

ВЕСТНИК БРЯНСКОЙ ГСХА

Издаётся с марта 2007
года

Выходит один раз
в два месяца

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

Научный журнал

Журнал включен в Российский
индекс научного цитирования
(РИНЦ).

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

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

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

№ 4 (104)
ИЮЛЬ-АВГУСТ 2024
СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Особенности фракционно-группового состава гумуса аллювиальных почв левобережья
р. Десна
Чекин Г.В. 3
Влияние минеральных удобрений на продуктивность одновидовых и смешанных посевов
многолетних трав при возделывании в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов
Ситнов О.Д., Шаповалов В.Ф., Милотина Е.М. 9
Система удобрения как фактор повышения урожайности и качества зерна озимой ржи
Белоус Н.М., Малявко Г.П., Белоус И.Н., Шаповалов В.Ф., Харкевич Л.П. 15
Урожайность гибридов кукурузы различных генотипов в изменяющихся условиях произ-
растания
Наливайко Т.А., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Дронов А.В., Ланцев В.В. 21

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

- Воспроизводство, рост и мясная продуктивность крольчат гибридной линии Hy-Cole и
Вельяминовская
Кривопушкин В.В., Гапонова И.Л. 28
Клинические показатели крови молодняка свиней в критические фазы постнатального
онтогенеза в условиях Брянской области
Башина С.И. 33
Скармливаем телятам-молочникам пробиотическую добавку
Мемякина А.Г., Гамко Л.Н., Ткаченко Д.Н., Сидоров И.И. 37
Влияние периодического скармливания в рационах лактирующих коров доломитовой
муки на продуктивность и качество молока
Поздняков М.А., Гамко Л.Н., Мемякина А.Г., Подольников В.Е. 41
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
Обоснование применения автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры
зерноуборочного комбайна
Тронеv С.В., Ряднов А.И., Жуковский Д.Г., Новиков В.С. 45
Обоснование эффективности трамбовщиков при закладке зеленой массы в хранилища
траншейного типа
Дубень И.В., Козлов С.И., Кузур В.М., Будко С.И. 51
Устройство локального пожаротушения для защиты автозаправочных станций распо-
ложенных на территории Брянской области
Панова Т.В., Панов М.В. 56
Обеспечение безопасности механизаторов в сельскохозяйственном производстве Брян-
ской области
Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Верезубова Н.А., Кузнецов А.А., Шилин А.С. 62
Расчет конструктивных и прочностных характеристик блока алюминиевого понтона
Ченин А.Н. 68
К определению продолжительности процесса сушки семян тыквы
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Фролов Р.А., Грибанов А.А. 74

№ 4 (104)
JULY-AUGUST 2024

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

- Features of fractional-group humus composition of alluvial soils of the left bank of the Desna river
G.V. Chekin 3
The impact of mineral fertilizers on productivity of single-species and mixed sowings of perennial
grasses when cultivated under the conditions of radioactive contamination of agroecosystems
O.D. Sitnov, V.F. Shapovalov, E.M. Milyutina 9
Fertilizer system as a factor of increasing yields and quality of winter rye grain
N.M. Belous, G.P. Malyavko, I.N. Belous, V.F. Shapovalov, L.P. Kharkevich 15
Corn hybrid yields of various genotypes in changing growing conditions
T.A. Nalivaiko, V.E. Torikov, O.V. Mel'nikova, A.V. Dronov, V.V. Lantsev 21
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE
Reproduction, growth and meat productivity of infant rabbits of the Hy-Cole and Velyami-
novskaya hybrid line
V.V. Krivopushkin, I.L. Gaponova 28
Clinical blood indicators of young pigs in critical phases of postnatal ontogenesis in the condi-
tions of the Bryansk region
S.I. Bashina 33
We feed probiotic additive to veal calves
A.G. Menyakina, L.N. Gamko, D.N. Tkachenko, I.I. Sidorov 37
The effect of periodic feeding with dolomite flour on milk productivity and quality in the diets
of lactating cows
M.A. Pozdnyakov, L.N. Gamko, A.G. Menyakina, V.E. Podol'nikov 41
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
Justification of applying an automatic system to control loading of an inclined chamber of a
combine harvester
S.V. Tronev, A.I. Ryadnov, D.G. Zhukovsky, V.S. Novikov 45
Justification of the rammers efficiency when placing green mass into trench-type storages
I.V. Duben', S.I. Kozlov, V.M. Kuzyur, S.I. Budko 51
A local fire extinguishing device to protect gas stations located in the Bryansk region
T.V. Panova, M.V. Panov 56
Ensuring the safety of machine operators in the agricultural production of the Bryansk region
Ye.N. Khristoforov, N.Ye. Sakovich, N.A. Verezubova, A.A. Kuznetsov, A.S. Shilin 62
Calculation of the structural and strength characteristics of the aluminum pontoon block
A.N. Chenin 68
To determine the duration of the drying process pumpkin seeds
A.I. Kupreenko A.I., H.M. Isaev, R.A. Frolov., A.A. Gribanov 74

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

Редакционный совет:

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

Редакторы:

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

ISSN 2500-2651.

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

Тираж 250 экз. Подписано в печать 08.08.2024.

Дата выхода в свет 22.08.2024.

Свободная цена.

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

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

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

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2024

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. Pasynkov – Doctor of Biological Sciences, chief researcher of the Agrophysical Research Institute (Saint-Petersburg); T.F. Persikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Belarusian SAA (Gorki); S.M. Sychyov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.E. Berdyshev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.A. Boyko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Gomel STU named after Sukhoi P.O. (Gomel); N.N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); M.N. Erokhin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU – MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.M. Mihal'chenkov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); N.I. Gavrichenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Vitebsk SAVM (Vitebsk); L.N. Gamko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.Yu. Karpenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Saint-Petersburg SAVM (Saint-Petersburg); S.A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow SAVM named after K.I. Skryabin (Moscow); E.Ya. Lebedko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.A. Tanana – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Grodno SAU (Grodno).

Editors:

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

ISSN 2500-2651.

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

Circulation of 250 copies. Signed to printing - 08.08.2024.

The release date is 22.08.2024.

Free price.

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

E-mail: torikov@bgsha.com.

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

© FSBEI HE Bryansk SAU, 2024



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

Научная статья
УДК 631.41

ОСОБЕННОСТИ ФРАКЦИОННО-ГРУППОВОГО СОСТАВА ГУМУСА
АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ Р. ДЕСНА

Геннадий Владимирович Чекин
 ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Цель исследований – изучение фракционно-группового состава гумуса левобережья р. Десна. Исследования проводили на левобережной части поймы р. Десна, в пределах верхнего и среднего течения, расположенной в Брянской области. Отбор почвенных образцов проводили в 2019-2020 годах методом почвенных ключей. Органическое вещество определяли по ГОСТ 26213; фракционно-групповой состав гумуса по методу Пономаревой-Плотниковой; гранулометрический состав по Н.А. Качинскому с пиррофосфатом натрия. Анализировали только гумусовые горизонты. Для выявления особенностей фракционно-группового состава гумуса массив данных группировали по типу и по гранулометрическому составу. Отмечен высокий коэффициент вариации для содержания органического вещества и всех фракций гуминовых и фульвокислот в полученных данных. Показано, что медианное содержание органического вещества в ряду рассматриваемых почв достоверно отличается только для пары слабообразованная/перегнойно-глеевая почва. Для данных по другим типам почв достоверных отличий нет. Показано, что медианное значение содержания органического вещества достоверно увеличивается при утяжелении гранулометрического состава (1,12, 2,46, 2,57 и 2,84% соответственно). Выявлено, что различия в интенсивности ЭПП для рассмотренных типов почв невелики, за исключением группы перегнойно-глеевых и торфяно-глеевых почв, в которой процесс аккумуляции органического вещества носит иной, чем в других рассматриваемых типах характер. Больше влияние на содержание органического вещества и его фракционно-групповой состав, по-видимому, оказывает гранулометрический состав почв. Степень гумификации органического вещества в рассматриваемых почвах в основном слабая. Тип гумуса слабо варьирует, и колеблется от фульватного до гуматно-фульватного, что говорит о низком его качестве. Корреляционный анализ по Спирмену между фракциями гуминовых и фульвокислот, показал сложность и неоднозначность связей.

Ключевые слова: органическое вещество, фракционно-групповой состав гумуса, аллювиальные почвы.

Для цитирования: Чекин Г.В. Особенности фракционно-группового состава гумуса аллювиальных почв левобережья р. Десна // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 3-8.

