит от сорта и состояния культуры. Влияют на этот процесс и такие факторы, как давление, площадь деформатора, толщина стенки трубки и др.

Процесс деформации свежескошенных стеблей состоит из ряда фаз. Сначала под действием давления окружность стебля принимает форму, близкую к прямоугольной, затем происходит деформация боковых стенок трубки вследствие потери ими устойчивости и сплющивание стебля [6, 7].

При таком сжатии условное давление μ , действующее на стебель в направлении сил P , и относительное сжатие e определяют по формулам (4). Кроме давления q , на зажатый стебель действуют реакции боковых плоскостей, причем $P > Q$. Давления от сил Q можно рассчитать по формуле $q_6 = Q/(Bd)$. Давление q_6 зависит от q ; приближенно эту зависимость можно принять линейной.

Тогда:

$$q_6 = \varepsilon q, \quad (6)$$

где ε - опытный коэффициент (коэффициент бокового давления, или распора), $\varepsilon < 1$.

В результате обработки опытных данных установлен общий вид сжатия свежескошенного стебля. Следовательно при поперечном сжатии участка стебля с ограничениями сбоку в основном повторяются закономерности, характеризующие деформацию стебля без ограничений сбоку, разница лишь в том, что при сжатии с ограничениями увеличивается угол наклона прямолинейной части линии к оси абсцисс, который в данном случае обозначен α_o (ранее для сжатия без ограничений этот угол был обозначен $\alpha_{б.о}$). Несколько уменьшился показатель $e_{рас}$, что объясняется более ранним смыканием внутренних стенок стебля при наличии ограничений во время сжатия.

Процесс деформации сухих стеблей также состоит из ряда фаз. Сначала на стеблях появляются трещины, разрывы и изгибы, а затем происходит полное сплющивание стеблей с образованием значительного числа трещин и разрывов.

Исследованием процесса сжатия сухих стеблей при наличии ограничений сбоку установлена

закономерность изменения линейной деформации в зависимости от давления, которая в значительной степени аналогична закономерности, для свежесобранных стеблей но имеются и некоторые отличия, обусловленные хрупкостью сухих стеблей [8, 9].

Следует отметить, что смыкание внутренних стенок трубок стеблей и деформации их мягких частей, после чего начинает деформироваться древесина стебля, характеризующаяся большим сопротивлением сжатию.

Из изложенного можно сделать вывод, что основными показателями при поперечном сжатии стеблей между ограничительными плоскостями являются предел пропорциональности $q_{пр}$ и соответствующее ему относительное сжатие $e_{пр}$, давление $q_{рас}$, при котором стебель расплющивается, и соответствующее ему относительное сжатие $e_{рас}$.

Тангенс угла $\alpha_{с.о}$ наклона прямой к оси абсцисс, представляющий собой модуль деформации E_o , определяют по формуле, аналогичной (5):

$$E_o = q_{пр} / e_{пр} \quad (7)$$

В результате обработки экспериментальных данных получены значения показателей, характеризующих поперечное сжатие стеблей внутри ограничительных плоскостей (табл. 2).

Таблица 2 - Показатели, характеризующие поперечное сжатие стеблей при наличии ограничений сбоку [5]

ссыла [2]

Состояние стеблей	Диаметр стеблей, мм	Значения показателей				
		q _{пр} , кПа	ε _{пр}	q _{рас} , кПа	ε _{рас}	E ₁ , кПа
Стебли пшеницы						
Свежеубранные	4-5	50-75	0,08-0,28	100-310	0,55-0,65	251-100
Сухие	3-4,1	70-230	0,06-0,21	90-380	0,68-0,78	1060-2400
Стебли ржи						
Свежеубранные	4,7-5,1	48-65	0,15-0,19	90-140	0,6-0,75	300-350
Сухие	4,8-5,8	90-210	0,09-0,14	365-420	0,6-0,77	1000-1530
Стебли льна						
Сухие	1.6-1.8	210-420	0,06-0,18	600-850	0,55-0,65	1930-2900

Из сравнения данных таблиц 1 и 2 видно, что при наличии ограничений сбоку сопротивление стеблей сжатию возрастает (увеличились значения $q_{рас}$ и E); как и в предыдущем случае, сопротивление больше у стеблей льна.

Приведенные выше результаты исследования поперечного сжатия стеблей и установленные при этом закономерности их деформации не исчерпывают всех особенностей рассматриваемого сложного явления. В зависимости от условий произрастания, климатических особенностей и других обстоятельств возможен и несколько иной характер протекания процесса деформации растений.

В процессе экспериментального исследования сжатия стеблей получены зависимости нормально-го напряжения и бокового давления от объемной деформации и плотности сжимаемых растений.

Вывод Важной задачей является обеспечение высокого урожая зерновых и зернобобовых культур. Для получения высокого урожая нужна как соответствующая погода, так и содержание полезных веществ в почве. Число используемых химических удобрений продолжает расти, что в итоге влияет на качество урожая.

Снизить используемое количество удобрений поможет использование такого материала как солома, она позволяет снизить затраты на покупку и использование минеральных удобрений, а также улучшить гумусовый состав почвы. Измельчитель в зерноуборочном комбайне позволяет достаточно мелко измельчать солому после обмолота.

Использование плющения совместно с измельчением позволяет значительно ускорить минерализацию соломы, что благоприятно влияет на состав почвы. Также солома задерживает влагу в пахотном слое и создает каналы для воздуха, что благоприятно влияет на растения.

Список источников

1. Минерализация различных видов органических удобрений в дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа, Е.Г. Мезенцева, Т.В. Дембицкая, А.А. Головач // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 4. С. 87-92.
2. Кечайкина И.О., Рюмин А.Г., Чуков С.Н. Постагрогенная трансформация органического вещества дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 2021. № 10. С. 1178-1192.
3. Гришина Л.А., Копчик Г.Н., Макаров М.И. Трансформация органического вещества почвы. М.: Изд-во ИГУ, 2020. 88 с.
4. Шестак А.Ю. К обзору лучших комбайнов последних лет // Актуальные вопросы развития

аграрной науки: сб. материалов Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию со дня образования ин-та биотехнологии и ветеринарной медицины, Тюмень, 12 октября 2021 года. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. С. 981-985.

5. Ключков А.В., Дюжев А.А., Гусаров В.В. Зерноуборочные комбайны: этапы совершенствования, современное состояние, перспективы развития: монография / под ред. А.В. Ключкова. Горки, 2019. 182 с.

6. Результаты полевого опыта использования соломы в качестве удобрения / И.Ю. Богданчиков, С.Н. Борычев, К.Н. Дрожжин, С.В. Митрофанов // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15, № 3. С. 85-91.

7. Повышение эффективности использования соломы в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / Р.А. Булавинцев, И.В. Коношин, А.В. Волженцев и др. // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 8. С. 13-18.

8. Астафьев В.Л., Мурзабеков Т.А. Анализ качества работы измельчителей-разбрасывателей соломы зерноуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. 2022. № 3 (297). С. 26-29.

9. Хаязов Р.М. К Обоснованию повышения эффективности процесса измельчителя-разбрасывателя соломы зерноуборочного комбайна "ACROS" // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: агроинженерные и сельскохозяйственные науки: материалы студ. науч. конф. ин-та агроинженерии, ин-та агроэкологии / под ред. М.Ф. Юдина. Троицк, 2019. С. 178-184.

Информация об авторах:

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

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

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

А.С. Шилин - генеральный директор АО «Брянсксельмаш», andrei.schilin@bk.ru

Information about the authors:

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

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

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

A.S. Shilin - General Director of JSC Bryanskselmash, andrei.schilin@bk.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 27.11.2024, одобрена после рецензирования 20.01.2025, принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 27.11.2024, approved after reviewing 20.01.2025, accepted for publication 10.03.2025.

© Козлов С.И., Кузюр В.М., Будко С.И., Шилин А.С.

Научная статья
УДК 631.312.021.3

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ СОСТАВНЫХ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ

Сергей Александрович Феськов, Андрей Леонидович Силаев, Владимир Анатольевич Погоньшев
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино,

Аннотация. В данной работе представлен критический анализ конструктивных особенностей составных плужных лемехов, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении. Основное внимание уделено рассмотрению различных вариантов компоновок, включая лемеха с накладными долотами и упрочняющими элементами, такими как твердые сплавы и керамические вставки. Показано, что использование составных конструкций позволяет значительно увеличить ресурс плужных лемехов за счет повышения их стойкости к абразивному износу и сокращения эксплуатационных расходов. Рассмотрены преимущества и недостатки различных конструктивных решений, а также их агротехнические особенности, что позволяет определить оптимальные варианты для практического применения. Выявлено, что наибольший потенциал с точки зрения долговечности, технологичности и экономичности имеют составные лемеха с накладными оборотными долотами. Внедрение абразивостойких покрытий и вставок из твердых материалов позволяет дополнительно увеличить ресурс лемехов, однако эти улучшения сопряжены с ростом сложности и стоимости производства. Важным ограничением для использования сложных композитных материалов (керамики, твердых сплавов) является их недостаточная устойчивость к ударным нагрузкам и высокая стоимость, что снижает их применение в условиях интенсивной эксплуатации.

Ключевые слова: составные лемеха, плуги, абразивный износ, сменное долото, износостойкость, агротехника, сельскохозяйственное машиностроение, упрочняющие материалы, керамические вставки, экономическая эффективность.

Для цитирования: Феськов С.А., Силаев А.Л., Погоньшев В.А. Критический анализ особенностей конструкции составных плужных лемехов // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 50-56.

Original article

CRITICAL ANALYSIS OF DESIGN FEATURES OF COMPOSITE PLOUGH SHARES

Sergey A. Fes'kov, Andrey L. Silaev, Vladimir A. Pogonyshev
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. This paper presents a critical analysis of the design features of composite plow shares used in agricultural engineering. The main attention is paid to the consideration of various configuration options, including plowshares with overhead chisels and reinforcing elements such as hard alloys and ceramic inserts. It has been shown that the use of composite designs can significantly increase the service life of plow shares by increasing their resistance to abrasive wear and reducing operating costs. The advantages and disadvantages of various design solutions, as well as their agrotechnical features, have been considered, which allows us to determine the optimal options for practical use. It has been revealed that composite plow shares with overhead reversible chisels have the greatest potential in terms of durability, technological efficiency and cost-effectiveness. The introduction of abrasion-resistant coatings and inserts made of hard materials allows us to further increase the service life of plow shares, but these improvements are associated with an increase in the complexity and cost of production. An important limitation for the use of complex composite materials (ceramics, hard alloys) is their insufficient resistance to impact loads and high cost, which reduces their use in conditions of intensive operation.

Keywords: composite plough shares, plows, abrasive wear, replaceable chisel, wear resistance, agricultural technology, agricultural machinery, strengthening materials, ceramic inserts, economic efficiency.

For citation: Fes'kov S.A., Silaev A.L., Pogonyshev V.A. Critical analysis of design features of composite plough shares // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 50-56.

Введение. Постановка задачи. В последние годы в сельскохозяйственном машиностроении наблюдается рост интереса к разработке и совершенствованию лемехов плугов с повышенной износостойкостью, особенно для работ в условиях повышенного абразивного воздействия почвы. Классические цельнометаллические лемеха постепенно заменяются составными конструкциями, которые включают остов и сменное долото. Это позволяет не только продлить срок службы таких деталей, но и оптимизировать эксплуатационные расходы, благодаря снижению необходимости частой замены оборудования.

Целью данной работы является сравнительный анализ различных конструктивных решений составных лемехов плугов. Основное внимание уделено исследованию компоновок с накладными долотами, а также конструкциям, предусматривающим использование упрочняющих элементов, таких как твер-

дые сплавы и керамические вставки. Рассматриваются особенности их конструкции, достоинства, недостатки и агротехнические преимущества. Полученные результаты могут служить основой для выбора наиболее оптимальных конструкций, способствующих повышению эффективности сельскохозяйственных работ.

Методы исследования. Анализ проводился на основе патентных поисков различных конструкций, включающих накладные долота и упрочняющие вставки. Основные критерии оценки включали износостойкость, устойчивость к ударным нагрузкам и экономическую эффективность. Дополнительно учитывались особенности применения различных конструкций для разных типов почв.

Раскрытие вопроса. В последнее время широкое распространение нашли составные лемеха, у которых остов изготавливается как отдельная часть, к которой крепится болтовым соединением долото [1]. Другим вариантом крепления может быть установка остова и долота на стойку плужного корпуса [2]. Третьей схемой крепления служит расположение противоабразивных элементов на цельнометаллическом лемехе. В связи с этим следует рассмотреть достоинства и недостатки выше отмеченных конструкций.

Как показывает производственный опыт наиболее применимы составные долотообразные лемеха со сменным долотом [3]. Типичная конструкция представлена на рисунке 1 [4].

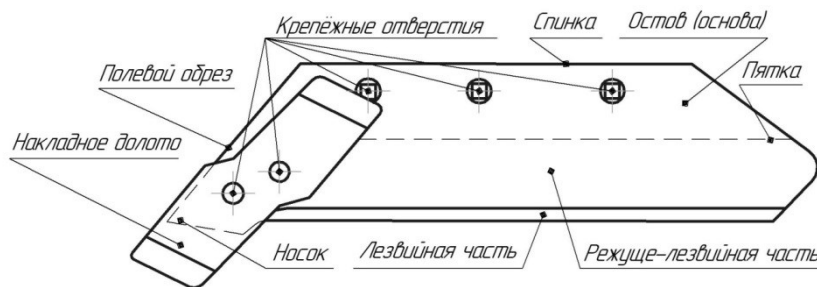


Рисунок 1 – «Классический» составной лемех со сменным долотом

Главным преимуществом составного лемеха состоит в более рациональном использовании металла основы, что способствует увеличению срока службы [5]. Интенсивность изнашивания носовой части значительно превышает износ лезвийной области, благодаря чему в процессе эксплуатации остова возможно последовательное использование двух или более долот. В случае изгиба или излома заглубляющей части носка требуется его замена, при этом остов остается работоспособным, и это обеспечивает, как технологическую, так и экономическую положительную эффективность, так как необходимо заменить только носовую часть. Производство деталей с подобной конструкцией не требует сложного оборудования и высокой квалификации исполнителя. При этом технология производства требует дополнительной операции — сборки. Важно отметить, что конструкция позволяет менять форму долота, что существенно упрощает адаптацию лемеха для обработки почв различного состава.

Рассмотрим наиболее распространенные схемы компоновки составных лемехов с накладным долотом [6,7].

Достаточно широко применяются лемеха, которые состоят из трапециевидного остова 1 и одностороннего долота 2 (рис. 2). Лезвийная часть остова и заглубляющая область долота в ряде случаев подвергаются упрочняющей наплавке. Твердость наплавленного слоя составляет около 62HRC и в его структуре присутствуют карбидные составляющие, что значительно увеличивает абразивную износостойкость изделия.

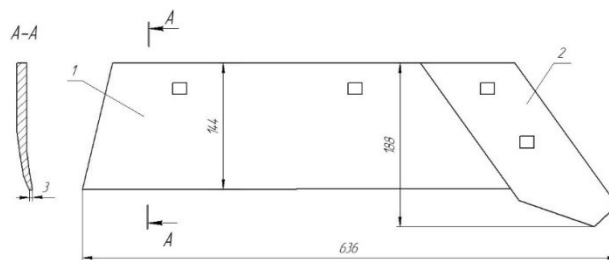


Рисунок 2 - Лемех со сменным односторонним долотом

Существенным недостатком такого технологического и конструктивного подхода является наличие одностороннего долота, хотя оно имеет тыльную наплавку твердым сплавом. С другой стороны, с точки зрения агротехнических норм данная конструкция лемеха относится к одной из наиболее оптимальных. Подобная компоновка характерна для лемехов компании «Лемкен». Еще к одному

положительному моменту, в этом случае, следует отнести тот факт, что долото крепится к стойке лемеха, обеспечивая минимизацию тягового сопротивления агрегата. Нужно отметить наличие в данных лемехах лучевидного износа, распространяющегося по долоту с выходом на остов.

Идея съёмного долота получила дальнейшее развитие в конструкции лемеха с накладным долотом (рис. 3) [6].

Конструкция лемехов зарубежного производства включает в себя следующие элементы: трапецевидную часть 1; накладное обратное долото 2, которое выполнено из полосового проката.

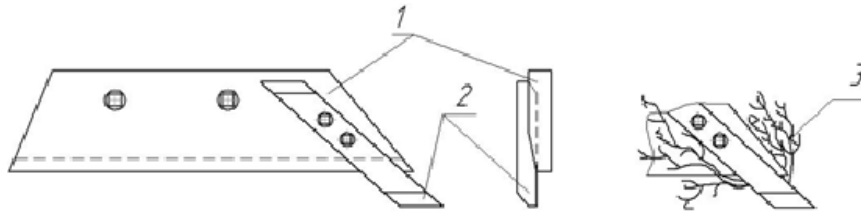


Рисунок 3 - Конструкция лемеха с накладным долотом:
1 - лемех; 2 - обратное долото; 3 - растительные остатки

Лемех технологичен, прост в изготовлении и широко применяется для обработки каменистых почв в зарубежном сельхозмашиностроении. Его отличительной особенностью является наличие конструкции двухстороннего долота. Однако, отсутствие упрочняющей абразивостойкой наплавки не позволяет обеспечить достаточно высокий ресурс такой конструкции. Более того, подобное расположение долота способствует образованию лучевидного износа на рабочей поверхности остова, что в ряде случаев приводит к его снятию с эксплуатации. Отмечается наличие термоупрочнения по всему объёму, как остова, так и долота. Лемеха такой конструкции изготавливаются зарубежными компаниями: «Квернеланд Групп», «Кун», «Белота» и др.

При всей одинаковости конструктивного исполнения составных лемехов ряд фирм вносит свои особенности в соответствии с функциональным назначением детали.

Например, составной лемех компании «Хаурд» включает в себя долотообразный остов и накладное долото (рис. 4). Все его компоненты подвергаются термической обработке на твёрдости 50 HRC. Отличительной особенностью данной конструкции является крепление долота к корпусу с помощью трёх болтов, два из которых также обеспечивают фиксацию остова. Режущая кромка толщиной 4–5 мм не требует заточки, что упрощает обслуживание. Уникальность конструкции компании также заключается в переменном угле резания: 38...40° на полевом обреze и 18° на пятке. Это обеспечивается пространственной формой детали, созданной обработкой давлением. Увеличение угла резания на носке (до 40°) в сочетании с большим вылетом лемеха (65 мм) позволяет достичь значительной глубины вспашки, что особенно эффективно на твёрдых почвах. Пониженный угол резания лемеха позволяет постепенно заострять кромку по мере износа, что способствует повышению износостойкости и снижению тягового сопротивления.

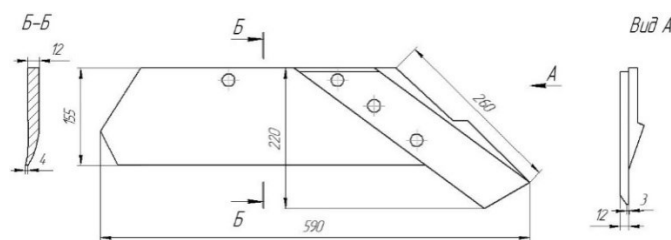


Рисунок 4 - Лемех фирмы «Хаурд»

Основным недостатком лемехов с накладным долотом является более высокое, по сравнению с цельнометаллическими лемехами, тяговое сопротивление, что приводит к увеличению расхода энергии. Это обусловлено тем, что выступающее над поверхностью долото дополнительно деформирует подрезанный слой почвы и нередко захватывает корневые остатки растений, что нарушает агротехнические нормы.

Наряду с зарубежными исследователями разработкой конструкций составных лемехов занимались и отечественные ученые.

Лемех плуга, представленный на рисунке 5, может быть выполнен в трапецевидной [8] или долотообразной [9] форме и содержать защитные элементы на участках, наиболее подверженных износу. Эти элементы представлены плоскими вставками из твёрдых сплавов или абразивостойкими наплавками. Пластины припаиваются, привариваются или же приклеиваются к остову лемеха (рис 5).

По данным работы [8] толщина защитных элементов вне заточки в носовой части составляет 0,2...0,5, а в лезвийной части 0,1...0,25 от толщины основной части лемеха при ширине вставок или наплавленных слоев 0,1...0,3 от ширины лемеха в соответствующем сечении. При этом угол заточки его лезвийной части составляет 10...20° при толщине заостренной части 1,5...2,5 мм, а у носка 20...30° при той же толщине заостренной части. Пластины не должны выступать за обрез режущей области.

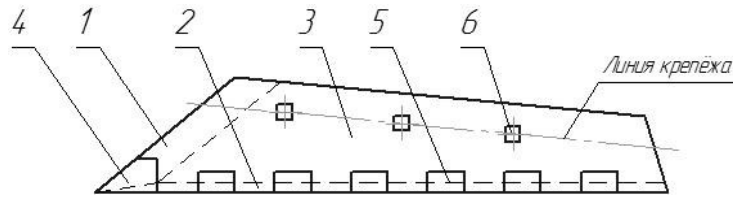


Рисунок 5 – Лемех плуга:

1 – носовая часть; 2 – лезвие; 3 – тело лемеха; 4 – носок; 5 – защитные пластины; 6 – крепежные отверстия

Применение твердосплавных элементов для защиты лемеха, наряду с очевидными преимуществами, добавляет конструкции ряд недостатков: высокую сложность изготовления, значительную стоимость твердосплавных материалов, повышенный риск скола или отслаивания пластин даже при незначительных препятствиях в почве. Следует отметить, что повторное восстановление этой детали практически невозможно. Также предполагается, что восстановленные участки более подвержены залипанию. Однако основным недостатком этой конструкции остаётся низкая ударная вязкость защитных пластин. Отмеченные отрицательные стороны в большой степени сдерживают применение данного конструктивного решения.

Другим типом конструкции режущих элементов плуга с креплением твёрдых пластин является вариант, при котором на тыльной стороне рабочей поверхности лемеха 1 установлены керамические вставки 2, 3 различной формы - прямоугольной, трапециевидной или иной (рисунок 6) [3]. Защитная керамическая пластина 3, расположенная на заглубляющей части лемеха, имеет особую заточку и способ крепления на остоле 1, а её размеры увеличены по сравнению с другими защитными элементами. Толщина, вылет и геометрия этой пластины значительно отличаются от параметров других вставок (рисунок 6), а зоны её расположения обозначены пунктирными линиями (4).

Толщина керамических вставок 2, 3 составляет около 3–10 мм, ширина — примерно 10–40 мм, а длина находится в диапазоне 25–70 мм. Для вставки 3, установленной в носовой части лемеха, размеры немного увеличены и составляют 8х40х70 мм.

Расстояние между защитными элементами вдоль лезвия лемеха обычно варьируется в пределах 5–30 мм, однако в некоторых случаях оно может быть больше.

Износ упрочнённых участков определяется траекторией движения частиц почвы и остаётся сравнительно низким при соблюдении оптимального соотношения ширины и длины защитных элементов.

Геометрические параметры и расположение вставок или накладок в зонах вероятного износа лемеха плуга необходимо подбирать с учётом условий его эксплуатации.

Защитные пластины 2, 3 могут быть установлены на остоле лемеха 1 в пазах, глубина которых примерно соответствует толщине вставок или меньше неё. Крепление может быть выполнено с помощью клеевых составов, механическим способом с использованием болтов или по принципу «ласточкин хвост». В зоне 4 можно нанести керамическое покрытие методом плазменного напыления толщиной 0,3–1 мм.

Частицы почвенной массы перемещаются преимущественно вдоль лезвия и полевого обреза детали 1 (рис. 6). По этим направлениям установлены вставки (от 3 до 6) из твердых составляющих, которые имеют в 3...10 раз более высокие показатели в отношении противоабразивного изнашивания, чем металл лемеха.

В процессе эксплуатации лемеха значительная часть траектории перемещения почвы проходит в контакте с твёрдой поверхностью вставок (3...5) и в зависимости от траектории эта доля может составлять от 10 до 60%. Длина пути во многом определяется гранулометрическим составом почвы и эксплуатационными показателями пахотного агрегата.

В данной конструкции лемеха важен также вылет защитных элементов за пределы геометрических границ стальной поверхности изделия 1. В большинстве случаев вылет либо отсутствует, либо составляет не более 5 мм.

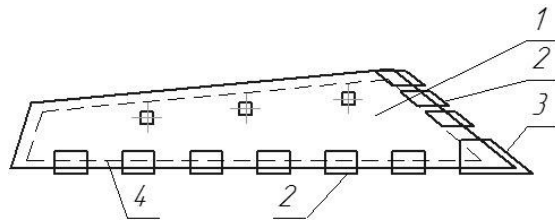


Рисунок 6 – Плужный лемех, упрочненный керамическими пластинами:

1 – тело лемеха; 2, 3 – защитные пластины; 4 – область нанесения защитного покрытия

Недостатки такой конструкции будут теми же, что и в описанной выше. Более того, неизбежно возрастание лобового сопротивления из-за наличия керамических элементов на полевом обрезе и как следствие увеличение тягового сопротивления агрегата.

Разработаны составные трапециевидные лемеха со сменным лезвием [10]. Их конструкция (рис. 7) предполагает использование сменной полосы режущей кромки, выполненной из стали Х12Ф1, что способствует увеличению срока службы. При этом экономия материала достигается за счёт постоянного корпуса, на который приходится около 80% массы изделия.

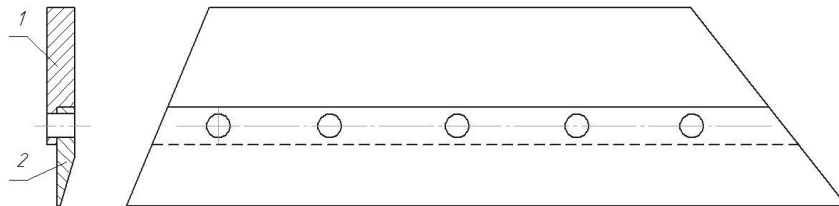


Рисунок 7 - Составной трапециевидный лемех со сменным лезвием:

1 - корпус лемеха; 2 - сменное лезвие

Рассматриваемая конструкция не нашла широкого применения из-за существенных недостатков: её изготовление требует высокой точности при обработке крупных поверхностей, что затрудняет процесс, а надёжность болтовых соединений остаётся недостаточной. С агротехнической точки зрения лемеху присущи недостатки, характерные для трапециевидных моделей: малая глубина погружения в почву и неудовлетворительное крошение.

В конструкции лемеха с выдвижным долотом [11] предусмотрено поэтапное выдвижение долота из корпуса, что компенсирует преждевременный износ заглубляющей области. Долото крепится в наклонном пазу башмака и имеет крепёжные отверстия, позволяющие совмещать его с корпусом при выдвижении. На боковой стороне долота также предусмотрен продольный паз, предназначенный для захвата носка трапециевидного лемеха. Однако данная конструкция не получила широкого распространения из-за высокой сложности и затратного производства, требующего точной обработки подвижных элементов. Кроме того, в процессе работы лемех удерживает растительные остатки, что увеличивает тяговое сопротивление, снижает стабильность глубины обработки и нарушает агротехнические параметры [12].

Лемех плужный модернизированный лемех П-702 МД оснащается оборотным долотом, крепящимся к остоу (рис. 8). Для повышения ресурса производится наплавка твердым сплавом подрезающей части остова и заглубляющих частей долота.

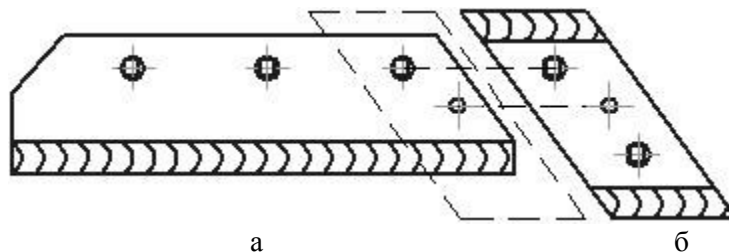


Рисунок 8 Лемех плужный П-702 МД модернизированный с оборотным долотом:

а – остоу, б – оборотное долото

Практический опыт показывает, что использование таких лемехов вместо серийно выпускаемых П-702 позволяет выдержать соотношение 1 к 4 – м (т.е. 1 экспериментальный заменяет 4 заводских). Это достигается за счёт большей износостойкости и присутствия оборотного долота.