Original article

FEATURES OF FRACTIONAL-GROUP HUMUS COMPOSITION OF ALLUVIAL SOILS
OF THE LEFT BANK OF THE DESNA RIVER

Gennadiy V. Chekin
 Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The purpose of the researches is to study the fractional and group humus composition of the left bank of the Desna river. The researches were carried out on the left bank of the Desna river floodplain within the upper and middle flow, located in the Bryansk region. Soil samples were collected in 2019-2020 using the soil key method. Organic matter was determined according to GOST 26213; fractional and group composition of humus - according to the Ponomaryova-Plotnikova method; granulometric composition - according to N.A. Kachynski with sodium pyrophosphate. Only humus horizons were analyzed. To identify the features of the fractional and group composition of humus, the data array was grouped by type and granulometric composition. A high coefficient of variation for the content of organic matter and all fractions of humic and fulvic acids was noted in the obtained data. The median organic matter content in the number of soils considered is only slightly different for the pair of underdeveloped/humus-gley soil. There are no significant differences for the data on other types of soils. It has been shown that the median value of organic matter content increases significantly with increasing granulometric composition (1.12, 2.46, 2.57 and 2.84%, respectively). The differences in PPE intensity for the soil types considered were revealed to be not large due to the classification of the group of humus-gley and peat-gley soils, where the process of accumulation of organic matter is different from other soil types. The granulometric composition of soils appears to have a greater influence on the content of organic matter and its fractional-group composition. The degree of humification of organic matter in the soils considered is generally weak. The type of humus

varies slightly and ranges from fulvate to humate-fulvate, which indicates its low quality. The Spirman correlation analysis between the humic and fulvic acid fractions showed complexity and ambiguity of the bonds.

Keywords: organic matter, fractional and group composition of humus, alluvial soils.

For citation: Chekin G.V. Features of fractional-group humus composition of alluvial soils of the left bank of the Desna river // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 3-8.

Введение. Особенности почвообразовательных процессов, растительные сообщества и водный режим территории влияют на скорость разложения органических веществ в почвах [1-3]. Часть органического углерода при этом преобразуется в группу специфических соединений – гуминовые вещества. Гуминовые кислоты (ГК) и фульвокислоты (ФК) – это фракции, являющиеся наиболее активными компонентами твердой фазы почвы. Они оказывают влияние на физические, химические и биологические параметры почвы, формируя, таким образом, ее плодородие [4-7]. Накопление органического вещества в пойме, а также развитие почвы зависят от особенностей протекания биогенно-аккумулятивных элементарных почвенных процессов [8-12]. Содержание и распределение гумуса в аллювиальных почвах хорошо изучено, но его состав, определяющий качество, и, следовательно, влияющий на плодородие, изучен недостаточно.

Почвам поймы реки Десна свойственно большое разнообразие условий гумификации органических веществ. Процессы гумусообразования при этом протекают в разнообразных условиях, обусловленных, прежде всего вариабельностью кислотности и гранулометрического состава (Кораблева Л.И. Плодородие, агрохимические свойства и удобрение пойменных почв нечерноземной зоны. Москва: Наука, 1969. 278 с.) [13].

Цель исследования – изучение фракционно-группового состава гумуса левобережья р. Десна.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на левобережной части поймы р. Десна, в пределах верхнего и среднего течения, расположенной в Брянской области (рис. 1).

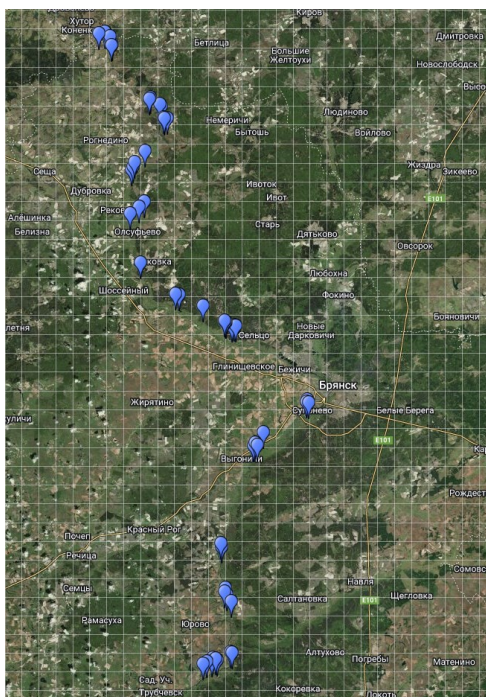


Рисунок 1 – Ключевые почвенные участки

Отбор почвенных образцов проводили в 2019-2020 годах методом почвенных ключей. Каждый ключевой почвенный участок, площадью 25 м² представлял собой полнопрофильный разрез и четыре полуямы. Привязку объектов выполняли с помощью GPS-приемника. Описание почв проводили в соответствии с Классификацией почв России 2004 (Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.).

Образцы отбирали со стенок разрезов по генетическим горизонтам, перемешивая и усредняя методом квартования. К анализам образцы подготавливали общепринятыми методами.

Органическое вещество определяли по ГОСТ 26213; фракционно-групповой состав гумуса по методу Пономаревой-Плотниковой; гранулометрический состав по Н.А. Качинскому с пирофосфатом натрия. Анализировали только гумусовые горизонты. Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программ MS Excel и Statistica.

При фракционировании гумусовых веществ по методу Пономаревой-Плотниковой, выделяют следующие их фракции: ГК1 – растворимая непосредственно в 0,1 н. NaOH; «свободная» и связанная с несиликатными (подвижными) полуторными оксидами; ГК2 – растворимая в 0,1 н. NaOH после декальцирования почвы, связанная с кальцием; ГК3 – растворимая в 0,02 н. NaOH при 6-часовом нагревании на водяной бане; связанная с устойчивыми формами полуторных оксидов и глинистыми минералами. Фракции фульвокислот ФК1, ФК2 и ФК3 связаны сложноэфирной связью с ГК и подразделяются также как и ГК. Дополнительно выделяют фракцию ФК1а – «свободную» и связанную с подвижными полуторными оксидами, так называемую «агрессивную» фракцию растворимую в 0,1н H₂SO₄ [14].

Для выявления особенностей фракционно-группового состава гумуса обусловленных типом почвы и ее гранулометрическим составом были сгруппированы массивы данных (табл. 1, 2), которые проверили на нормальность распределения тестом Шапиро-Уилка. При этом установлено, что не все сравниваемые группы подчиняются закону нормального распределения, что предполагает использование непараметрических методов статистики для работы с ними. Достоверность различий групп данных определяли по критерию Манна-Уитни (U-критерий). В случае нормального распределения сравниваемых групп данных использовали Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.

При группировке почв по типу (табл. 1) выделено четыре массива данных. В первую группу (8 разрезов) объединены аллювиальные слоистые почвы, характеризующиеся слабо развитым гумусовым горизонтом. Вторую группу (23 разреза) составили аллювиальные серогумусовые глеевые почвы. Третью группу (15 разрезов) составили аллювиальные серогумусовые почвы. В четвертую группу (6 разрезов) объединили почвы торфяно-глеевого и перегнойно-глеевого типа.

Таблица 1 – Фракционно-групповой состав гумуса в зависимости от типа почвы

Органическое вещество, %	Гуминовые кислоты (ГК), % к органическому веществу			Фульвокислоты (ФК), % к органическому веществу				Степень гумификации, %	Тип гумуса
	1	2	3	1а	1	2	3		
Аллювиальные слоистые (слаборазвитые) почвы									
<u>0,45-4,16</u> 1,85	<u>3,61-13,27</u> 9,96	<u>0,00-2,78</u> 0,00	<u>1,02-8,30</u> 1,61	<u>3,45-12,03</u> 7,02	<u>2,48-13,00</u> 9,34	<u>2,41-24,07</u> 7,82	<u>4,32-24,30</u> 8,22	<u>4,64-21,31</u> 12,64	<u>0,22-0,62</u> 0,29
Аллювиальные серогумусовые (дерновые) почвы									
<u>0,31-6,54</u> 1,78	<u>2,78-11,02</u> 4,11	<u>0,00-19,03</u> 5,16	<u>0,53-8,65</u> 4,69	<u>0,28-7,44</u> 1,47	<u>7,06-22,67</u> 14,06	<u>1,97-29,38</u> 6,87	<u>7,20-73,44</u> 15,07	<u>4,63-35,05</u> 15,32	<u>0,19-0,60</u> 0,34
Аллювиальные серогумусовые глеевые почвы									
<u>0,96-8,74</u> 2,44	<u>1,55-10,84</u> 5,50	<u>0,00-8,70</u> 0,94	<u>0,29-11,84</u> 3,87	<u>0,52-9,93</u> 4,53	<u>4,13-43,80</u> 8,38	<u>2,20-16,73</u> 8,90	<u>5,26-34,16</u> 13,42	<u>6,06-27,05</u> 13,24	<u>0,19-0,68</u> 0,32
Аллювиальные перегнойно-глеевые и торфяно-глеевые почвы									
<u>4,34-23,73</u> 7,29	<u>1,78-5,15</u> 4,11	<u>0,00-2,54</u> 1,10	<u>2,10-7,70</u> 3,16	<u>0,07-1,77</u> 0,94	<u>2,88-7,39</u> 4,83	<u>1,61-5,26</u> 3,46	<u>0,40-6,64</u> 3,17	<u>6,03-12,52</u> 8,59	<u>0,48-1,36</u> 0,66

Примечание: * - числитель – интервал, знаменатель медиана

Результаты и их обсуждение. При группировке почв по типу отмечен высокий коэффициент вариации для содержания органического вещества (60,95-73,82%) и всех фракций гуминовых и фульвокислот (33,90-260,22%). При значениях коэффициента вариации более 33%, массивы данных считаются неоднородными, и средняя величина некорректно описывает выборку и не может считаться типичной характеристикой. В этом случае корректнее использовать медианное значение, даже если данные подчиняются закону нормального распределения. Среднемедианное содержание органического вещества в ряду рассматриваемых почв достоверно отличается только для пары слабо развитая/перегнойно-глеевая почва. Для данных по другим типам почв достоверных отличий нет.

Для фракции ГК1 достоверные отличия отмечены для пар слабо развитая/перегнойно-глеевая и серогумусовая глеевая/перегнойно-глеевая почвы. Содержание фракции ГК1 в перегнойно-глеевой почве (4,11%) достоверно ниже, чем в аллювиальной слабо развитой (9,96%) и серогумусовой глеевой (5,50%) почве. Содержание фракции ГК2 достоверно отличается только в паре слабо развитая (0,00%) и серогумусовая (5,16%) почва. Аналогичные результаты получены для фракции ГК3: слабо развитая (1,61%) и серогумусовая (4,69%). Фракции фульвокислот ФК1а в слабо развитой (7,02%) почве достоверно больше, чем в серогумусовой (1,47%) и перегнойно-глеевой (0,94%) почве. В серогумусовой глеевой (4,53%) достоверно больше чем в перегнойно-глеевой. Фракции ФК1 в перегнойно-глеевой почве (4,83%) достоверно меньше, чем в остальных типах (9,34, 14,06, 8,38% соответственно). При этом между собой в этих типах достоверно отличаются только слабо развитая и серогумусовая почвы. Фракции ФК2 так же в перегнойно-глеевой почве (3,46%) достоверно меньше, чем в остальных типах (7,82, 6,87, 8,90% соответственно). При этом между собой в остальных типах достоверных отличий нет. Закономерности для фракции ФК3 аналогичны фракции ФК1: в перегнойно-глеевой почве со-

держание 3,17%, в остальных достоверно больше: 8,22, 15,07, 13,42% соответственно. Достоверно меньше так же содержится этой фракции в слаборазвитой почве, по сравнению с серогумусовой.

При группировке почв по гранулометрическому (табл. 2) составу выделено четыре группы данных: песчаные и супесчаные (11 разрезов), легкосуглинистые (12 разрезов), среднесуглинистые (13 разрезов), тяжелосуглинистые и легкоглинистые (9 разрезов). Группы не включали в себя перегнойно-глеевые и торфяно-глеевые почвы, для которых гранулометрический состав не определяли.

Таблица 2 – Фракционно-групповой состав гумуса в зависимости от гранулометрического состава почвы

Органическое вещество, %	Гуминовые кислоты (ГК), % к органическому веществу			Фульвокислоты (ФК), % к органическому веществу				Степень гумификации, %	Тип гумуса
	1	2	3	1а	1	2	3		
Песчаные разновидности									
<u>0,31-2,27</u> 1,12	<u>3,94-13,27</u> 10,59	<u>0,00-19,03</u> 0,99	<u>1,08-8,30</u> 4,22	<u>0,29-12,03</u> 6,43	<u>2,48-22,67</u> 12,94	<u>4,98-29,38</u> 12,92	<u>4,32-73,44</u> 15,07	<u>8,74-35,05</u> 16,21	<u>0,24-0,62</u> 0,33
Легко суглинистые разновидности									
<u>1,23-4,61</u> 2,46	<u>3,03-9,30</u> 5,64	<u>0,00-7,14</u> 0,00	<u>0,43-7,89</u> 2,01	<u>1,18-7,44</u> 4,43	<u>4,13-18,31</u> 10,30	<u>2,41-16,19</u> 7,27	<u>5,94-23,03</u> 7,30	<u>4,64-17,20</u> 8,51	<u>0,19-0,47</u> 0,29
Среднесуглинистые разновидности									
<u>1,12-3,98</u> 2,57	<u>3,35-9,23</u> 5,50	<u>0,00-8,70</u> 0,00	<u>0,29-11,84</u> 5,46	<u>0,28-6,68</u> 4,32	<u>5,67-43,80</u> 10,79	<u>2,45-12,91</u> 6,87	<u>5,26-34,16</u> 13,42	<u>4,63-27,05</u> 13,84	<u>0,19-0,61</u> 0,33
Тяжелосуглинистые и глинистые разновидности									
<u>0,97-8,74</u> 2,84	<u>1,55-8,10</u> 3,65	<u>0,00-5,54</u> 3,47	<u>3,24-8,65</u> 6,01	<u>0,52-9,93</u> 1,47	<u>5,94-11,38</u> 7,69	<u>1,97-16,73</u> 4,87	<u>6,84-22,76</u> 12,98	<u>7,83-16,78</u> 13,24	<u>0,22-0,68</u> 0,39

Примечание: * - числитель – интервал, знаменатель медиана

Среднемедианное значение содержания органического вещества достоверно увеличивается при утяжелении гранулометрического состава (1,12, 2,46, 2,57 и 2,84% соответственно). При этом показатель варьирует в широком диапазоне (37,77 – 61,23%).

Коэффициент вариации для фракций гуминовых и фульвокислот в пределах 30,91-158,01%. При этом однородными можно считать только данные по фракции ГК1 для легкосуглинистых почв.

Фракция ГК1 в песчаных/супесчаных почвах (10,59%) достоверно отличается по содержанию от суглинистых (5,64, 5,50, 3,65%). При этом для суглинистых разновидностей достоверных отличий нет. Для фракции ГК2 и ГК3 не установлено достоверных отличий в зависимости от гранулометрического состава почв.

Для фракций фульвокислот ФК1, ФК1а и ФК3 также не установлено достоверных отличий в содержании, в зависимости от гранулометрического состава. Для фракции ФК2 достоверно отличается только содержание ее в песчаных/супесчаных почвах (12,92%), по сравнению с суглинистыми (7,27, 6,87, 4,87%). Однако среди суглинистых почв достоверного различия в содержании этой фракции нет.

Аллювиальные почвы образуются в основном при сочетанном действии таких элементарных почвенных процессов (ЭПП) как биогенно-аккумулятивные, гидрогенно-аккумулятивные и оглеение. Разная интенсивность данных процессов для конкретной участка поймы обусловлена, прежде всего, рельефом и удаленностью от русла реки, гранулометрическим составом аллювия и глубиной залегания грунтовых вод. Эту специфику аллювиальных почв отмечают и другие авторы [8].

Исходя из полученных данных, вероятно различия в интенсивности ЭПП для данных типов почв невелики, за исключением группы перегнойно-глеевых и торфяно-глеевых почв, в которой процесс аккумуляции органического вещества носит иной, чем в других рассматриваемых типах характер. Больше влияние на содержание органического вещества и его фракционно-групповой состав, по-видимому, оказывает гранулометрический состав почв, что отмечается рядом исследователей. Отмечается, что с утяжелением гранулометрического состава происходило повышение гумусированности пойменных почв без каких-либо четких закономерностей в изменении качественного состава органического вещества. Рассмотрение содержания и состава гумуса в зависимости от степени гидроморфизма показало отсутствие четких закономерностей в распределении показателей гумусового состояния почв. [15, 16]. В нашем случае достоверные отличия получены только для почв песчано-го/супесчаного гранулометрического состава по сравнению с суглинистыми почвами. Различий между серогумусовыми и серогумусовыми глеевыми почвами нет.

Степень гумификации органического вещества в рассматриваемых почвах колеблется от очень слабой до высокой. При этом основная масса значений попадает в категорию «слабая гумификация». Тип гумуса слабо варьирует, и колеблется от фульватного до гуматно-фульватного, что гово-

рит о низком его качестве и хорошо соотносится с слабой гумификацией органического вещества. В целом различия в содержании и соотношении фракций ГК и ФК, за счет различной степени их воздействия и связи с минеральной частью почв, могут обуславливать варьирование плодородия. Преобладание в гумусе «агрессивных» фракций снижает ценность данных почв в хозяйственном отношении. В связи с этим, перед введением в сельскохозяйственное производство подобных участков пойм – организации сенокосов, требуется провести комплекс мероприятий, в том числе направленных на повышение качества гумуса. Аналогичные показатели для аллювиальных почв получены и другими авторами, отмечающими влияние на качество гумуса и степень гумификации таких показателей как переувлажнение, кислая реакция среды [10, 17, 18].