Отличительной особенностью лемеха плуга (рис. 9) [13], является наличие наконечника, который изготавливается из легированных абразивостойких сталей марок Х12 или Х12МФ. Крепежная вилка наконечника закреплена на заглубляющей части лемеха с помощью сварного или болтового

соединения. Конструкция предусматривает разъёмное соединение между крепежной частью и конусообразным элементом, внутри которого по оси установлен цилиндрический стержень из твёрдого сплава ВК (карбид вольфрама) диаметром 4–6 мм. Остов лемеха выполнен трапециевидным или долотообразным с угол заточки режуще-лезвийной части составляет $8...10^\circ$, а заглубляющей области $25...30^\circ$ при толщине заточенных зон $1,5...2,5$ мм.

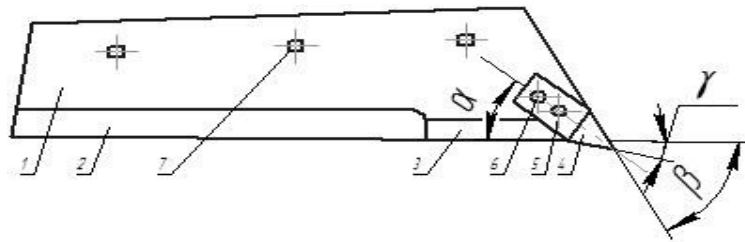


Рисунок 9 – Лемех плуга с конусообразным наконечником заглубляющей области:
1, 2, 3 – основная, лезвийная и носовая части соответственно; 4 – конусообразный элемент;
5 – крепежная вилка; 6 – болт; 7 – отверстия

Допускается применение для наконечника металлокерамики, а также легированных или углеродистых сталей с невысоким коэффициентом трения что обеспечит дополнительное упрочнение заглубляющей области разработанной конструкцией лемеха. В процессе эксплуатации конусообразная форма наконечника эффективно разрыхляет почвенные слои, что значительно снижает износ лезвийной части и продлевает срок службы изделия.

Этот лемех подходит для вспашки всех типов почв, кроме каменистых. Изготавливается из стали марки 40ХС или 40Х и устанавливается на плуги, производимые предприятиями сельскохозяйственного машиностроения в России. Ширина лемеха варьируется от 120 до 140 мм. Рост прочности и стойкости к абразивному изнашиванию, по мнению разработчиков достигается дополнительным термоупрочнением на твердость HRC40-45, с чем нельзя согласиться так как такое значение HRC не обеспечит существенного снижения интенсивности изнашивания материала детали.

В результате износ заглубляющей и подрезающей частей предложенного лемеха снизился примерно в 3,5 раза по сравнению с аналогичными лемехами, имеющими сормайтовую наплавку на лезвии. При этом сопротивление изнашиванию заглубляющей и режуще-лезвийной частей становятся одинаковыми, обеспечивая равно прочность всего объема металла лемеха. Низкая надежность крепления конусной вставки, снижение жесткости заглубляющей части и значительное уменьшение степени заглубления сводит на «нет» отмеченные выше достоинства предлагаемой в [13]. На ряду с этими недостатками существенные ограничения по внедрению подобного лемеха вносит фактор низкой сопротивляемости ударным нагрузкам материала наконечника (твердые сплавы, керамика и металлокерамика).

Заключение.

1. Проведенный анализ конструктивных решений составных лемехов плугов показал, что наибольший потенциал с точки зрения долговечности, технологичности и экономичности имеют составные лемеха с накладными обратными долотами. Такие конструкции сочетают в себе высокую устойчивость к износу, возможность повторного использования остова и простоту замены изношенных элементов, что обеспечивает существенное снижение затрат на обслуживание.

2. Внедрение абразивостойких покрытий и вставок из твердых материалов позволяет дополнительно увеличить ресурс лемехов, однако эти улучшения сопряжены с ростом сложности и стоимости производства.

3. Важным ограничением для использования сложных композитных материалов (керамики, твердых сплавов) является их недостаточная устойчивость к ударным нагрузкам и высокая стоимость, что снижает их применение в условиях интенсивной эксплуатации.

4. Оптимальными являются конструкции, сочетающие простоту замены изношенных элементов с базовой термообработкой, что позволяет минимизировать эксплуатационные расходы и повышает универсальность применения.

Список источников

1. Специфика геометрии износа цельнометаллических лемехов плугов при обработке почв с высокой изнашивающей способностью / А.М. Михальченков, И.В. Козарез, А.В. Пешко, А.Б. Жуков // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 2 (72). С. 60-64.

2. Остов плужного лемеха с накладным долотом: пат. 2653047 Рос. Федерация / Михальченков А.М., Цыганов А.А., Кожухов А.В., Кожухова Н.Ю.; заявка № 2017114441; заявл. 25.04.2017; опубл. 04.05.2018.

3. Комбинированное орудие для основной обработки почвы: пат. 2315457 Рос. Федерация / Савиных П.А., Андреев В.Л., Дёмшин С.Л., Нуризянов Р.Р. - № 2006110694/12; заявл. 03.04.2006; опубл. 27.01.2008.
4. Бойков В.М., Старцев С.В., Павлов А.В. Результаты исследований трапецеидальных лемехов новой конструкции // Научная мысль. 2017. № 3. С. 43-45.
5. Износ лемехов плугов, покрытых эпоксидно-песчаным композитом, при обработке почв с высокой изнашивающей способностью / М.А. Михальченкова, А.А. Тюрёва, Н.В. Мысшакова, В.И. Лавров // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 9. С. 44-47.
6. Лемеха с накладным долотом для плугов общего назначения / И.В. Лискин, Д.А. Миронов, А.И. Панов, И.В. Горбачев // Сельский механизатор. 2016. № 11. С. 14-15.
7. Обоснование параметров поперечного профиля прокатной полосы для плужных рабочих органов / И.В. Лискин, С.А. Сидоров, Д.А. Миронов, А.И. Панов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 1 (34). С. 73-79.
8. Михальченков А.М., Феськов С.А., Лещев М.О. Оценка ремонтпригодности изношенных ножей составных лемехов (на примере плугов компании “Лемкен”) // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 2. С. 112-117.
9. Лемех плуга: пат. 175677 Рос. Федерация: А01В15/04, А01В15/02 / Блохин В.Н., Случевский А.М., Прудников А.С., Кубышкин А.В., Лаптева Н.А. - № 2017114463; заявл. 25.4.2017; опубл. 14.12.2017, Бюл. № 35.
10. Михальченков А.М., Феськов С.А., Карпов М.А. Влияние сопутствующей термообработки на упрочнение лемехов при их восстановлении (критический анализ) // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2023. С. 52-57.
11. Малашихин Н.В., Юдина Е.М., Воробьев Д.А. Совершенствование параметров многофункционального пахотного агрегата // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. тр. Брянск, 2023. С. 20-28.
12. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины: учеб. пособие / В.Е. Бердышев, А.Р. Валиев, А.В. Дмитриев и др. М., 2022. 292 с.
13. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: пат. 97234 Рос. Федерация / Ашманов В.Д., Шабалин А.Б., Бабин С.В., Люхин Д.Е.; заявл. 20.09.2010; опубл. 23.04.2010.

Информация об авторах:

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

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

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

Information about the authors:

S.A. Fes'kov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Bryansk State Agrarian University, feskovwork@gmail.com

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

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

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

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

Статья поступила в редакцию 04.03.2025, одобрена после рецензирования 17.03.2025, принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 04.03.2025, approved after reviewing 17.03.2025, accepted for publication 20.03.2025.

© Феськов С.А., Силаев А.Л., Погоньшев В.А.

Научная статья
УДК 631.313.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ НАГРУЗКИ НА РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДИСКОВОЙ БОРОНЫ

Сергей Васильевич Щитов, Зоя Федоровна Кривуца,
Елена Сергеевна Поликутина, Владимир Викторович Леонов
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, Амурская область, Благовещенск, Россия

Аннотация. Одной из сельскохозяйственных операций в технологии возделывания культур сельскохозяйственного назначения является подготовка почвы под посевные работы. С этой целью предусматриваются наиболее широко распространённые способы подготовки почвы отвальная и безотвальная. Выбор способа подготовки почвы во многом определяется естественно производственными, климатическими и агротехнологическими требованиями. В Амурской области в виду региональных особенностей подготовка почвы в основном безотвальная с использованием тяжёлых дисковых борон. При этом наличие твёрдого подстилающего слоя в виде тяжелого суглинка и мерзлотного основания требует в зависимости от состояния почвы регулировать нагрузку на рабочий орган. В связи с этим в представленной работе рассматривается вопрос регулирования нагрузки на диски бороны без использования дополнительных балластов. Это является очень важным, так как не увеличивает общую массу машинно-тракторного агрегата, а, следовательно, снижает отрицательное воздействие на физико-механические параметры поверхности поля (почвы). Установлено, что при изменении угла наклона навески от -10° до $30,8^\circ$, нагрузка на рабочие органы бороны увеличилась соответственно с 30498 Н до 32764 Н, за счёт изменения нагрузки, приходящейся на ведущие мосты трактора. Снижение нагрузки на передний и задний мост трактора соответственно составило с 79012 Н до 76590 Н и с 40651 Н до 39737 Н. При изменении длины выхода штока гидроцилиндра от 0,24 м до 0,43 м нагрузка на рабочие органы дисковой бороны увеличивается соответственно от 30502 Н до 33545 Н. Изменение нагрузки приходящейся на рабочие органы бороновального агрегата произошло, за счёт частичного её перераспределения с ведущих мостов трактора: нагрузка на передний мост трактора снизилась с 78901 Н до 76415 Н, а на задний мост трактора с 40703 Н до 39704 Н. Использование корректора распределителя сцепного веса позволяет частично перераспределять нагрузку с ведущих мостов трактора на рабочие органы дисковой бороны, что позволяет регулировать глубину обработки почвы на не оттаявших участках поля.

Ключевые слова: дисковая борона, нагрузка, рабочий орган, трактор, ведущий мост, почва, глубина обработки

Для цитирования: Результаты исследований по регулированию нагрузки на рабочие органы дисковой бороны / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина, В.В. Леонов // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 57-61.

Original article

RESULTS OF RESEARCHES ON REGULATING THE LOAD ON DISC HARROW WORKING BODIES

Sergey V. Shchitov, Zoya F. Krivutsa, Elena S. Polikutina, Vladimir V. Leonov
Far Eastern State Agricultural University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. One of the agricultural operations in the technology of agricultural crop cultivation is the preparation of soil for sowing. For this purpose, the most widely used methods of soil preparation are moldboard and non-moldboard. The choice of soil preparation method is largely determined by naturally production, climatic and agrotechnological requirements. In the Amur region, in view of regional features, soil preparation is mainly non-moldboard using heavy disc harrows. At the same time, the presence of a solid underlying layer in the form of heavy loam and a permafrost base requires, depending on the state of the soil, to regulate the load on the working body. In this regard, the presented work considers the issue of regulating the load on the harrow discs without the use of additional ballasts. This is very important, since it does not increase the total mass of the machine-tractor unit, and, therefore, reduces the negative impact on the physical and mechanical parameters of the field (soil) surface. It was established that with a change in the hinge angle from -10% to 30.8% , the load on the working organs of the harrow increased from 30498 N to 32764 N, respectively, due to a change in the load on the driving axles of the tractor. The decrease in the load on the front and rear driving axle of the tractor, respectively, was from 79012 N to 76590 N and from 40651 N to

39737 N. When the length of the hydraulic cylinder rod output changes from 0.24 m to 0.43 m, the load on the working elements of the disc harrow increases from 30502 N to 33545 N, respectively. The change in the load on the working parts of the harrowing unit occurred due to its partial redistribution from the tractor's driving axles: the load on the front driving axle of the tractor decreased from 78901 N to 76415 N, and on the rear driving axle of the tractor from 40703 N to 39704 N. The use of a coupling weight distributor corrector allows you to partially redistribute the load from the driving axles of the tractor to the working bodies of the disc harrow, which allows you to regulate the depth of soil cultivation in unfrozen areas of the field.

Key words: disc harrow, load, working body, tractor, driving axle, soil, tillage depth.

For citation: Results of researches on regulating the load on disc harrow working bodies / S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, Ye.S. Polikutina, V.V. Leonov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 57-61.

Введение. Подготовка почвы в весенний период с использованием дисковых борон в условиях Амурской области имеет свои особенности. Специфика заключается в том, что ввиду промерзания почвы в зимний период полевые работы, связанные с подготовкой почвы начинаются по мере оттаивания её на глубину, позволяющую проводить данную работу. В связи с тем, что при проведении работ по подготовке почвы в весенний период наблюдается неравномерное оттаивание поверхности поля по всей площади по ряду причин в зависимости от угла наклона поверхности к сторонам горизонта. Площадь таких участков поля небольшая, поэтому в связи с ограниченными сроками проведения весенних полевых работ, связанными с подготовкой почвы и посевом, проводят не дожидаясь, когда вся поверхность поля оттаит. Кроме того, если сдвинуть сроки проведения данных работ, начинается процесс поступление влаги к верхним слоям почвенного горизонта за счёт оттаивания мерзлотного основания. При этом как правило наблюдается выпадение атмосферных осадков, что резко повышает влажность поверхностного слоя. Поэтому весенние работы, связанные с подготовкой почвы с использованием дисковых борон начинаются при наличии таких участков. Для выдерживания необходимой глубины обработки требуется кратковременная дополнительная нагрузка на рабочие органы агрегата путём перераспределения нагрузки внутри бороновального агрегата [1-3].

Цель исследований. Проверка в реальных условиях эксплуатации устройства, позволяющего кратковременно догружать рабочие органы бороновального агрегата.

Задача исследований. Выявить влияние конструктивно-технологических параметров «Корректора-распределителя сцепного веса» на глубину обработки почвы.