А.Л. Иванов с соавторами, указывает, на неопределенность понятия «гуминовые вещества» в его традиционной трактовке, невозможность идентификации этих веществ в составе гумуса, ассоциация понятия гуминовых веществ со щелочной экстракцией, создающей артефакты, и отсутствие корреляции между операционными фракциями гуминовых веществ и функциональными пулами ОВ в почвах [19]. При этом А.Г. Заварзина с соавторами, указывает, что фракции ГК, ФК, гумин удовлетворительно аппроксимируют основные тенденции в структурно-композиционном составе природного ОВ [20]. Для рассматриваемых почв, корреляционный анализ по Спирмену между фракциями гуминовых и фульвокислот, показал сложность и неоднозначность связей. Исходя из схемы фракционирования, ожидалось, что соответствующие фракции ФК и ГК будут иметь тесную корреляцию. Получено, что фракция ГК1 имела достоверную положительную корреляцию с фракцией ФК1а для серогумусовой глеевой почвы (0,83) а также почв легко (0,70), средне (0,81) и тяжелосуглинистого (0,88) гранулометрического состава, в то время как с фракцией ФК1 корреляция недостоверна. Для ГК2 и ФК2 достоверная корреляция получена для серогумусовых (0,80), а так же для песчаных/супесчаных почв (0,67). Для ГК3 и ФК3 достоверных корреляционных связей не отмечено.

Для фракций ГК1 и ГК2 отмечена значимая отрицательная корреляция для серогумусовых глеевых (-0,51), перегнойно-глеевых (-0,83) и почв тяжелосуглинистого гранулометрического состава (-0,90). Антагонизм этих фракций отмечают так же А.Н. Небольсин и другие исследователи, указывая, что наиболее оптически плотная часть ГК1 может связываться с кальцием, переходя в ГК2 (Небольсин А.Н., Небольсина З.П. *Теоретические основы известкования почв*. СПб., 2005. 252 с.; *Изменение содержания и состава гумуса при мелиорации кислых почв. Эмпирические модели процесса трансформации гуминовых кислот при известковании* / А.В. Литвинович, О.Ю. Павлова, А.В. Лаврицев, В.М. Буре. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. 104 с.). Для фракции ГК3 не отмечено значимых корреляционных связей с фракциями ГК1 и ГК2.

Корреляция фракции ФК1а и ГК2 принимает отрицательную величину, значимую для серогумусовых (-0,57), серогумусовых глеевых (-0,77), тяжелосуглинистых (-0,79) и песчаных/супесчаных (-0,61) почв, что в целом закономерно и логично связано с полученными корреляциями ГК1 с ФК1а и ГК2. Фракция ФК1 положительно значимо коррелирует с фракцией ГК2, для почв серогумусовых (0,68), перегнойно-глеевых почв (0,83), а так же почв песчаного/супесчаного (0,70) и среднесуглинистого (0,61) гранулометрического состава. Учитывая с какими группами гуминовых веществ традиционно отождествляют данные фракции, подобные корреляции нуждаются в дополнительной проверке, и скорее являются ложноположительными. Корреляция фракций ФК2 с ФК1а носит неоднозначный характер. Ожидаемый антагонизм показан только для серогумусовых (-0,57) и тяжелосуглинистых (-0,88) почв. Для слаборазвитых почв связь значимая положительная (0,95). Фракция ФК3 в основном значимо положительно коррелирует с ГК2, так же для серогумусовых, серогумусовых глеевых отмечена значимая положительная корреляция с ФК1 (0,45; 0,60) и ФК2 (0,42; 0,82). Такой же результат получен для почв легкого гранулометрического состава (0,65; 0,73). Полученный результат требует дальнейших исследований.

Заключение. Для содержания органического вещества и всех фракций гуминовых и фульвокислот отмечен высокий коэффициент вариации в полученных данных.

Содержание органического вещества в ряду рассматриваемых почв достоверно отличается только для пары слаборазвитая/перегнойно-глеевая почва. Для данных по другим типам почв достоверных отличий нет. Содержание органического вещества достоверно увеличивается при утяжелении гранулометрического состава.

Содержание органического вещества и его фракционно-групповой состав показали, что различия в интенсивности биогенно-аккумулятивных ЭПП для рассмотренных типов почв невелики, за исключением группы перегнойно-глеевых и торфяно-глеевых почв, в которой процесс аккумуляции органического вещества носит иной характер. Больше влияние оказывает гранулометрический состав почв.

Корреляционный анализ между фракциями гуминовых и фульвокислот, показал сложность и неоднозначность связей между ними. Степень гумификации органического вещества в рассматрива-

емых почвах в основном слабая. Тип гумуса слабо варьирует, и колеблется от фульватного до гуматно-фульватного, что говорит о низком его качестве.

Список источников

1. Зависимость разложения органического вещества почвы и растительных остатков от температуры и влажности в длительных инкубационных экспериментах / В.М. Семенов, Т.Н. Лебедева, Н.Б. Зинякова и др. // Почвоведение. 2022. № 7. С. 860-875.
2. The detrital input and removal treatment (DIRT) network: Insights into soil carbon stabilization / K. Lajtha, R.D. Bowden, S. Crow et al. // Sci. Total Environ. 2018. № 640. P. 1112–1120.
3. Characteristics of Humic Acids in Drained Floodplain Soils in Temperate Climates: A Spectroscopic Study / D. Kawalko, E. Jamroz, M. Jerzykiewicz, I. Ćwieląg-Piasecka // Sustainability. 2023. № 15 (14). P. 11417.
4. Polláková N., Šimanský V., Kravka M. The influence of soil organic matter fractions on aggregates stabilization in agricultural and forest soils of selected Slovak and Czech hilly lands. // J. Soils Sediments 2018. № 18. P. 2790–2800.
5. Humic substances in the environment / J. Weber, Y. Chen, E. Jamroz, T. Miano // Soils Sediments. 2018. № 18. P. 2665–2667.
6. Using Humic Fractions to Understand Natural Organic Matter Processes in Soil and Water: Selected Studies and Applications / D.C. Oik, P.R. Bloom, M. De Nobili et al. // J. Environ. Qual. 2019. № 48. P. 1633–1643.
7. Воробьев В.Б. Использование метода микроплощадок при изучении эффективности агрономических приемов на почвах с различным содержанием гумуса // Почвоведение и агрохимия. 2020. № 2 (65). С. 51-62.
8. Does soil organic matter in mollic horizons of central/east European floodplain soils have common chemical features? / T. Rennert, S. Antić-Mladenović, G. Barančiková et al. Catena. 2021. Vol. 200. P. 105192.
9. Characteristics of Humic Acids in Drained Floodplain Soils in Temperate Climates: A Spectroscopic Study / D. Kawalko, E. Jamroz, M. Jerzykiewicz, I. Ćwieląg-Piasecka // Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 14. P. 11417.
10. Полякова Н.В., Лавринова М.Г., Володина Е.Н. Органическое вещество аллювиальных почв разной степени гидроморфизма // Плодородие. 2016. № 3 (90). С. 13-15.
11. Šimanský V. Can soil properties of Fluvisols be influenced by river flow gradient. Acta Fytotech // Zootech. 2018. № 21. P. 63–76.
12. Gmitrowicz-Iwan J., Lig eza S., Pranagal J., Smal H. Morphometric and location factors shaping sediment texture in small floodplain reservoirs // J. Soils Sediments. 2021. № 21. P. 1243–1255.
13. Чекин Г.В. Некоторые параметры гумусного состояния пойменных почв верхнего течения реки Десны // Известия КГТУ. 2016. № 41. С. 157-164.
14. Кислотно-основные свойства и фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при разном уровне антропогенного воздействия / О.Ю. Павлова, А.В. Литвинович, А.В. Лаврищев, Э. Сальников // Zemljiste i Biljka. 2018. Т. 67, № 1. С. 46-63.
15. The role of clay content and mineral surface area for soil organic carbon storage in an arable toposequence / S.A. Schweizer, C.W. Mueller, C. Höschen et al. // Biogeochemistry. 2021. Vol. 156, No. 3. P. 401-420.
16. Steffen A. Schweizer, Franziska B. Bucka, Markus Graf-Rosenfellner, Ingrid Kögel-Knabner Soil. Microaggregate size composition and organic matter distribution as affected by clay content // Geoderma. 2019. Vol. 355. P. 113901.
17. Гумусное состояние сезонно-переувлажненных почв Каменной Степи / В.И. Турусов, Ю.И. Чевердин, Т.В. Титова, В.А. Беспалов // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 33-36.
18. Влияние органического вещества почв на их кислотно-основное и окислительно-восстановительное состояние / В.И. Савич, В.Д. Наумов, И.И. Тазин и др. // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
19. Развитие учения о гумусе и почвенном органическом веществе: от Тюрина и Ваксмана до наших дней / А.Л. Иванов, Б.М. Когут, В.М. Семенов и др. // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. № 90. С. 3-38.
20. Гуминовые вещества – гипотезы и реальность (обзор) / А.Г. Заварзина, Н.Н. Данченко, В.В. Демин и др. // Почвоведение. 2021. № 12. С. 1449-1480.

Информация об авторе:

Г.В. Чекин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, gb-swamp@yandex.ru.

Information about the author:

G.V. Chekin - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, gb-swamp@yandex.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 05.04.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 30.07.2024.

The article was submitted 05.04.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 30.07.2024.

© Чекин Г.В.

Научная статья

УДК 631.82:633.2:631.438

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ**Олег Дмитриевич Ситнов, Виктор Федорович Шаповалов, Елена Михайловна Милютина**
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Кормопроизводство, являясь частью растениеводства, выступает как стабилизирующий фактор продуктивности и устойчивости агроландшафтов в целом. Экономическая эффективность производства животноводческой продукции в значительной степени определяется качеством кормов, в первую очередь их обеспеченностью протеином. Люцерна изменчивая – бобовая культура, из которой можно заготавливать корма с содержанием белка в соответствии с зоотехнической нормой, в особенности при её возделывании в смешанных посевах со злаковыми травами. В юго-западных областях Центральной России актуальна ещё одна проблема кормопроизводства – выращивание трав в условиях радиоактивного загрязнения. В полевом опыте изучена эффективность действия фосфорно-калийного удобрения на продуктивность и качество зелёной массы одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов. Применение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{120}$ и $P_{60}K_{180}$ повлияло на урожайность зелёной массы, сухого вещества, сбор сырого протеина, сбор кормовых единиц, выход обменной энергии одновидовых и смешанных посевов люцерны жёлтой, костреца безостого, житняка гребнистого, уменьшало удельную активность цезия-137в корме. Установлено, что максимальная продуктивность при двухукосном использовании была получена в смеси люцерны жёлтой и житняка гребневидного на фоне применения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{180}$. Урожайность зелёной массы в сумме за укосы в среднем за годы исследований составило 42,5 т/га. Получение зелёной массы смешанных посевов люцерны жёлтой и многолетних мятликовых трав, соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу по удельной активности в ней цезия-137, обеспечивает применение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{180}$.

Ключевые слова: многолетние травы, урожайность, продуктивность, фосфорно-калийные удобрения, цезий-137.

Для цитирования: Ситнов О.Д., Шаповалов В.Ф., Милютина Е.М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав при возделывании в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 9-14.

Original article**THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY OF SINGLE-SPECIES AND MIXED SOWINGS OF PERENNIAL GRASSES WHEN CULTIVATED UNDER THE CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF AGROCENOSSES****Oleg D. Sitnov, Viktor F. Shapovalov, Elena M. Milyutina**

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. Forage production, being a part of plant growing, acts as a stabilizing factor of productivity and sustainability of agricultural landscapes as a whole. The economic efficiency of livestock production is largely determined by the quality of feeds, primarily their protein supply. Alfalfa is a variable legume crop from which protein-rich feed can be prepared according to animal welfare regulations especially when it is cultivated in mixed sowings with cereal herbs. In the southwestern regions of Central Russia, another relevant problem of forage production is the cultivation of herbs under the conditions of radioactive contamination. The efficiency of phosphorus-potassium fertilizer on productivity and quality of green mass of single-species and mixed sowings of perennial grasses cultivated on sod-podzolic sandy soil under the conditions of radioactive contamination of agroecosystems was studied in the field experiment. The application of phosphorus-potassium fertilizers $P_{60}K_{120}$ and $P_{60}K_{180}$ affected the yields of green mass, dry matter, raw protein collection, feed unit collection, metabolic energy output of single-species and mixed sowings of yellow alfalfa, smooth brome, crested wheatgrass, was reducing the specific activity of caesium-137 in the feed. It was found that the maximum productivity with two-fold mowing use was obtained in a mixture of yellow alfalfa and crested wheatgrass against the background of the application of phosphorus-potassium fertilizer at a dose of $P_{60}K_{180}$. The yields of green mass in total for mowings averaged 42.5 t/ha over the years of researches. Green mass production of mixed sowings of yellow alfalfa and perennial bluegrasses, which meets the sanitary and hygienic standard for its specific activity of caesium-137, ensures the use of phosphorous-potassium fertilizer $P_{60}K_{180}$.

Keywords: perennial grasses, yields, productivity, phosphorus-potassium fertilizers, caesium-137.

For citation: Sitnov O.D., Shapovalov V.F., Milyutina E.M. The impact of mineral fertilizers on productivity of single-species and mixed sowings of perennial grasses when cultivated under the conditions of radioactive contamination of agroecosystems // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 9-14.

Введение. В настоящее время важнейшей задачей устойчивого, стабильного развития отечественного животноводства является успешное решение проблемы эффективного производства и использования энергонасыщенных высокопротеиновых кормов, базирующихся на основе интенсификации, в том числе полевого кормопроизводства за счёт совершенствования структуры посевов и видов кормовых растений, повышения их продуктивности посредством максимального использования биологического потенциала современных новых сортов [1,2,3].

Стратегической задачей полевого кормопроизводства является расширение посевов кормовых культур, где ведущей группой должны быть представлены многолетние бобовые травы, как источник для производства объёмистых кормов высокого качества [11], возделываемых как в виде монокультуры, так и в травосмесях со злаковыми многолетними травами, которые должны содержать не менее 10 мДж обменной энергии и 14% сырого протеина [4].

В последнее время в России отмечено уменьшение доли возделывания зелёных кормов более чем на 20%, производство силоса сократилось на 34%, а производство зернофуража уменьшилось практически на 15%. Дополнение структуры рациона кормов бобовыми кормовыми культурами позволяет реально решить проблему недостатка растительного белка, поскольку, обладая сбалансированным белково-углеводным комплексом, смешанные посевы бобовых и злаковых трав являются важнейшим фактором повышения продуктивности полевого кормопроизводства [5].

Исследованиями ряда авторов [6,7] показано, что бобово-злаковые травосмеси в сравнении с одновидовыми посевами способны более эффективно использовать почвенно-климатический и биологический потенциал, они обладают более высокой продуктивностью, производимые корма в наибольшей степени сбалансированы по питательности при относительно низкой их себестоимости. При увеличении посевных площадей под посевами бобово-злаковых травосмесей многолетних трав необходимо исходить из того, что более предпочтительны люцерно-злаковые травосмеси, поскольку они формируют долголетние сбалансированные по элементам питания, энергонасыщенные корма [8].

Как известно, после взрыва на Чернобыльской АЭС территория ряда регионов юго-запада нечернозёмной области РФ, включая Брянскую область, подверглась загрязнению радиоактивными продуктами. Проведённое обследование загрязнённых территорий показало, что за временной период, прошедший с момента техногенной аварии, размеры площадей радиоактивно-загрязнённых сельскохозяйственных угодий из разряда загрязнённых (выше 37 кБк/м²) перешли в категорию условно-чистых (до 37 кБк/м²) в количестве 14,8%, или более 208,2 тыс. га, включая пашню около 178 тыс. га [8]. Оптимизация условий питания сельскохозяйственных растений является фактором повышения уровня их продуктивности, при этом особая роль при радиоактивном загрязнении территории принадлежит калийным удобрениям, в дозах, превышающих ранее рекомендованные [9, 10].

Цель исследований: научно обосновать эффективность применения фосфорно-калийного удобрения различной степени насыщенности при возделывании люцерны жёлтой в чистом виде и в смешанных посевах с мятликовыми многолетними травами при радиоактивном загрязнении агроценозов.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2021-2023 гг. в стационарном опыте Брянского государственного аграрного университета на дерново-подзолистой песчаной почве юго-запада Брянской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, песчаная. Мощность пахотного слоя 20-22 см, содержание органического вещества 1,8-2,1%, РН_{KCl} – содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 155-180 и 80-100 мг/кг почвы. Плотность загрязнения почвы цезием -137 – 243-324 кБк/м² (9-12 Ки/км²).