Материалы. Инструмент. Оборудование. Методика. Экспериментальные исследования были проведены на полях КФХ «Жуковин» Благовещенского района Амурской области, земли которого являются типичными для Амурской области – лугово-черноземновидные с уклоном рельефа до 2°. Объект исследований – трактор К-701 + БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса. Корректор-распределитель сцепного веса (рис. 1) состоит из гибкой тросовой связи, установочных кронштейнов, балки с опорными и двойными блок-роликами, установленными на раме бороны и передней, и задней полурам трактора [4]. При проведении исследований использовались весы платформенные электронные МВСК (В), крановых весов ВК-5000, измерительная линейка и инклинометр Absolute Digital Protractor. Исследования проведены с учётом требований ГОСТа [5-8].

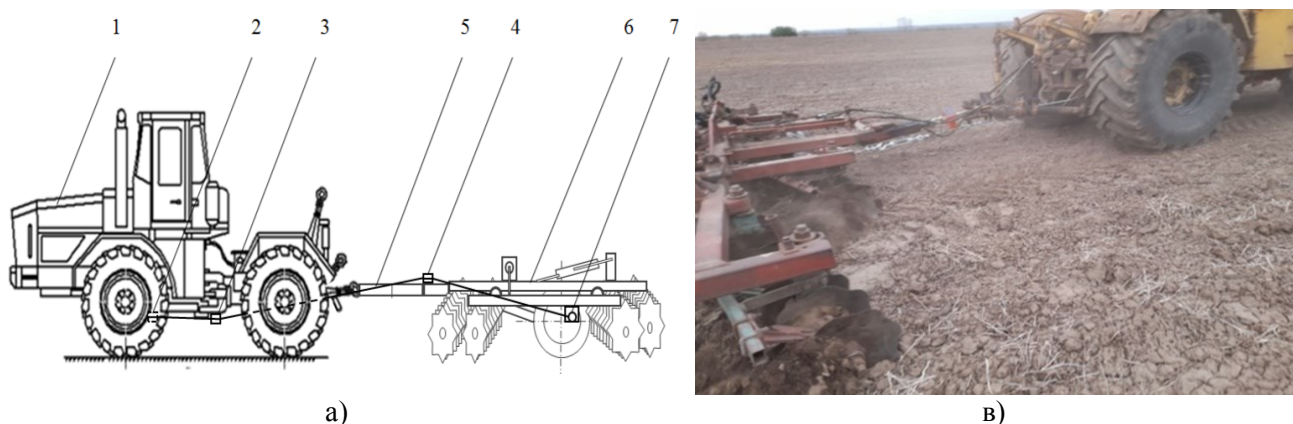


Рисунок 1 – Общий вид бороновального агрегата:

- а – общая схема бороновального агрегата (1 – трактор; 2, 3, 4 – система блок-роликов;
5 – гибкая тросовая силовая связь; 6 – борона; 7 – установочные кронштейны)
б – трактор К-701 + БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса

Результаты исследований. Для подтверждения эффективности работы предлагаемого устройства, позволяющего перераспределить часть нагрузки с трактора на рабочие органы бороны, были проведены экспериментальные исследования, представленные на рисунках 2 и 3 [6-10].

Анализируя полученные данные (рис. 2) необходимо отметить, что при изменении угла наклона навески от -10° до $30,8^\circ$, нагрузка на рабочие органы бороны увеличилась соответственно с 30498 Н до 32764 Н.

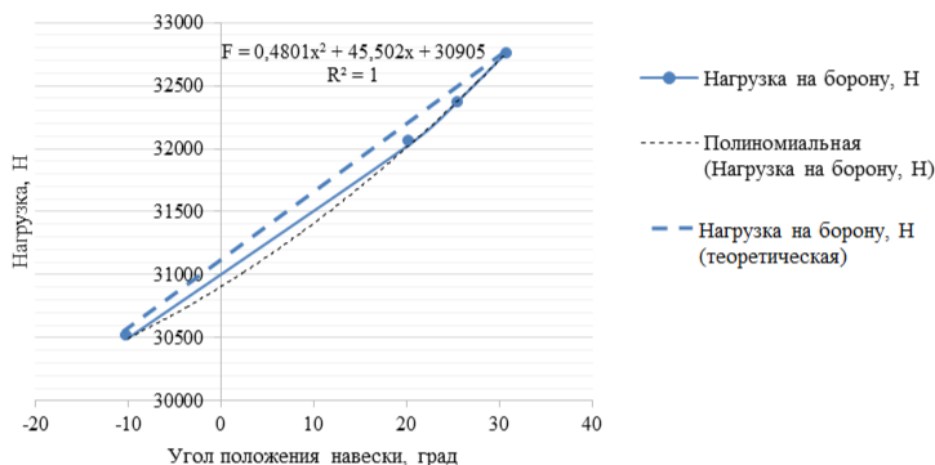


Рисунок 2 - Зависимость нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороны от угла подъема навески (передача нагрузки с трактора на борону)

Результаты исследований по влиянию длины выхода штока гидроцилиндра на нагрузку, приходящуюся на рабочие органы бороны приведены на рисунке 3.

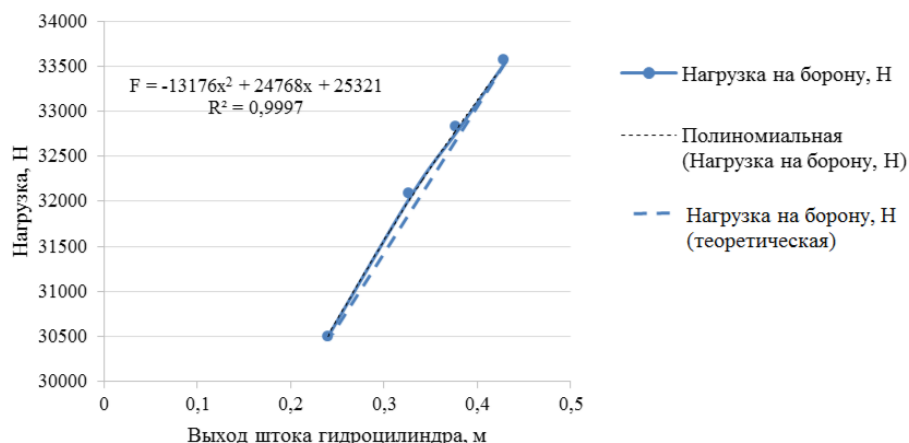


Рисунок 3 - Зависимость нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороны от длины выхода штока гидроцилиндра (передача нагрузки с трактора на борону)

Как видно из полученных данных (рис. 3), при изменении длины штока гидроцилиндра от 0,24 м до 0,43 м нагрузка на борону увеличивается соответственно от 30502 Н до 33545 Н.

Изменение нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороновального агрегата произошло, за счёт частичного её перераспределения с ведущих мостов трактора [10-15].

Так, при работе корректора-распределителя сцепного веса при изменении угла наклона навески с -10 градусов до $30,8$ градусов произошло изменение нагрузки приходящейся на мосты трактора:

- нагрузка на передний мост трактора снизилась с 79012 Н до 76590 Н;
- нагрузка на задний мост трактора снизилась с 40651 Н до 39737 Н.

При изменении длины выхода штока гидроцилиндра с 0,24 м до 0,43 м произошло изменение нагрузки приходящейся на мосты трактора:

- нагрузка на передний мост трактора снизилась с 78901 Н до 76415 Н;
- нагрузка на задний мост трактора снизилась с 40703 Н до 39704 Н.

Выводы. 1. На основании проведенных исследований установлено, что использование корректора распределителя сцепного веса позволяет частично перераспределять нагрузку с ведущих мостов трактора на рабочие органы дисковой бороны, что позволяет регулировать глубину обработки почвы на не оттаявших участках поля.

2. Передача частичной нагрузки осуществляется за счёт гибкой тросовой части корректора - распределителя сцепного веса. При работе устройства в случае передачи нагрузки с трактора на борону, нагрузка в гибкой тросовой части может изменяться от 210 Н до 2015Н.

3. Установлено, что использование корректора-распределителя позволило повысить глубину обработки за счёт увеличения нагрузки приходящейся на рабочие органы тяжёлой дисковой бороны с 0,18 м до 0,20м. Таким образом, за счёт изменения нагрузки, приходящейся на рабочий орган бороны можно изменять глубину обработки без использования каких-либо дополнительных догрузителей, за счёт перераспределения нагрузки в системе МТА.

Список источников

1. Особенности эксплуатации энергетических средств в условиях рискованного земледелия / З.Ф. Кривуца, С.В. Щитов, С.Н. Марков и др. // Известия Оренбургского ГАУ. 2024. № 6 (110). С. 99-103.
2. Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, И.В. Бумбар и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 60-63.
3. Оптимизация процессов предпосевной подготовки почвы в Амурской области / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 4 (52). С. 80–89.
4. Корректор-распределитель сцепного веса бороновального машинно-тракторного агрегата: пат. 2782360 Рос. Федерация / Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Леонов В.В., Кушнарёв А.Н.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет; заявл. 06.05.2015; опубл. 20.10.2015.
5. Улучшение тягово-сцепных свойств бороновального машинно-тракторного агрегата / В.В. Леонов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 199. С. 69-81.
6. Исследование по оптимизации глубины обработки почвы [Электронный ресурс] / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. Краснодар: КубГАУ, 2024. № 10 (204). - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/10/pdf/16.pdf>, 0.563 у.п.л. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-016>.
7. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин / Е.С. Поликутина, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3 (51). С. 71-77.
8. Влияние корректора-распределителя сцепного веса на перераспределение нагрузки внутри бороновального агрегата / В.В. Леонов, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов и др. // Вестник Алтайского ГАУ. 2024. № 10 (240). С. 85–93.
9. Окунев Г.А., Зырянов А.П., Пятаев М.В. Влияние конструктивных и эксплуатационных параметров агрегата на рациональное положение центра тяжести дополнительного прицепного ведущего моста // АПК России. 2022. Т. 29, № 1. С. 48–53.
10. Определение нагрузок, действующих на опорные поверхности бороновального машинно-тракторного агрегата / В.В. Леонов, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов и др. // Известия Оренбургского ГАУ. 2024. № 3 (107). С. 145–149.
11. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин / Е.С. Поликутина, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3 (51). С. 71-77.
12. Регулирование силового воздействия на каток с учётом свойств почвы / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.С. Поликутина и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 4 (52). С. 80–89.
13. Повышение эффективности использования машинно-тракторного агрегата при подготовке почвы под посев: монография / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2024. 164 с.
14. Улучшение тяговых показателей колёсных энергетических средств при работе с прицепными агрегатами / Е.С. Поликутина, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др. // Известия Оренбургского ГАУ. 2024. № 5 (109). С. 144-148.
15. Результаты исследований по использованию колесного трактора и модернизированной дисковой бороны / А.Е. Слепенков, В.В. Леонов, О.П. Митрохина и др. // Технический сервис машин. 2022. № 1 (146). С. 39-45.

Информация об авторах:

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

З.Ф. Кривуца – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики, матема-

тики и информатики, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, zfk20091@mail.ru.

Е.С. Поликутина – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, e.polikytina@mail.ru.

В.В. Леонов - аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, leonovvladimir@mail.ru.

Information about the authors:

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

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

Ye.S. Polikutina – Candidate of Technical Sciences PhD, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Engineering, Far Eastern State Agrarian University, e.polikytina@mail.ru.

V.V. Leonov - Postgraduate student, Far Eastern State Agrarian University, leonovvladimir@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 13.01.2025, одобрена после рецензирования 24.01.2025, принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 13.01.2025, approved after reviewing 24.01.2025, accepted for publication 10.03.2025.

© Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Поликутина Е.С., Леонов В.В.

Научная статья
УДК 631.354.2

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Виктор Николаевич Ожерельев, Владимир Анатольевич Погonyшев,
Дина Алексеевна Погonyшева, Наталья Дмитриевна Ульянова, Ярослав Сергеевич Ковалев**
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Цифровизация АПК как «Индустрии 4.0» предусматривает внедрение методов, моделей, алгоритмов, цифровых инструментов управления бизнес-процессами. Ключевой подотраслью растениеводства выступает зернопроизводство. Зерно, являясь важной продукцией аграрной индустрии, реализуется на внутреннем и внешнем рынках. На результативность производства зерна оказывают влияние генетический потенциал культурных растений, плодородие почвы, агротехнологии, сельхозтехника, уровень химизации и цифровизации, погода и климат и др. Отечественные производители зерноуборочной техники в условиях импортозамещения расширяют модельный ряд и углубляют локализацию продукции. В период уборочной компании системный подход в зернопроизводстве позволяет одновременно учитывать организационно-технологические, биологические, метеорологические факторы и возможные производственные ситуации, решать совместно стратегические и тактические задачи. Перспективным инструментом совершенствования эксплуатации зерноуборочной техники выступает метод моделирования. Проведение многочисленных машинных экспериментов с моделью исследуемой системы позволяет реализовать многовариантный подход с выбором наилучшего решения из всех возможных альтернатив, определить рациональное соотношение раздельного и прямого комбайнирования. Авторами предложена модель уборочной компании. Источником стохастичности выступает модель погодных условий, построенная с использованием функции распределения количества осадков за многолетний период наблюдения. Машинный эксперимент состоит в наблюдении за многочисленными результатами расчетов по программе при различных значениях управляющих параметров. Использование систем имитационного моделирования предоставляет возможность аграриям оптимизировать бизнес-процессы в производстве зерна. Согласно общемировой тенденции производители на зерноуборочных комбайнах размещают интеллектуальные устройства, способные с использованием искусственного интеллекта рекомендовать механизатору настройки систем в оптимальном диапазоне, автоматизировать уборочные процессы. Внедрение высокотехнологичных решений при эксплуатации зерноуборочной техники обуславливает рост конкурентоспособности аграрной индустрии.

Ключевые слова: зерно, уборка, зерноуборочный комбайн, модели, моделирование.

Для цитирования: Вопросы управления эксплуатацией зерноуборочной техники с использованием метода моделирования / В.Н. Ожерельев, В.А. Погonyшев, Д.А. Погonyшева, Н.Д. Ульянова, Я.С. Ковалев // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 62-67.