Экспериментально изучали следующие виды многолетних кормовых растений: люцерна жёлтая Павловская-7, кострец безостый – Воронежский-17, житняк гребневидный – Павловский-12. Продуктивность кормовых культур изучали в чистом одновидовом посеве и в двухкомпонентных травосмесях.

Норма высева люцерны 15 кг/га, костреца безостого – 24 кг/га, житняка гребнистого – 18 кг/га. Соотношение компонентов в травосмеси: 65% бобовые и 35% мятликовые.

При двухукосном использовании в первом укосе люцерну скашивали в фазу бутонизации начала цветения, злаковые травы – в фазе начала выметывания, травосмеси – в фазе бутонизации – начала цветения люцерны.

Посевная площадь опытной делянки – 30 м², учётной – 20 м². Опыт заложен в трехкратной повторности при систематическом расположении делянок. Схема опыта следующая: 1. Контроль (без удобрений). 2. Р₆₀К₁₂₀. 3. Р₆₀К₁₈₀. Формы минеральных удобрений: суперфосфат двойной гранулированный (48% Р₂О₅), калий хлористый (56% К₂О) (Меркелов О.А. Влияние фосфорно-калийного удобрения на урожайность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в отдаленный период после аварии на ЧАЭС // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XII международной научной конференции, Брянск, 17 марта 2015 года. Брянск: Брянский ГАУ, 2015. С. 337-342.*)

Уборку урожая на опытных делянках осуществляли сплошным поделяночным методом, учет урожая весовой, полевые и лабораторно-аналитические исследования проводили, руководствуясь следующими методиками: *Методика опытов на сенокосах и пастбищах*. М.: ВИК, 1971, 132 с.; *Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями*. Ч. 1. М.: ВНИИА, 1975, 167 с.; Ч. 2. М.: ВНИИА, 1983. 171 с.; Ч. 3. М.: ВНИИА, 1985. 131 с.; *Зоотехнический анализ кормов*. М.: Колос, 1981. 256 с.

Метеорологические условия в годы закладки опытов различались от среднемноголетних незначительно и в целом они были благоприятными для формирования урожаев кормовых культур.

Результаты исследований. В среднем за годы исследований при двухукосном использовании в контрольном варианте урожайность зелёной массы люцерны жёлтой составляла 32,8 т/га (табл. 1., рис. 1).

Поскольку люцерна жёлтая как многолетняя бобовая культура свою потребность в минеральном, азотном питании осуществляет за счёт протекания процесса азотфиксации, её продуктивность определялась наличием в достаточном количестве фосфорно-калийного удобрения, достигая максимума при внесении дозы $P_{60}K_{180}$. Мятликовые травы по уровню урожайности зелёной массы уступали люцерне жёлтой. Кострец безостый в сумме за два укоса в вариантах без применения азотного удобрения формировал урожайность порядка 16,6-24,6 т/га, урожайность зелёной массы житняка гребневидного по вариантам опыта изменялась от 19,3 до 27,9 т/га.

Таблица 1 – Урожайность зелёной массы чистых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от системы удобрения, т/га

Многолетние травы и их смеси	Вариант			Среднее по видам трав
	контроль	$P_{60}K_{120}$	$P_{60}K_{180}$	
Люцерна жёлтая	28,0	32,5	37,8	32,8
Кострец безостый	16,6	31,2	24,6	24,1
Житняк гребневидный	19,3	24,1	27,9	23,8
Люцерна+Кострец	34,6	38,0	41,7	38,1
Люцерна+Житняк	38,4	42,6	46,4	42,5
Среднее по фонам удобрений	27,4	33,7	35,7	32,3
Прибавка от удобрений	-	6,3	8,3	-

$HCP_{0,5}$ т/га общая – 2,6

$HCP_{0,5}$ т/га А - травосмесь – 1,2

$HCP_{0,5}$ т/га В - удобрения – 1,5

На рисунке 1 наглядно видна тенденция роста урожайности зелёной массы в зависимости от дозы вносимых удобрений. Так во всех схемах посевов наблюдается увеличение продуктивности относительно контрольного варианта. Если рассматривать средний показатель урожайности по всем травам, то наилучший результат представлен в последнем варианте (Люцерна+Житняк).

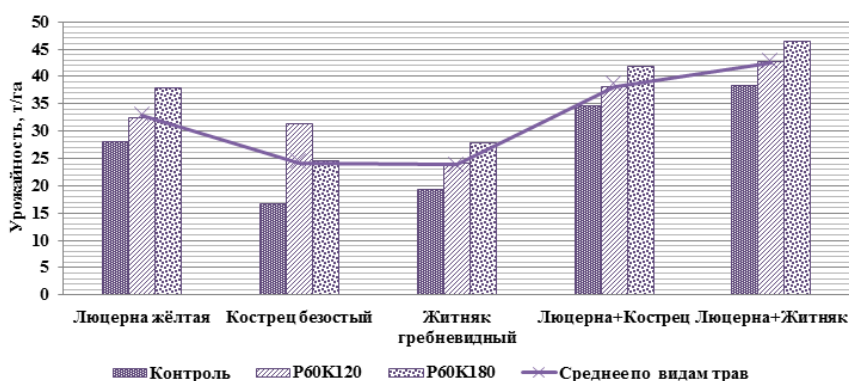


Рисунок 1 – Диаграмма продуктивности посевов многолетних трав в зависимости от системы удобрения, т/га

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в наших опытах по уровню продуктивности зелёной массы бобово-злаковые травосмеси в значительной степени превосходили одновидовые травостои мятликовых многолетних трав, поскольку люцерна жёлтая как бобовая культура свои потребности в азотном минеральном питании осуществляла посредством симбиотической азотфиксации клубеньковых бактерий. Это так же благоприятствовало, в определённой степени, азотному питанию злакового компонента травосмесей, в которых по уровню урожайности главенствующая роль принадлежит люцерно-житняковой травосмеси.

Оценку продуктивности изучаемых травосмесей осуществляли, используя такие показатели как величина сбора сырого белка, кормовых единиц и обменной энергии с единицы площади.

Так в контрольном варианте травосмесь люцерны жёлтой с кострцом безостым по величине сбора сырого протеина на 56,1% превышала одновидовой посев люцерны жёлтой при увеличении выхода кормовых единиц на 36,3%. При внесении возрастающих доз фосфорно-калийного удобрения отмечено заметное увеличение величины сбора сырого протеина, кормовых единиц и обменной энергии одновидовых, а так же смешанных посевов многолетних трав (табл. 2). Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе P₆₀K₁₈₀ наиболее высокой урожайностью отличалась травосмесь люцерны жёлтой и житняка гребневидного, при более низкой продуктивности смеси люцерны жёлтой с кострцом безостым. В среднем за годы исследований при двухукосном использовании величина сбора сырого протеина при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе P₆₀K₁₈₀ люцерно-житняковой травосмеси составлял 1,357 т/га, сбор кормовых единиц был на уровне 5450 тыс./га, а величина обменной энергии равнялась 83,4 ГДж/га.

Таблица 2 – Действие систем удобрения на продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав при двухукосном использовании (средняя за 2021-2023 гг.)

Многолетние травы и их смеси	Сухое вещество, т/га			Сырой протеин, т/га			Кормовые единицы, тыс/га			Обменная энергия, ГДж/га		
	контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₈₀	контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₈₀	контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₈₀	контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₈₀
Люцерна жёлтая	5,6	8,1	7,5	0,897	1,029	1,109	3140	3620	4000	46,8	54,3	61,5
Кострец безостый	3,8	6,5	5,3	0,394	0,498	0,592	2000	2630	3030	30,8	39,0	46,3
Житняк гребневидный	4,3	4,7	6,4	0,422	0,561	0,657	2500	3170	3680	36,4	45,8	54,2
Люцерна+Кострец	7,3	5,3	8,8	1,083	1,064	1,049	3800	4200	4510	58,6	64,8	70,3
Люцерна+Житняк	8,1	8,0	10,2	1,303	1,133	1,357	4290	4600	5450	65,8	73,8	83,4

НСР 0,5 общая – 0,16

НСР 0,5 удобрения – 0,07

НСР 0,5 культура – 0,09

Следует отметить, что продуктивность травосмеси люцерны жёлтой с житняком гребневидным при величине сбора сырого протеина 1,049 т/га, сборе кормовых единиц 4510 тыс. га и величине обменной энергии 70,3 ГДж/га была в значительной мере выше, чем двухкомпонентный травостой люцерны с кострцом безостым [10].

Лабораторно-аналитические исследования свидетельствуют о том, что за годы проведения опытов в среднем удельная активность цезия-137 в урожае сухого вещества люцерны жёлтой первого и второго укоса в контрольном варианте была выше норматива (400 Бк/кг).

Уровень удельной активности цезия-137 в сене мятликовых трав был значительно ниже, чем в корме из люцерны жёлтой (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние удобрений на изменение удельной активности цезия-137 в сене многолетних трав (воздушно-сухая масса) БК/кг (в среднем за 2021-2023 гг.)

Многолетние травы и их смеси	Контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₈₀
Люцерна жёлтая	1-й укос	470	243
	2-й укос	422	228
Кострец безостый	1-й укос	188	43
	2-й укос	163	40
Житняк гребневидный	1-й укос	176	37
	2-й укос	166	35
Люцерна+Кострец	1-й укос	373	220
	2-й укос	356	190
Люцерна+Житняк	1-й укос	364	216
	2-й укос	348	176

НСР 0,5 общая – 6 5

НСР 0,5 удобрения – 3 2

НСР 0,5 культура – 3 2

Примечание: допустимый уровень удельной активности цезия-137 согласно нормативу ВП 13.5.13/06-01 составляет 400 Бк/кг.

Установлено, что удельная активность цезия-137 в контрольном варианте в корме, основанном люцерно-злаковыми травостоями оказалась выше, чем в корме, полученном на основе одновидовых посевов многолетних трав, но в тоже время его удельная активность не превышала норматив (400 Бк/кг). Применение фосфорно-калийного удобрения уменьшала удельную активность цезия-137 в корме, полученном из одновидовых посевов, а так же смешанных бобово-злаковых травосмесей относительно контроля. Итоговые данные показывают то, что величина наименьшей удельной активности ^{137}Cs в корме было отмечено при применении фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Заключение. На основании вышеизложенного, можно кратко констатировать, что в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистых песчаных почв люцерны жёлтой, возделываемая в одновидовом посеве в среднем за годы исследований при двухукосном использовании по уровню урожайности зелёной массы превосходила травостой многолетних мятликовых трав костреца безостого и житняка гребневидного при применении фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ соответственно на 26,5-27,4%. Следует отметить, что более высокую продуктивность формировали смешанные посевы люцерны жёлтой [14] с многолетними мятликовыми травами кострецом безостым и житняком гребневидным при двухукосном использовании на фоне внесения фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{180}$, при получении максимального урожая зелёной массы порядка 42,5 т/га люцерно-житняковой травосмеси. Достоверно установлено, что при двухукосном использовании двухкомпонентных травосмесей люцерны жёлтой и многолетних мятликовых трав костреца безостого и житняка гребневидного получение нормативно чистого корма по удельной активности в нём ^{137}Cs способствует применение фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Список источников

1. Динамика содержания ^{137}Cs в кормах сельскохозяйственных животных в районах Брянской области, пострадавших после аварии на ЧАЭС / С.В. Фесенко, П.В. Прудников, Н.Н. Исамов, Е.С. Емлютина, И.Э. Епифанова, О.А. Шубина // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 1. С. 104-119.
2. Динамика снижения содержания ^{137}Cs в кормовых культурах в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / С.В. Фесенко, П.В. Прудников, Н.Н. Исамов, Е.С. Емлютина, И.Е. Титов // Радиационная биология. Радиоэкология. 2022. Т. 62, № 2. С. 185-195.
3. Радиозэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на чернобыльской АЭС / А.В. Панов, П.В. Прудников, И.Е. Титов, В.В. Кречетников, А.Н. Ратников, О.А. Шубина // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 1. С. 25-35.
4. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ^{137}Cs на территории юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.М. Белоус, П.В. Прудников, А.М. Щеглов, Е.В. Смольский, И.Н. Белоус, А.Л. Силаев // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2019. Т. 28, № 3. С. 36-46.
5. Биовынос ^{137}Cs из почвы многолетними мятликовыми травами в связи с минеральным питанием и доступностью почвенной влаги / С.М. Пакшина, В.Ф. Шаповалов, С.Ф. Чесалин, Е.В. Смольский, В.Б. Коренев // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 4. С. 832-841.
6. Бельченко С.А., Дьяченко О.В., Дронов А.В. Влияние минеральных удобрений на изменение биохимического состава гетерогенных посевов люцерны изменчивой с мятликовыми травами на серых лесных почвах центрального региона России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 22-27.
7. Радиозэкологическая оценка калийных удобрений в кормопроизводстве в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / С.Ф. Чесалин, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, Е.В. Смольский, Л.П. Харкевич // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 90-94.
8. Развитие АПК и оказание государственной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Ф. Шаповалов, С.Н. Поцепа // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник статей X Международной научно-практической конференции. 2019. С. 35-41.
9. Агроэкологическая оценка формирования урожайности и качества люцерно-мятликовых травосмесей в условиях радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой почвы / В.Ф. Шаповалов, С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.В. Дьяченко // Кормопроизводство. 2022. № 4. С. 7-12.
10. Дьяченко О.В. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных полевых агроценозов люцерны изменчивой и многолетних мятликовых трав в юго-западной части Центрального региона РФ: дис. ... кан. с.-х. наук: 06.01.01. Брянск, 2020. 167 с.

Информация об авторах:

О.Д. Ситнов – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.Ф. Шаповалов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.М. Милютинa – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

O.D. Sitnov - Postgraduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

V.F. Shapovalov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

E.M. Milyutina - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, Information Systems and Technologies, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 31.05.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 30.07.2024 .

The article was submitted 31.05.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 30.07.2024 .

© Ситнов О.Д., Шаповалов В.Ф., Милютинa Е.М.

Научная статья

УДК 631.8:631.559:633.14

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ

¹Николай Максимович Белоус, ¹Галина Петровна Малявко, ¹Игорь Николаевич Белоус,¹Виктор Федорович Шаповалов, ²Людмила Петровна Харкевич¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия²Новozybkovская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
Брянская область, Опытная станция, Россия

Аннотация. В период с 1993 по 2013 год в условиях длительного стационарного опыта Новozybkovской государственной сельскохозяйственной опытной станции – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» исследовали действия системы удобрения, средств защиты растений, регулятора роста на урожайность и качество зерна озимой ржи сорта Пуховчанка. Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная с содержанием органического вещества – 1,7-2,4%; рН_{KCL} – 6,3-6,9; подвижного фосфора и калия соответственно 284-383 и 47-173 мг/кг. Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs 576-738 кБк/м². Нами установлено, что наиболее высокая урожайность зерна озимой ржи формировалась при применении минерального удобрения N₁₄₀P₆₀K₁₂₀; N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + пестициды и N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + пестициды и регулятор роста Гумистим 1,95; 2,29 и 2,63 т/га соответственно. Дальнейшее повышение доз минерального удобрения снижает урожайность, что объясняется депрессирующим влиянием высоких доз минерального удобрения в засушливые годы, а также полеганием растений в годы с обильными осадками в период созревания. Повышение дозы минерального удобрения совместно с пестицидами и регулятором роста способствовало повышению содержания белка в зерне озимой ржи. Применяемые системы удобрения не выявили существенных негативных аномалий в зерне озимой ржи, а средства химизации, применяемые в оптимальные сроки и в оптимальных дозах не накапливали тяжелых металлов в товарной части урожая озимой ржи в количествах превышающих допустимый уровень. Максимальная урожайность зерна озимой ржи 2,63 т/га отмечена на варианте N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + пестициды и регулятор роста с содержанием белка 12,9 %, нитратов – 53,8 мг/кг, при этом содержание тяжелых металлов и ¹³⁷Cs не превышало допустимые уровни.

Ключевые слова: система удобрения, пестициды, регулятор роста, озимая рожь, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Система удобрения как фактор повышения урожайности и качества зерна озимой ржи / Н.М. Белоус, Г.П. Малявко, И.Н. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Л.П. Харкевич // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 15-20.