Original article

ISSUES OF OPERATION MANAGEMENT OF GRAIN HARVESTERS USING MODELING METHOD

**Victor N. Ozherel'yev, Vladimir A. Pogonyshchev, Dina A. Pogonysheva, Natal'ya D. Ul'yanova,
Yaroslav S. Kovalev**
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The digitalization of the agro-industrial complex as "Industry 4.0" involves the introduction of methods, models, algorithms, and digital tools to manage business processes. The key sub-sector of crop production is grain production. Grain, being an important product of the agricultural industry, is sold on the domestic and foreign markets. The effectiveness of grain production is influenced by the genetic potential of cultivated plants, soil fertility, agricultural technologies, agricultural machinery, the level of chemicalization and digitalization, weather and climate, etc. In the context of import substitution, domestic manufacturers of grain harvesters are expanding their product range and deepening product localization. During the harvest period, a systematic approach in grain production allows us to simultaneously take into account organizational, technological, biological, meteorological factors and possible production situations, and solve strategic and tactical tasks mutually. A promising tool for improving the operation of grain harvesting machinery. Conducting numerous machine experiments with the model of the system under study allows us to implement a multivariate approach with the choice of the best solution from all possible alternatives, to determine the rational ratio of separate and direct combining. A model of a harvesting company was proposed by the authors. The source of stochasticity is a model of weather conditions

constructed using the precipitation distribution function over a multi-year observation period. The machine experiment consists in observing numerous calculation results according to the program at various values of control parameters. The use of simulation modeling systems provides an opportunity for farmers to optimize business processes in grain production. According to the global trend, manufacturers are deploying intelligent devices on combine harvesters that are capable of using artificial intelligence to recommend system settings in the optimal range to the mechanic and automating harvesting processes. The introduction of high-tech solutions in the operation of grain harvesters leads to an increase in the competitiveness of the agricultural industry.

Key words: grain, harvesting, combine harvester, models, modeling.

For citation: Issues of operation management of grain harvesters using modeling method / V.N. Ozherel'yev, V.A. Pogonyshchev, D.A. Pogonyshcheva, N.D. Ul'yanova, Ya.S. Kovalev // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 62-67.

Введение. В условиях формирования экономики знаний и импортозамещения сфера АПК выступает стратегически важной подсистемой экономики страны. Инновации в растениеводстве ориентированы на создание научно обоснованных систем земледелия, сортов культур, разработку адаптивных технологий их возделывания с учетом погодного риска и др. Продвижение цифровизации как «Индустрии 4.0» для АПК связано с внедрением методов, моделей, алгоритмов, цифровых инструментов управления бизнес-процессами. Аграрии используют отечественные ведомственные решения «История поля», «Агросигнал» и др. В сложных производственно-технических и организационно-экономических условиях агрофирмы заинтересованы в повышении эффективности использования в производстве зерна агресурсов, парка сельхозмашин, в том числе, с учетом стохастических воздействий внешней среды.

Результаты и их обсуждение. Зерно, как ключевой вид продукции АПК, используется на внутреннем и внешнем рынках. По данным Росстата, за период с 2018 г. по 2023 г. посевная площадь зерновых и зернобобовых культур с 46339 тыс. га увеличилась до 48035 тыс. га. Из них почти 36% приходится на озимые зерновые культуры. Обеспеченность аграриев зерноуборочными комбайнами составляет в среднем по России в расчете на 1000 га посевов 2 шт., в ЦФО - 2 шт., в Брянской области - 3 шт., при этом в регионе площадь посевов, приходящихся на 1 комбайн, существенно меньше среднероссийской и колеблется в пределах от 317 га до 341 га. Отчасти это обусловлено характерной для области сложной конфигурацией полей и их мелкоконтурностью.

Основными производителями зерна в РФ выступают крупные агрофирмы. По прогнозам аналитической службы Российского зернового союза, в 2024 г. Россия экспортирует около 70 млн. тонн зерна, из них почти 46 млн. тонн пшеницы, что, однако, на 9 млн тонн меньше прошлого года. Тем не менее, страна имеет прочные лидерские позиции на мировом рынке продовольствия, а в перспективе РФ намерена к 2030 г. существенно нарастить экспорт агропродукции.

Научно обоснованная организация бизнес-процессов в зернопроизводстве приводит к росту урожайности культур, снижению себестоимости зерна, росту качества продукции. На эффективность отрасли оказывают существенное влияние такие факторы, как генетический потенциал культурных растений (пшеница, кукуруза, овес, ячмень и др.), плодородие почвы, агротехнологии, сельхозтехника, уровень химизации и цифровизации, климат и погода и др. По данным Росстата, в первой половине 2024 г. заводы сельхозмашиностроения выпустили около 3,9 тыс. тракторов, что почти на 20% меньше за этот же период 2023 г. За это же время было собрано 4219 зерноуборочных комбайнов, что на 19% меньше, чем годом ранее. Отечественные производители при наличии огромного внутреннего спроса расширяют модельный ряд и углубляют локализацию продукции, стремятся заместить поставки импортной техники, но полностью решить эту задачу им пока не удастся. Если в 2021 г. на импортную технику приходилось около 63% рынка, то сейчас эта доля значительно ниже. Согласно стратегии развития обрабатывающей промышленности России до 2035 г., в 2035 г. доля отечественной сельхозтехники на российском рынке должна увеличиться до 80% с 61% в 2022 г. К приоритетной продукции для сельхозмашиностроения отнесены зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, колесные и гусеничные тракторы, прицепная и навесная техника. Всего к 2030 г. предусмотрен выпуск 73110 единиц приоритетной сельхозтехники, а к 2035 г. - 86200 шт. [1-2] Так, выпуск зерноуборочных комбайнов к 2035 г. должен возрасти до 10 тыс. В 2023 г. в России было продано почти 5,96 тыс. зерноуборочных комбайнов, что на 9% больше по сравнению с 2022 г. (рис. 1).



Рисунок 1 – Динамика продаж зерноуборочных комбайнов [3]

Крупнейшим производителем комбайнов является «Ростсельмаш». Важнейшими игроками на этом рынке являются также фирмы «Джон Дир Русь», «КЛААС», «Брянсксельмаш», «Завод «Агромаш». По мнению специалистов, произведенные в России комбайны по техническому уровню приближаются к лучшим мировым моделям. В связи с существенным сокращением импорта ключевым поставщиком комбайнов стала Белоруссия («Гомсельмаш»). Параллельно с этим в Брянской области выросло производство комбайнов, тракторов и другой техники. По данным Брянскстата, в регионе в 1,4 раза возрос выпуск зерноуборочных комбайнов.

В мировом машиностроении глобальной тенденцией выступает межмодельная унификация комбайнов, ориентированная на создание универсальной модульной конструкции машины с применением унифицированных узлов и агрегатов. Унификация комбайнов ориентирована на использование общей платформы, общих узлов и компонентов, обеспечивающих гибкое производство, экономию на запчастях и расходных материалах, сервисном обслуживании, высокую заменяемость деталей и узлов, повышение ремонтпригодности, снижение сложности подготовки кадров [4-10].

Системность производства зерна особо проявляется при уборке урожая. Отклонения от планируемых режимов бизнес-процесса приводят к потерям продукции, снижению ее качества. Резервы роста продуктивности зерновых культур обусловлены упорядочением эксплуатации зерноуборочной техники с учетом погодного многообразия. Учитывая жесткие агросроки уборочной кампании, рациональный выбор марок машин и их количества строго индивидуален для каждого агроформирования, поскольку именно он, в значительной степени, определяет финансовый результат зернопроизводства. Выбор уборочной техники обусловлен возможностями хозяйства, конъюнктурой цен, кадровой обеспеченностью и др. При выборе машин учитываются ассортимент выращиваемых зерновых культур, а также их сорта (гибриды), периоды их созревания, очередность уборки, урожайность, специфика агрофонов и др.

В зерноуборочных комбайнах используются преимущественно три основные схемы обмолота: барабанная с клавишной сепарацией, с роторной сепарацией и обмолотом и гибридная (барабан+ротор). На рынках России и Беларуси чаще востребована классическая барабанная система обмолота с клавишным соломотрясом на комбайнах средней мощности. Роторные комбайны менее приспособлены к уборке влажного зерна, а клавишные и гибридные комбайны, не боясь росы, могут начинать уборку раньше и заканчивать ее позже. Но при этом роторные машины как более универсальные смогут убирать этот же объем гораздо быстрее. Роторные технологии востребованы преимущественно в крупных агрохолдингах. Высокая урожайность хлебов актуализирует использование роторных комбайнов, для которых необходим большой поток поступающей массы, а при ее недостатке снижается качество обмолота, происходит повышенное дробление зерна. При наличии высокой влажности растений целесообразно использование двухбарабанных машин.

С учетом средней урожайности зерновых аграрии приобретают комбайны нужного класса. Класс комбайна определяется пропускной способностью молотилки, измеряемой в кг/с зерновой массы. Пропускная способность комбайна с классической молотилкой, в первую очередь, зависит от мощности двигателя, площадей подбарабання, соломотряса и решет очистки. Помимо этого, следует учитывать ширину жатки, геометрию полей, сложность рельефа, необходимость оптимизации способа движения техники.

Для расчета нужного количества зерноуборочной техники аграрии учитывают площади зерновых, агросроки уборки, дневную выработку машин, так как из-за нехватки техники уборка затягивается за пределы оптимальных сроков. Каждый день перестоя зерна на корню созревших хлебов приводит к ежедневным потерям урожая, а при дождливой ветреной погоде к значительным потерям. Для высокого уровня эксплуатационной готовности зерноуборочной техники востребовано стабильное обеспечение запчастями со стороны дилерских организаций. Достижение должной результативности уборочной кампании обусловлено оптимизацией способов технологического маневрирования и созданием необходимых материально-вещественных предпосылок [11-14].

Высокоэффективное управление уборочно-транспортными операциями на основе применения метода моделирования выступает перспективным направлением совершенствования эксплуатации зерно-

уборочной техники. В период уборочной компании аграриям необходима информация по ожидаемой эффективности различных вариантов уборки хлебов в конкретных хозяйственных ситуациях. Системный подход в производстве зерна позволяет одновременно учитывать организационно-технологические, биологические, метеорологические факторы и возможные производственные ситуации, решать совместно стратегические и тактические задачи. Разработка и реализация алгоритмов и модели бизнес-процесса в ходе анализа результатов многовариантных расчетов и выбора наилучшего из них позволяет сформировать технико-экономические показатели по затратам ресурсов и выходу зерна. Проведение многочисленных машинных экспериментов с моделью исследуемой системы позволяет сэкономить ресурсы, реализовать многовариантный подход с выбором наилучшего решения из всех возможных альтернатив.

Под имитационной моделью уборочной компании будем понимать экономико-математическую модель исследуемой системы, предназначенную для проведения компьютерных вычислений. Машинный эксперимент состоит в наблюдении за многочисленными результатами расчетов по программе при различных значениях управляющих параметров (перечень зерновых культур, их сортов и гибридов, технологии уборки, число и технические характеристики зерноуборочной техники, количество механизаторов и др.). Источником стохастичности выступает модель погодных условий, построенная с использованием функции распределения количества осадков за многолетний период наблюдения. Моделирование погодного многообразия возможно осуществить на любой интервал уборочного процесса посредством генерации случайных чисел с их дальнейшим преобразованием.

Для формальной записи разработанной нами модели уборочной компании необходим ввод исходных данных: площади скашивания и обмолота, предполагаемая урожайность культур, средняя норма выработки техники на скашивании и обмолоте, технологический разрыв между скашиванием и обмолотом (в случае двухфазной уборки), количество зерноуборочной техники, затраты труда на проведение работ, расход ГСМ, распределение дождливых и сухих дней в течение уборки и др. С учетом календарного срока посева зерновых определяется расчетный срок созревания культур. Затем моделируется количество осадков с использованием непрерывных функций распределения метеорологических характеристик и устанавливается, каким (вероятнее всего) будет текущий день уборки: дождливым или сухим. Если день оказался дождливым, то подсчитываются потери урожая, если день сухой, то фиксируется дата начала уборки, определяем убранную площадь. В обоих случаях происходит вычисление затрат (рис. 2).



Рисунок 2 - Фрагмент блок-схемы алгоритма расчета

Модель полностью имитирует бизнес-процесс уборки зерновых. В результате выполнения необходимого числа повторений вычислений определяются валовой сбор зерна, затраты и себестоимость единицы продукции и др. Затем лицо, принимающее решения, варьирует данные и вновь осуществляет нужное количество повторений вычислений по модели. Таким образом, рассматриваются одновременно стратегические и многовариантные тактические решения с учетом погодного многообразия, и в дальнейшем с учетом итоговых показателей эффективности выбираются наилучшие из них.

В научных работах отмечается возможность оптимизации бизнес-процессов в зернопроизводстве с использованием систем имитационного моделирования, способных воспроизводить параллельные процессы (Ithink, Dynamo, Arena, AnyLogic и др.). AnyLogic-мультиметодный инструмент имитационного моделирования, разработан отечественной компанией AnyLogic, поддерживает агентно-ориентированное, дискретно-событийное и системно-динамическое моделирование, работает на Windows, macOS и Linux. AnyLogic - основной игрок в области имитационного модели-

рования, особенно при исследовании и оптимизации бизнес-процессов в различных отраслях. С 2015 года версия AnyLogic Personal Learning Edition (PLE) доступна бесплатно для образовательных и самообразовательных целей. AnyLogic включает в себя графический язык моделирования, позволяет пользователю расширять модели симуляции с помощью Java-кода, поддерживает интерактивную 2D- и 3D-анимацию. AnyLogic для расширения своих возможностей работает с несколькими инструментами ИИ (искусственного интеллекта), используя мощные методы машинного обучения. Современные программные решения предоставляют широкие возможности аграриям при обосновании рациональных стратегических и тактических решений в производстве зерна [15-18].

Исследователи отмечают, что общемировой тенденцией в сельхозмашиностроении выступает разработка и размещение на зерноуборочных комбайнах интеллектуальных устройств с целью полной автоматизации уборочных процессов и максимального исключения человеческого фактора. В этом случае механизатор осуществляет преимущественно наблюдение за бизнес-процессом, основные решения техника принимает самостоятельно согласно используемого интеллектуального решения. Отметим, что при разработке искусственных нейросетей для решения задачи оптимизации процессов используются различные математические методы и модели. Интеллектуальное устройство, размещенное на зерноуборочной технике, в обязательном порядке выполняет мониторинг внешних условий. Например, благодаря автоматической спутниковой системе AutoTrac сокращаются перекрытия при уборке, поскольку каждый проход соответствует полной рабочей ширине захвата жатки, возможно обоснованное перемещение комбайнов по прямым и кривым линиям при копировании границ поля, поддерживается оптимальная рабочая скорость и др.

С учетом указанных механизатором чистоты, качества зерна устанавливается скорость ротора обмолота, зазор подбарабана, происходит настройка вентилятора и решет. Изменение условий уборки посевов комбайном инициирует новую настройку параметров. Например, компания CLAAS предлагает аграриям собственную интеллектуальную систему CEMOS для оптимизации настройки машины с учетом производительности, качества и надежности. Так как на результат уборочного процесса влияют до полусотни параметров настройки, то система CEMOS выводит на дисплей рекомендации по их установлению в оптимальном диапазоне. Подтверждение этих параметров оператором оптимизирует дальнейшую работу комбайна.

Выводы. Использование аграриями платформ имитационного моделирования и других программных решений для исследования многовариантных сценариев уборочной компании и реализации наилучших альтернатив позволяет существенно повысить эффективность производства зерна, конкурентоспособность АПК. Считаем целесообразным в аграрных вузах осуществлять профессиональную подготовку кадров, способных внедрять в области агроинженерии научно обоснованные высокотехнологичные решения.

Список источников

1. Дело техники. Как обстоят дела с обновлением парка сельхозмашин у российских аграриев [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/35567-delo-tekhniki-kak-obstoyat-dela-s-obnovleniem-parka-selkhoz mashin-u-rossiyskikh-agrariyev/>
2. Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. - Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy.
3. Сельхозтехника в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/>
4. Терновых К.С., Четверова К.С. Состояние и тенденции развития технической базы сельскохозяйственных предприятий // International agricultural journal. 2022. № 6. С. 1051-1067.
5. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Перспективы совершенствования конструкции зерноуборочного комбайна: монография. М.: ООО «Русайнс», 2024. 178 с.
6. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Зерноуборочные комбайны: учеб. пособие. 2-е изд. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2024. 233 с.
7. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Сепарация очесанного зернового вороха на решетчатом днище наклонной камеры комбайна // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 3. С. 35-40.
8. Погоньшев В.А., Торилов В.Е., Погоньшева Д.А. Вопросы совершенствования инженерно-технологической обеспеченности АПК в условиях цифровизации // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 51-59.
9. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Торилов, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6-13.
10. Issues of digital transformation of agriculture / V.E. Torikov, V.A. Pogonyshchev, D.A. Pogonyshcheva et al. // Innovative technologies in agriculture: AIP conference proceedings. International Scientific and Practical

Conference. AIP Publishing, 2023. Vol. 2921, Is. 1. С. 080001.

11. Эксплуатация машин и оборудования в АПК с применением искусственного интеллекта / В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Т.М. Хвостенко, Я.С. Ковалев // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2024. № 1 (23). С. 4-8.

12. Ульянова Н.Д., Храмченкова А.О. Цифровизация как инструмент формирования инновационной инфраструктуры в АПК Брянской области // Информатизация в цифровой экономике. 2023. Т. 4, № 4. С. 407-430.

13. Ульянова Н.Д., Козарез И.В. Потенциал использования цифровых технологий для сельскохозяйственной техники // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. С. 595-600.

14. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: монография / И.Г. Голубев, Н.П. Мишуров, В.Я. Гольяпин и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 76 с

15. Гордеев А.С. Моделирование в агроинженерии: учеб. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань. 2021. 384 с.

16. Худякова Е.В., Липатов А.А. Имитационное моделирование процессов и систем в АПК: учеб. М: ИКЦ «КолосС», 2021. 256 с.

17. Алетдинова А., Ленский А., Цыбина Я. Имитационное моделирование как современный инструмент для формирования машинно-тракторного парка // Аграрная экономика. 2019. № 3. С. 48-54.

18. Модель сбора урожая в инструменте моделирования ANYLOGIC / Р.Р. Галимов, В.В. Тихоновский, Л.В. Гарафутдинова и др. // Южно-сибирский научный вестник. 2022. № 6 (46). С. 324-332.

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.

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

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

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

Я.С. Ковалев – магистрант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

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

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

N.D. Ul'yanova – Candidate of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Informatics, Information Systems and Technologies, Bryansk State Agrarian University, ulyanova@bgsha.com.

Ya.S. Kovalev - Master's 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 10.01.2025, одобрена после рецензирования 24.01.2025, принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 10.01.2025, approved after reviewing 24.01.2025, accepted for publication 10.03.2025.

© Ожерельев В.Н., Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А., Ульянова Н.Д., Ковалев Я.С.

Научная статья
УДК 621.357:625.08

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗУБЬЕВ ДОРОЖНЫХ ФРЕЗ

¹Алексей Сергеевич Зятиков, ¹Петр Евгеньевич Кисель,
¹Юрий Евгеньевич Кисель, ²Антон Михайлович Никитин, ²Алексей Анатольевич Воронин

¹ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,

Брянская область, Брянск, Россия

²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Современная сельскохозяйственная и дорожно-строительная техника испытывает острую потребность в материалах, способных длительно нести высокие механические нагрузки, успешно противостоять изнашиванию, воздействию знакопеременных и контактных нагрузок. Особенно остро эта проблема стоит для зубьев мульчерных установок и дорожных фрез, преждевременный выход из строя которых снижает ресурс сельскохозяйственных и дорожных машин в среднем на 30...60%. Применение гальванических покрытий на основе сплавов железа для повышения долговечности деталей дорожно-строительной техники является актуальным и представляет большой практический интерес. Вместе с тем, сведений о работоспособности подобных покрытий в условиях контакта с грунтами и песком недостаточно для оценки эффективности их применения для зубьев дорожных фрез. Отсутствуют данные, позволяющие определить взаимосвязь механических свойств электрохимических сплавов с конструктивными параметрами упрочняемых деталей, что ограничивает возможности выбора состава электролита и режимов их получения, и объективно судить о поведении деталей с покрытиями при эксплуатации. В данной статье установлена теоретическая зависимость между параметрами зубьев и механическими свойствами износостойкого покрытия. Показана целесообразность применения электрохимических сплавов для повышения износостойкости зубьев дорожных фрез.

Ключевые слова: гальванические покрытия, электрохимические покрытия, износостойкость, микротвердость, дорожная фреза.

Для цитирования: Применение электролитических сплавов для повышения долговечности зубьев дорожных фрез / А.С. Зятиков, П.Е. Кисель, Ю.Е. Кисель и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 68-71.

Original article cutter teeth

APPLICATION OF ELECTROLYTIC ALLOYS TO INCREASE THE DURABILITY OF ROAD MILLING MACHINE TEETH

¹Alexey S. Zyatikov, ¹Peter Ye. Kisel', ¹Yuri Ye. Kisel', ²Anton M. Nikitin, ²Alexey A. Voronin

¹Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk region, Bryansk, Russia

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

Abstract. Modern agricultural and road-building machinery is in urgent need of materials capable of carrying high mechanical loads for a long time, successfully resisting wear, alternating and contact loads. This problem is especially acute for the teeth of mulchers and road milling machines, the early failure of which reduces the life of agricultural and road machines on average by 30...60 %. Application of galvanic coatings on the basis of iron alloys to improve the durability of road-building machinery parts is relevant and of great practical interest. At the same time, information about the operability of such coatings in contact with soils and sand is insufficient to assess the effectiveness of their use for road milling teeth. There is no data available to determine the relationship between the mechanical properties of electrochemical alloys and the design parameters of the parts to be hardened, which limits the choice of electrolyte composition and production modes, and objectively assess the behavior of coated parts during operation. This article establishes a theoretical relationship between the parameters of teeth and the mechanical properties of wear-resistant coating. It shows the feasibility of using electrochemical alloys to increase the wear resistance of road milling machine teeth.

Keywords: galvanic coatings, electrochemical coatings, wear resistance, microhardness, road milling machine.

For citation: Application of electrolytic alloys to increase the durability of road milling machine teeth/ A.S. Zyatikov, P.Ye. Kisel', Yu.Ye. Kisel', A.M. Nikitin, A.A. Voronin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 68-71.

Введение. Современная сельскохозяйственная и дорожно-строительная техника испытывает острую потребность в материалах, способных длительно нести высокие механические нагрузки, успешно противостоять изнашиванию, воздействию знакопеременных и контактных нагрузок [1-8]. Особенно остро эта проблема стоит для зубьев мульчерных установок и дорожных фрез, преждевременный выход из строя которых снижает ресурс сельскохозяйственных и дорожных машин в среднем на 30...60% [8-11].

Применение гальванических покрытий на основе сплавов железа для повышения долговечности деталей дорожно-строительной техники является актуальным и представляет большой практический интерес [10-11]. Вместе с тем, сведений о работоспособности подобных покрытий в условиях контакта с грунтами и песком недостаточно для оценки эффективности их применения для зубьев дорожных фрез [11]. Отсутствуют данные, позволяющие определить взаимосвязь механических свойств электрохимических сплавов с конструктивными параметрами упрочняемых деталей, что ограничивает возможности выбора состава электролита и режимов их получения, и объективно судить о поведении деталей с покрытиями при эксплуатации.

Поэтому **целью работы** было теоретически установить связь между параметрами зубьев дорожной фрезы, определяющими их долговечность, и свойствами покрытий.

Результаты теоретических исследований и их обсуждение. По оценкам многих исследователей [6] при нормальной эксплуатации фрезы отказ зуба может наступать в 15...20% случаев в результате достижения предельного износа твердосплавного наконечника (I_n), в 75...80% корпуса зуба (I_k) (рис. 1) и порядка 5% - в результате нарушения условий эксплуатации и изготовления деталей. Поэтому для повышения долговечности деталей необходимо повысить износостойкость рабочей поверхности зубьев [6]. Интенсивность изнашивания наконечника (j_n) и корпуса (j_k) определим с помощью выражений:

$$j_k = \frac{I_k}{P_k}, \quad (1)$$

$$j_n = \frac{I_n}{P_n}, \quad (2)$$

где P_k и P_n - средний ресурс корпуса и твердосплавного наконечника, соответственно (рис.2).

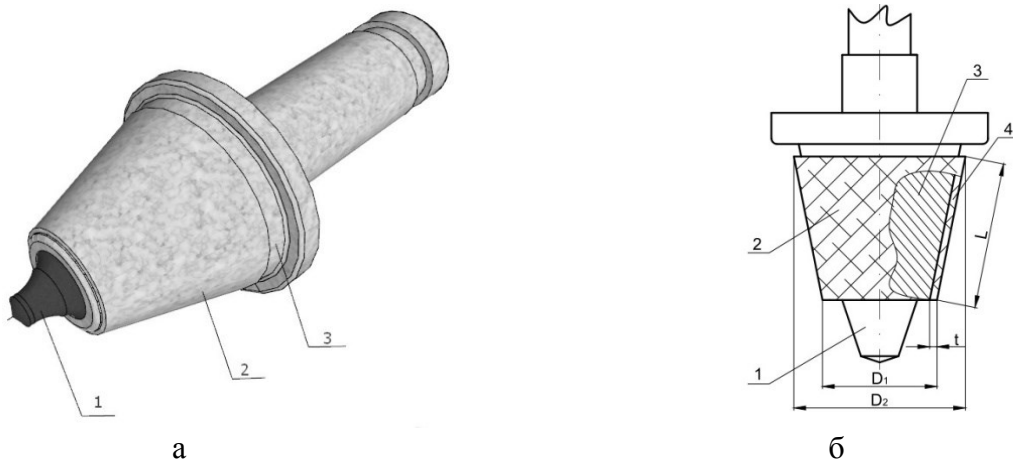


Рисунок 1 – Общий вид зуба (а) и схема нанесения покрытия (б): 1 – наконечник твердосплавной; 2 – рабочая поверхность корпуса; 3 – корпус зуба; 4 – защитное покрытие

Связь между интенсивностью изнашивания упрочняющего покрытия (j_n) и корпуса зуба можно охарактеризовать зависимостью:

$$j_{\Pi} = \frac{I_{\Pi}}{P_{\Pi}} = \frac{j_k}{B}, \quad (3)$$

где I_n – износ покрытия; P_n – средний ресурс покрытия; B – коэффициент относительной износостойкости покрытия.

Наибольшую долговечность зуба можно будет наблюдать при выполнении условия:

$$P_{\Pi} \geq P_n, \quad (4)$$

где $P_{\Pi} = P_k + P_n$ – средний ресурс корпуса зуба с упрочняющим покрытием. С учетом (1) средний ресурс покрытия можно представить в виде:

$$P_{\Pi} = \frac{I_{\Pi}}{j_{\Pi}} = \frac{B I_{\Pi}}{j_k}. \quad (5)$$

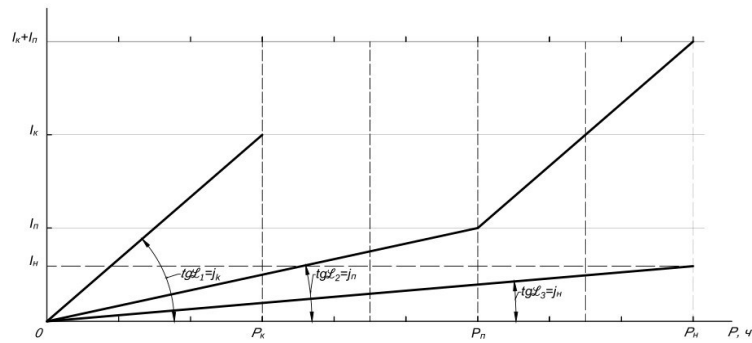


Рисунок 2 – График интенсивности изнашивания

Тогда выражение (4) примет вид:

$$P_H = \frac{I_k}{j_k} + \frac{B I_n}{j_k} = \frac{I_k + B I_n}{j_k} = \frac{I_n}{j_H} \quad (6)$$

В случае равномерного изнашивания рабочей поверхности резцов при их эксплуатации максимальную величину износа покрытия можно принять равной массе осадка:

$$I_n = V_n * \rho, \quad (7)$$

где V_n и ρ – объем и плотность покрытия.

Объем покрытия связан с размерами зуба зависимостью (см. рис.1):

$$V_n = \pi D_{cp} L t, \quad (8)$$

где $D_{cp} = (D_1 + D_2)/2$; L – длина рабочей поверхности зуба; t – толщина покрытия.

Тогда требуемую толщину покрытия можно определить с помощью выражения:

$$t = \frac{1}{B (\pi D_{cp} L) \rho} \left(I_n \frac{j_k}{j_H} - I_k \right) \quad (9)$$

Расчет требуемой толщины упрочняющего покрытия выполним на примере зуба фрезы ФД-567 ($D_1=0,028...0,030$ м; $D_2=0,023...0,025$ м; $L=0,018...0,020$ м; $\rho=7870$ кг/м³; $I_n=0,002...0,003$ кг; $I_k=0,140...0,160$ кг; $j_k=0,008...0,010$ кг/час; $j_n=0,0001...0,0002$ кг/час). Результаты расчетов по формуле (3) представлены на рисунке 3.

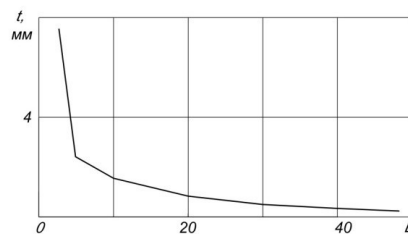


Рисунок 3 – Зависимости толщины упрочняющих покрытий от их относительной износостойкости

Анализ результатов расчета (рис. 3) показал, что для обеспечения долговечности зубьев можно применять покрытия с значением B более 3 и толщиной осадков от 0,5 до 2 мм. Этим требованиям наиболее полно удовлетворяют электрохимические покрытия на основе железа и его сплавов [3]. Осадки электролитического железа приближаются по твердости и износостойкости к закаленной среднеуглеродистой стали, поэтому их рационально использовать для повышения износостойкости деталей из сталей 45 или 50, закаленной [10-11]. Исследования по их применению для повышения долговечности деталей работающих в массе абразива показали перспективность применения покрытий для повышения износостойкости таких деталей, как плужные лемеха, лапы культиваторов и другие [9-11]. Вместе с тем, для разработки технологического процесса необходимо установить режимы нанесения осадков, отвечающих наибольшей износостойкости.

Выводы. Установлена теоретическая зависимость между параметрами зубьев и механическими свойствами износостойкого покрытия, позволяющая определить оптимальные параметры осадков в зависимости условий работы деталей для наиболее эффективного использования заложенного в них ресурса.

Список источников

1. Янута А.С., Корнейчук Н.И., Синельников А.Ф. Анализ применения электролитов для получения электролитических сплавов Fe-Cr при восстановлении деталей машин и оборудования // Вестник Приднестровского университета. Сер. Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. 2021. № 3 (69). С. 101-106.

2. Определение и расчеты микротвердости и внутреннего напряжения электролитических осадков на основе никеля и сплава никель-кобальт с применением специального калькулятора / М.А. Варыдина, Н.Р. Тищенко, К.В. Овчинникова, Л.А. Дегтярь // Актуальные проблемы науки и техники. 2023: материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 15–17 марта 2023 года / отв. ред. Н.А. Шевченко. Ростов н/Д: Донской государственный технический университет, 2023. С. 1118-1119.
3. Гибридные церийсодержащие слои для активной антикоррозионной защиты магниевых имплантатов / А.С. Гнеденков, С.Л. Синябрюхов, В.С. Марченко, С.В. Гнеденков // Цветные металлы. 2024. № 11. С. 82-91.
4. Петренко А.А., Серебровский В.И. К вопросу о восстановлении изношенных отвалов плугов // Современные материалы, техника и технологии: сб. науч. ст. 12-й междунар. науч.-практ. конф. Курск, 2022. С. 295.
5. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование. М.: АСВ, 2012. 328 с.
6. Шестопапов К.К. Строительные и дорожные машины. М.: Академия, 2015. 383 с.
7. Рогожкин В.М. Эксплуатация машин в строительстве. М.: АСВ, 2011. 648 с.
8. Особенности износа конусовидных резцов / Ф.Ф. Кириллов, С.П. Осипов, К.Б. Бида, А.Д. Кухаренко // Известия вузов. Строительство. 2010. № 5. С. 63–67.
9. Кисель Ю.Е., Коломейченко А.В., Кисель П.Е. Повышение долговечности деталей дорожной техники модифицированными электрохимическими композитами // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2024. № 4. С. 14-20.
10. Гурьянов Г.В., Кисель Ю.Е. Износостойкие электрохимические сплавы и композиты на основе железа. Брянск, 2015. 100 с.
11. Кисель Ю.Е., Лысенко А.Н., Симохин С.П. Повышение износостойкости электрохимических покрытий // Сельский механизатор. 2016. № 10. С. 36-37.

Информация об авторах:

А.С. Зятиков - аспирант кафедры общетехнических дисциплин и физики, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

П.Е. Кисель - аспирант кафедры общетехнических дисциплин и физики, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Ю.Е. Кисель – доктор технических наук, профессор кафедры общетехнических дисциплин и физики, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

А.М. Никитин – кандидат технических наук, доцент аведующий кафедрой электроэнергетики и электротехнологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, a.m.nikitin32@mail.ru.

А.А. Воронин – старший преподаватель кафедры автоматики, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

A.S. Zyatikov - Postgraduate student at the Department of General Technical Disciplines and Physics, Bryansk State University of Engineering and Technology.

P.Ye. Kisel' - Postgraduate student at the Department of General Technical Disciplines and Physics, Bryansk State University of Engineering and Technology.

Yu. Ye. Kisel' - Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of General Technical Disciplines and Physics, Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk State University of Engineering and Technology.

A.M. Nikitin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Technologies, Bryansk State Agrarian University, a.m.nikitin32@mail.ru.

A.A. Voronin - Senior lecturer at 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 10.03.2025, одобрена после рецензирования 24.03.2025, принята к публикации 27.03.2025.

The article was submitted 10.03.2025, approved after reviewing 24.03.2025, accepted for publication 27.03.2025.

© Зятиков А.С., Кисель П.Е., Кисель Ю.Е., Никитин А.М., Воронин А.А.

Обзорная статья
УДК 37:331.45:338.436

РЕЗУЛЬТАТЫ НИР ТРУДООХРАННОЙ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ СПБГАУ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ АПК И ЗАДАЧИ НА 2025 ГОД

¹Владимир Степанович Шкрабак, ²Евгений Николаевич Христофоров,

¹Роман Владимирович Шкрабак, ²Наталья Евгеньевна Сакович, ³Максим Николаевич Нагоркин

¹ФГБОУ ВО СПбГАУ, Санкт-Петербург-Пушкин, Россия.

²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

³ФГБОУ ВО БГТУ, Брянская область, Брянск, Россия

Аннотация. В статье представлена краткая обзорная информация о научно-педагогической деятельности трудовой охранной научно-педагогической школы (НПШ) Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, функционирующей на базе кафедры «Безопасность технологических процессов и производств». НПШ зарегистрирована в комитете по науке и высшей школе администрации Санкт-Петербурга. В составе её 37 человек, в числе которых научно-педагогические сотрудники названной кафедры и других кафедр и структур университета и представители ряда НИИ и ВУЗов страны и стран ближнего зарубежья (преподаватели и научные сотрудники, магистранты, аспиранты, кандидаты и доктора технических наук, доценты, профессора и проявляющие особый интерес и подающие надежды студенты-отличники и хорошо успевающие. Коллективом НПШ решаются вопросы, озвученные в её названии «Охрана труда – эксплуатационно-энергетическое и эргономическое обоснование высокоэффективных и безопасных средств механизации и электрификации процессов АПК». В основе деятельности - добровольность и эффективность совместной деятельности и гарантии прав на неё в части публикаций и интеллектуальной собственности. Пути достижений, их результаты и перспективы приведены в статье.

Ключевые слова: трудовая охранная научно-педагогическая школа, состав, результаты деятельности, профилактика травматизма, пути совершенствования.

Для цитирования: Результаты НИР трудовой охранной научно-педагогической школы СПбГАУ в области безопасности технологий, машин и оборудования АПК и задачи на 2025 год / В.С. Шкрабак., Е.Н. Христофоров, Р.В. Шкрабак, Н.Е. Сакович, М.Н. Нагоркин // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2 (108). С. 72-77.

Original article cutter teeth

RESEARCH RESULTS OF THE LABOR PROTECTION SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL SCHOOL OF ST. PETERSBURG SAU IN THE FIELD OF SAFETY TECHNOLOGY, MACHINES AND EQUIPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AND TASKS FOR 2025

¹Vladimir S. Shkrabak, ²Yevgeny N. Khristoforov, ¹Roman V. Shkrabak,

²Nataliya Ye. Sakovich, ³Maxim N. Nagorkin

¹ St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg-Pushkin, Russia

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

³ Bryansk State Technical University, Bryansk region, Bryansk, Russia

Abstract. The article presents a brief overview of the scientific and pedagogical activities of the labour protection scientific and pedagogical school (SPS) of St. Petersburg State Agrarian University, functioning on the basis of the department 'Safety of Technological Processes and Productions. The SPS is registered with the Committee on Science and Higher Education of the Administration of St. Petersburg. It consists of 37 people, including scientific and pedagogical staff of the named department and other departments and structures of the university and representatives of a number of research institutes and universities in the country and neighboring countries (lecturers and researchers, master's students, postgraduates, candidates and doctors of technical sciences, associate professors, professors and students showing special interest and promising –excellent students and good students. The SPS staff solves the issues outlined in its title "Occupational safety and health - operational, energy and ergonomic justification of highly efficient and safe means of mechanization and electrification of agricultural processes." The activity is based on the voluntary nature and effectiveness of joint activities and the guarantee of their rights in terms of publications and intellectual property. The ways of achievements, their results and prospects are given in the article.

Key words: labour protection scientific and pedagogical school, composition, results of activity, injury prevention, ways of improvement.

For citation: Research results of the Labor Protection Scientific and Pedagogical School of St. Petersburg State Agrarian University in the field of safety of technologies, machinery and equipment of the Agroindustrial Complex and tasks for 2025 / V.S. Shkrabak, Ye.N. Khristoforov, R.V. Shkrabak, N.Ye. Sakovich, M.N. Nagorkin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 2 (108): 72-77.

Введение. В жизнедеятельности современного мирового сообщества общепризнанным является утверждение о том, что базовой отраслью её является агропромышленное производство (АПК), обеспечивающее продовольственную безопасность. Результаты этой деятельности признаны всеми живущими на Земле, включая современный период [1,2]. На основе этой деятельности и её результативности базируется развитие мировой цивилизации по всем направлениям жизнедеятельности, включая работы в соответствии с Общероссийским Классификатором Видов Экономической Деятельности (ОКВЭД) нашей страны. В связи с этим вполне справедливо утверждение специалистов о том, что продовольственная, техносферная и социальная безопасность - база цивилизованного развития современности. Нерешённость этих проблем по линии недостатка продукции, энергии и других потребностей при росте численности населения Земли является побудителем беспокойства и неблагополучия. В настоящее время в мире примерно пятая часть населения не доедает и десятая часть голодает. Надо полагать, что при такой ситуации рост численности населения Земли к середине текущего века до 10 млрд. человек будет представлять собой вызовы мирному сосуществованию. Настоящее время подтверждает эти тенденции количеством беженцев в различных странах.

В связи с изложенным страны мира, включая нашу страну, частично объединёнными усилиями, частично дифференцировано решают в пределах возможностей эти проблемы на основе развития науки, подготовки кадров, создания нормируемых условий и безопасности труда, обеспечивая в соответствии с уровнем развития жизнедеятельность.

В настоящей статье речь идёт о конституционной составляющей нашей страны и стран мирового сообщества, касающейся условий труда, обеспечивающих жизнь и здоровье членов сообщества.

Цель работы. Ознакомление и информирование специалистов о результатах НИР НПШ ФГОУ ВО СПбГАУ в области безопасности технологий, машин и оборудования для их использования и возможной совместной работы в этом направлении в перспективе.

Методы и объекты. В качестве методов использованы возможности информативного доведения до сведений специалистов по линии печати или сети интернет, включая личные контакты на конференциях и других профессиональных форумах. В качестве объектов исследований использованы технологии, машины и оборудование широкой гаммы структур АПК (растениеводство, животноводство, птицеводство, плодовоовощеводство, перерабатывающие производства, строительные, транспортные и другие операции в соответствии с потребностями и возможностями).

Касательно обсуждаемой проблемы в нашей стране, отметим, что в стране созданы условия первичного (по отношению к результатам деятельности) обеспечения жизни и здоровья работников. Нормативную базу по этому направлению составляют Конституция страны, её Трудовой, Гражданский и Уголовный кодексы [3-6], Кодекс об административно-правовых нарушениях (КОАП) [7], Система Стандартов Безопасности Труда (ССБТ) [8], Указы Президента страны [9,10], Постановления Правительства [11-12] и распоряжения и приказы Министерства труда и социальной защиты [13-14], а также работы Российской академии наук (РАН) и её структурных подразделений и ряда Министерств и ведомств, профсоюзов, региональных и местных органов. Применительно к отраслевым потребностям в области науки и образования работают НИИ, высшие и средние учебные заведения, готовящие кадры для решения поставленных задач.

В части подготовки кадров в области техносферной безопасности для агропромышленного комплекса, решающего по линии МСХ РФ и его структур важнейшую задачу государственного уровня - продовольственного обеспечения населения, остановимся подробнее на примере научно – педагогической школы «Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (СПбГАУ) «Охрана труда-эксплуатационно-энергетическое и эргономическое обоснование высокоэффективных и безопасных методов и средств механизации и электрификации процессов АПК». Ростки начала этой деятельности применительно к АПК заложены Ленинградским сельскохозяйственным институтом с 1966г., когда впервые в стране среди более 106 сельскохозяйственных институтов была открыта при кафедре «Эксплуатация машинно-тракторного парка» на инженерном факультете кафедра «Охрана труда». После периода становления с 1975г. кафедрой была существенно интенсифицирована работа по линии подготовки кадров и НИР по поручению Главка аграрных ВУЗов МСХ СССР на основа запросов отделов охраны труда Союзных Республик и производственных предприятий АПК.

Основными направлениями динамики развития являлись: интенсификация работы по: учебно-методическому обеспечению учебного процесса; усилению и развитию научных поисков примени-

тельно к безопасности технологий, методам и средствам их совершенствования и адекватности сложившимся и перспективным направлениям ОКВЭД в отраслях АПК с учётом региональности; обоснование необходимости и создание аспирантуры и докторантуры, а также диссертационных советов по обсуждаемой проблеме; интенсификации работ по подготовке научно-педагогических кадров и кадров для производств в АПК по линии созданного факультета «Безопасность жизнедеятельности в АПК» с 5-ю кафедрами в составе инженерного факультета; обеспечение эффективной работы аспирантуры и докторантуры и диссертационных советов по этому направлению в соответствии с нормативно-правовыми актами Министерства науки и высшего образования и ВАК страны; экспертизе членами НППШ-докторами наук диссертационных работ в составе экспертного совета ВАК (по отраслевым проблемам охраны труда); руководству руководителем НППШ научно-методическим Советом (на общественных началах 25 лет) при Главке ВУЗов МСХ СССР и России и аналогичным Советом на аналогичных направлениях деятельности и условиях РАСХН (Российской академии сельскохозяйственных наук в течение 20 лет) в качестве председателя.

Обобщённо результатами работы указанной Научно-педагогической школы (НППШ) являются: подготовка более 1200 дипломированных специалистов в области охраны труда в АПК для производства, более 110 кандидатов и 30 докторов технических наук по обсуждаемой проблеме, что позволило в основном укомплектовать учебные заведения и профильные НИИ профессорско-преподавательскими и научными кадрами в соответствии с требованиями нормативно-правовой базы страны. Разработано и издано ряд учебников и учебных пособий с грифом УМО. Обоснована на основе научно-производственных исследований «Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК (Тория и практика) [15,16]. Результаты исследований опубликованы в более, чем 1500 научных статьях и в 27 монографиях в отечественных и зарубежных изданиях и пользуются востребованностью среди специалистов. Новизна решений подтверждена более 300-ми патентами на изобретения, полезные модели, свидетельствами и промышленными образцами.

Результаты НИР широко используются в учебном и научном процессах по линии бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры и докторантуры. Материалы исследований постоянно демонстрируются на всероссийских, международных, национальных и региональных выставках и отмечены десятками золотых, серебряных и бронзовых медалей ВДНХ СССР, ВВЦ РФ, 11-ти Международных выставок «Агрорусь», а также наградой Гран-при. Результаты работ 5 раз докладывались на научно-технических советах МСХ, а также 2 раза на секциях Минтруда, одобрены и рекомендованы к внедрению. Результаты работы НППШ позволили коллективу лидировать в направлении исследуемых им проблем безопасности в отрасли среди аграрных вузов страны и её специализированных трудово-охранных НИИ (Орловский, Красноярский, Алма-Атинский) на уровне научного руководителя НППШ.

По результатам деятельности НППШ в 2013 г была зарегистрирована в комитете по науке и высшей школе администрации г. Санкт-Петербурга. Центром НППШ была и остаётся кафедра «Безопасность технологических процессов и производств» (БТП и П) СПбГАУ инженерного (ныне инженерно-технологического) факультета. Её создателем и руководителем был и остаётся ЗДНТ РФ, д-р техн. наук, Лауреат Национальной премии Российского профессорского собрания «Профессор года 2022», профессор кафедры и советник ректората В.С. Шкрабак. В состав НППШ входят сотрудники кафедры БТП и П, часть сотрудников других кафедр факультета на добровольной основе, а также НИИ охраны труда (г. Орёл), представители Орловского, Ярославского, Брянского, Самарского и др. ГАУ, Курганского, Орловского им. И.С. Тургенева, Мордовского государственных университетов, института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (НИИАЭП- филиал ВИМ), ООО «Газпром», центра технологий ПАО СЗ «Россети», Северо-Западной транспортной академии, Ярославского НИИЖК, Ташкентского университета транспорта, Таджикского государственного аграрного университета и ряда производственных и других организаций и учреждений.

К началу 2025 г. численность НППШ по ряду объективных причин сократилась с 45 человек до 37. В числе работающих: 14 докторов технических наук (в т. ч. 1 заслуженный деятель науки и техники РФ, 6 заслуженных работников высшей школы, 6 руководителей и членов диссертационных советов), 7 кандидатов технических наук; 12 молодых учёных. Число совместных научных публикаций за последние 5 лет составило более 150 статей статьи, в т.ч. 19 в международных базах; издано 5 монографий, 4 учебника и учебных пособия (из них 3 с грифом УМО); получено 23 патента на изобретения, полезные модели, промышленный образец, свидетельства о госрегистрации программы для ЭВМ. Из членов НППШ 1 человек является членом Всероссийского УМО по техносферной безопасности; членами научно-методического совета по техносферной безопасности Северо-Западного Федерального округа являются 2 человека; экспертами в научно-технической сфере Минобрнауки являются 2 человека; иностранным членом Украинской академии аграрных наук является 1 человек;

членами редакционной коллегии журналов ВАК являются 3 человека; в организационных комитетах научных конференций, редакционных коллегий и советов участвуют 14 человек в Международных, национальных, всероссийских научных и научно-практических конференциях в стране и за рубежом принимали участие все 37 членов НПШ (ежегодно не менее 12 членов НПШ). Членами диссертационных советов являются 5 членов НПШ.

Активная деятельность членов НПШ в течение последних 5-ти лет проводилась в области: открытия новых направлений подготовки специальности техносферной безопасности (п.2.10) принимали участие 15 членов НПШ; разработка основных материалов к паспортам 4-х специальностей по техносферной безопасности и паспорта по агроинженерии (специальность 4.3.1.-Технологии, машины и оборудование для АПК (технические и сельскохозяйственные науки) и 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки) принимали участие 8 членов НПШ; в других областях-автотракторное газотурбинные двигатели - принимали участие 5 членов НПШ.

Организационной формой работы НПШ является общее руководство ею с возможностью и свободой групповой деятельности по интересам целевого направления с учётом условий производственной направленности структур АПК и потребности их в мероприятиях по техносферной безопасности. Работа по принципу: «твори - выдумывай- пробуй» для начинающих, «обобщай – предлагай - докажи работоспособность» - для вникнувших в проблему; «подготовь документацию - организуй или создай макет-подтверди работоспособность в производстве фактически и документально» - для авторов новинок. Приветствуется решение «зональных» проблем по месту нахождения ВУЗов (кафедр, имеющих отношение к проблемам безопасности и безвредности), исключая дублирование информированием сообщества НПШ и не влияя администрированием на локальные связи отдельных творческих групп.

Приветствуются международные связи в решении профилактических задач для обеспечения безопасности и безвредности технологических процессов и производств в структурах АПК. Исключается некомпетентное вмешательство в успешно решаемые вопросы в области техносферной безопасности равносильно как и администрирование (все равны и ответственны за свои решения, как и за выбор путей их достижения в соответствии с нормативно-правовой базой страны). Достигнутые результаты обсуждаются на регулярных конференциях различного уровня, проводимых в разных ВУЗах, НИИ и Международных кворумах по линии «Агрорусь» в России, по а также по другим направлениям в Казахстане, Таджикистане, Белоруссии, Узбекистане и др. странах. Форма общения – очная, очно-заочная, дистанционная примерно в равной степени (как минимум ежеквартально). В промежутках между этим в практике имеет место ежемесячное обсуждение профессиональных образовательных, научных и внедренческих вопросов проблемы с членами НПШ.

Изложенное позволяет каждому участнику НПШ лично и в любом выбранном им формате участвовать в разработке близких ему тематик и возможность проявить собственные усилия и пути решения поставленных им задач. В коллективе НПШ достигнуто соглашение об открытости, доброжелательности, взаимопомощи и ответственности за принятые решения, а также пожелание сохранить изложенную форму организации работ и на перспективу, с учётом оказания помощи и содействия усилиям молодых (студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов). Кроме того, учтено пожелание по расширению участников НПШ, что имеет место практически ежеквартально («двери открыты»). Члены НПШ свободны в выборе не только тематики, но и места и времени решения поставленных ими задач при условии полного исполнения должностных обязанностей.

В качестве примера ниже приводится название выполненной участниками НПШ СПбГАУ НИР по теме №14 «Обоснование и разработка инновационных решений проблем охраны труда в АПК». В других организациях эти названия тем и направления исследований являются своими в соответствии с их планами на пятилетия и по годам. К примеру в СПбГАУ на 2024г. планировалось и выполнены исследования по двум разделам, а именно №14.4 «Улучшение условий и охраны труда работников АПК в зоне электромагнитных излучений» и №14.5 «Обеспечение безопасности и безвредности работников тепличных производств при использовании агрохимикатов». По результатам работы по разделу №14.4 отмечается, что по всей цепочке передача и использование электроэнергии сопровождается электромагнитными полями (ЭМП) и, как следствие, электромагнитными излучениями (ЭМИ). Эти особенности в определённых пределах используются в производстве, медицине, быту, сельском хозяйстве и в других направлениях жизнедеятельности. Однако отмечаются и отрицательные результаты в связи с влиянием на человека при превышении нормируемых значений, времени при использовании и расстояния от источника ЭМИ до человека. Поэтому установлены нормативы по указанным и другим направлениям использования источников ЭМИ. Кроме того, в мировой практике, включая ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения), нет единого мнения в части «польза - вред», хотя и признаются положительные моменты. Кроме

того обращено внимание на электротравматизм. Поэтому весьма важно соблюдение мер безопасности в условиях ЭМИ в системе жизнедеятельности (производство, быт, медицина и др.), а также дальнейшие исследования в части профилактических мер. В работе предложен ряд патентных решений по профилактике электротравматизма. По результатам работы №14.5 обращено внимание на необходимость операторам теплиц приспосабливаться к условиям, создаваемым для растений в теплицах, учитывая всесезонность и многослойность конструкций, а значит и необходимость высотных работ и условий и последствий применяемых агрохимикатов.

Заключение. Наличие недостаточных защитных мероприятий от электромагнитных поражений и производственного электротравматизма в структурах ОКВЭД страны и жизнедеятельности стран мира свидетельствуют о недостаточных профилактических мероприятиях по всей профилактической номенклатуре, включая комплекс организационных, нормативно-правовых, санитарно-гигиенических, медико-биологических, эргономических, инженерно-технических, научных, кадровых, психофизиологических, материально-технических, финансовых, хозяйственных, социально-экономических, внедренческих, природно-климатических и других. Это требует объединения усилий для выработки высокоэффективных профилактических мероприятий, что реализовано в научно-педагогической школе Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Новизна предложенных там инновационных решений защищена более чем 300-ми патентами и одобрена несколькими решениями Научно-технических советов МСХ и департаментов Минтруда страны, подготовлено более 1200 дипломированных специалистов в области безопасности в АПК, более 110 кандидатов и 30 докторов технических наук в области безопасности в АПК, теоретически обоснована впервые в мировой практике и подтверждена практикой Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК, а также ряд других положений обсуждаемой проблемы. В настоящее время коллектив НППШ интенсивно и результативно продолжает работу в озвученных направлениях.

Список источников

1. Продовольственная, техносферная и социальная безопасность - основа созидательной жизнедеятельности общества / В.С. Шкрабак, Р.В. Шкрабак, В.Ю. Морозов и др. // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 65. С. 104-113.
2. Сельское хозяйство в России. Официальное издание / редкол. С.В. Киселев. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2023. 45 с.
3. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс] (принята всенародным голосованием 12.12.1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/?ysclid=m8ec0fefgt862287831.
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. от 28.12.2024). – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/?ysclid=m8ebpfvlh1725077316.
5. Гражданский кодекс Российской Федерации. Ч. 1 от 30.11.1994 г. № 51-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. 25.02.2022). – Режим доступа: <http://www.sgrc.ru/upload/legislation/05-2022/GK.pdf>
6. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 г. № 63-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. от 28.02.2025). – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/?ysclid=m8ebrqrr8r185205337.
7. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ [Электронный ресурс] (ред. от 03.02.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025). – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/?ysclid=m8eby1457c203672624.
8. ГОСТ 12.0.001-89. Система стандартов безопасности труда. Основные положения. М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2022.
9. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 // СПС Гарант.
10. О стратегии национальной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400.
11. Государственная программа развития сельского хозяйства регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2013 г. № 717 // СПС Гарант.
12. Об утверждении федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2011 г. № 996 // СПС Гарант.

13. Об утверждении классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска: приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 851н // СПС Гарант.

14. Об утверждении правил по охране труда при работе на высоте: приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 16.11.2020 г. № 782н.

15. Шкрабак В.С. Биобиблиографический указатель / сост. Н.В. Кубрицкая, Н.С. Розанова. 4-е изд, перераб. и доп. СПб., 2022. 314 с.

16. Шкрабак В.В. Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК (теория и практика): монография. СПб.: СПбГАУ, 2007. 580 с.

Информация об авторах

В.С. Шкрабак – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Безопасность технологических процессов и производств, ФГБОУ ВО СПбГАУ, v.shkrak@mail.ru.

Е.Н. Христофоров – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, en-x@bk.ru.

Р.В. Шкрабак – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств, ФГБОУ ВО СПбГАУ shkrabakrv@mail.ru.

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

М.Н. Нагоркин – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО БГТУ, nagorkin_mn@mail.ru.

Information about the authors:

V.S. Shkrabak - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Safety of Technological Processes and Productions, SPbGAU, v.shkrak@mail.ru.

Ye.N. Khristoforov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University, en-x@bk.ru.

R.V. Shkrabak - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head Department of "Safety of Technological Processes and Productions, SPbGAU shkrabakrv@mail.ru.

N.Ye. Sakovich - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University, nasa2610@mail.ru.

M.N. Nagorkin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technosphere Safety, BSTU, nagorkin_mn@mail.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 04.03.2025, одобрена после рецензирования 24.03.2025, принята к публикации 27.03.2025.

The article was submitted 04.03.2025, approved after reviewing 24.03.2025, accepted for publication 27.03.2025.

© Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В., Сакович Н.Е., Нагоркин М.Н.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

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

СТРУКТУРА СТАТЬИ

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

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

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

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

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

Статьи (1 экземпляр в печатном виде и на электронном носителе) следует направлять по адресу 243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, ул. Советская, 2а, Брянский ГАУ, главному редактору Торикову В.Е. или E-mail: 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.