Original article

FERTILIZER SYSTEM AS A FACTOR OF INCREASING YIELDS AND QUALITY OF WINTER RYE GRAIN

¹Nikolay M. Belous, ¹Galina P. Malyavko, ¹Igor N. Belous, ¹Viktor F. Shapovalov,²Lyudmila P. Kharkevich¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia²Novozybkov AES –the branch of FRC «All-Russia Williams Fodder Research Institute»,
Bryansk Region, Experimental Station, Russia

Abstract. In the period from 1993 to 2013, under conditions of long-term stationary experiment of the Novozybkov State Agricultural Experimental Station - a branch of the Federal Research Center «All-Russia Williams Fodder Research Institute», the effects of a fertilizer system, plant protection products, a growth regulator on the yields and quality of winter rye grain of the Pukhovchanka variety were investigated. The soil of the experimental site was sod-podzolic sandy with an organic matter content of 1.7-2.4%; pH_{KSL} – 6.3-6.9; mobile phosphorus and potassium – 284-383 and 47-173 mg/kg, respectively. The density of soil contamination with ¹³⁷Cs was 576-738 kBq/m². We found that the highest grain yields of winter rye was formed when using mineral fertilizers N₁₄₀P₆₀K₁₂₀; N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + pesticides and N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + pesticides and a growth regulator Gumistim 1.95; 2.29 and 2.63 t/ha, respectively. A further increase in the doses of mineral fertilizer reduced yields, which was explained by depressant effect of high doses of mineral fertilizer in dry years, as well as by the lodging of plants in years with heavy rainfall during the ripening period. An increase in the dose of mineral fertilizers, together with pesticides and a growth regulator, contributed to an increase in the protein content of winter rye grain. The applied fertilizer systems did not reveal significant negative anomalies in the winter rye grain, and the chemicals used at the optimal time and in optimal doses did not accumulate heavy metals in the commercial part of the winter rye yield above the permissible level. The maximum yields of winter rye grain of 2.63 t/ha was noted on the variant

$N_{140}P_{60}K_{120}$ + pesticides and the growth regulator with the protein content of 12.9%, nitrates – 53.8 mg/kg, while heavy metals and ^{137}Cs content was not above the permissible levels.

Keywords: fertilizer system, pesticides, growth regulator, winter rye, yields, grain quality.

For citation: Fertilizer system as a factor of increasing yields and quality of winter rye grain / N.M. Belous, G.P. Malyavko, I.N. Belous, V.F. Shapovalov, L.P. Kharkevich // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 15-20.

Введение. Озимая рожь является совершенным сырьем для производства здорового и профилактического питания. Зерно озимой ржи характеризуется повышенным содержанием природных антиоксидантов, содержит полноценные белки, витамины, аминокислоты, крахмал, жир и другие вещества. Озимая рожь по сравнению с пшеницей более устойчива к накоплению микотоксинов, менее требовательна к внесению удобрений и обработке ядохимикатами, её высокая адаптационная способность позволяет получать стабильный урожай зерна во многих регионах страны [1,2].

Материалы и методы исследований. В период с 1993 по 2013 годы, нами проведены исследования в длительном стационарном опыте Новозыбковской государственной сельскохозяйственной опытной станции – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в севообороте: картофель-овес-люпин на зеленую массу – озимая рожь по изучению влияния систем удобрения, средств защиты растений, регулятора роста на урожайность и качество зерна озимой ржи.

Объект исследований – сорт озимой ржи Пуховчанка. Включен в Госреестр по Центральному региону (3) с 1985 года. Оригинатор Белорусский НИИ земледелия и кормов.

Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная с содержанием органического вещества (по Тюрину) - 1,7-2,4%; $pH_{ксл}$ – 6,3-6,9; Hr – 0,56-0,79 ммоль на/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 7,2-10,8 ммоль/100 г почвы, содержание подвижного фосфора 284-383, подвижного калия – 47-173 мг/кг почвы. Плотность загрязнения почвы опытного участка ^{137}Cs 576-738 кБк/м².

Повторность опыта трехкратная, посевная площадь опытной делянки – 90 м², учетной – 70 м².

Расположение делянок систематическое. Норма высева – 5,5 млн. всхожих семян на 1 га, способ посева рядовой, срок посева – третья декада августа. Агротехника возделывания озимой ржи общепринятая для Брянской области.

В качестве органического удобрения использовали подстилочный навоз крупного рогатого скота следующего химического состава: влажность 77,9; азот – 0,58; фосфор – 0,29; калий – 0,64 %. Всю расчетную дозу органического удобрения вносили весной под первую культуру севооборота – картофель. В качестве минерального удобрения применяли аммиачную селитру, суперфосфат двойной гранулированный, калий хлористый. Фосфорные удобрения вносили осенью в предпосевную культивацию почвы. Азотные и калийные удобрения вносили дробно: $N_{60}K_{60}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{30}K_{30}$ весной при возобновлении вегетации; $N_{140}K_{120}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева + $N_{70}K_{90}$ весной при возобновлении вегетации + N_{40} в фазу выхода в трубку); $N_{210}K_{180}$ ($N_{30}K_{30}$ до посева + $N_{90}K_{150}$ весной при возобновлении вегетации + N_{90} в фазу выхода в трубку).

Система защиты растений предусматривала применение следующих пестицидов и регулятора роста: Фундазол 50% с.п. – 0,5 кг/га осенью в фазу кущения против снежной плесени; ЦеЦеЦе 750, ВРК – 1,2 л/га, Байлетон 25% с.п. – 0,7 кг/га, Кампозан М – 5,5 л/га в фазу выхода в трубку – колошение против грибковых болезней и полегания; Децис 25% к.э. - 0,4 л/га в фазу цветения против вредителей.

Обработку посевов биопрепаратом Гумистим проводили в фазу полного кущения 6,2 л/га. Биопрепарат Гумистим производство ООО ССХП «Женьшень» в своем составе содержит все компоненты, витамины, макро – и микроэлементы в форме биодоступных органических соединений. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием в его составе природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника дождевого червя в процессе вермикомпостирования.

Учет урожайности озимой ржи проводили сплошным методом поделочно и приводили к стандартной влажности зерна – 14% ГОСТ 13586.5-2015. Результаты обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым методикам в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ. Качество зерна определяли следующими стандартными методами: отбор проб, выделение посевов для определения показателей качества зерна – ГОСТ 13586.3-2015, содержание свинца и кадмия – ГОСТ 33824-2016, белка – ГОСТ Р-54607.7-2016, радионуклидов, аминокислот ГОСТ 7176-2017.

Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований существенно различались. Наиболее благоприятными для роста и развития растений озимой ржи были 1993, 2002, 2006, 2011, умеренными – 1995, 1996, 1998, 2001, 2004, неблагоприятными 2000, 2003, 2007, 2010, 2013 гг.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что совместное применение органического, минерального удобрения, пестицидов и регулятора роста существенно повышало урожайность зерна озимой ржи. Выявлено, что урожайность зерна озимой ржи изменялась от 0,65 т/га на контроле до 2,63 т/га в варианте $N_{140}P_{60}K_{120}$ совместно с пестицидами и регулятором роста (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна озимой ржи (среднее за 1993-2013 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка, т/га		
	без пестицидов	с пестицидами	с регулятором роста	от удобрения	от пестицидов	от регулятора роста
Контроль	0,65	-	-	-	-	-
Последствие навоза 80 т/га навоза	0,89	-	-	+0,24	-	-
Последствие навоза 40 т/га навоза + $N_{70}P_{30}K_{60}$	1,52	2,16	2,47	+0,87	+1,08	+0,43
$N_{70}P_{30}K_{60}$	1,42	1,61	2,02	+0,77	+0,19	+0,41
$N_{140}P_{60}K_{120}$	1,95	2,29	2,63	+1,30	+0,34	+0,34
$N_{210}P_{90}K_{180}$	1,67	2,39	2,51	+1,02	+0,72	+0,12
HCP_{05}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

От последствия 80 т/га подстилочного навоза на 4-й культуре плодосменного севооборота – урожайность зерна озимой ржи в среднем за 21 год составила 0,89 т/га. Следует отметить, что доза подстилочного навоза 80 т/га внесенного под первую культуру севооборота – картофель проявила свое последствие в течение всей ротации севооборота.

Более высокая урожайность зерна озимой ржи 1,52 т/га получена от сочетания половинной дозы подстилочного навоза 40 т/га в последствии и минерального удобрения в дозе $N_{70}P_{30}K_{60}$, эквивалентного по количеству питательных веществ в 40 т/га навоза. Здесь проявлялся эффект сочетания последствия органического удобрения и минерального удобрения до конца ротации севооборота.

От применения минерального удобрения в дозе $N_{70}P_{30}K_{60}$ урожайность зерна озимой ржи составила 1,42 т/га, прибавка к контролю +0,77 т/га.

Наиболее высокая урожайность зерна озимой ржи 1,95 т/га получена от применения минерального удобрения в дозе $N_{140}P_{60}K_{120}$.

Дальнейшее повышение доз минерального удобрения до $N_{210}P_{90}K_{180}$ понизило урожайность до 1,67 т/га. Это объясняется депрессирующим влиянием высоких доз минерального удобрения в засушливые годы, а также полеганием растений в годы с обильными осадками в период созревания.

Совместное применение удобрения с пестицидами существенно повышало урожайность зерна озимой ржи. В варианте $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды и варианте $N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды получена урожайность зерна озимой ржи 1,61 и 2,39 т/га соответственно, прибавка составила 0,19 и 0,72 т/га. Это объясняется снижением засоренности посевов, уменьшением поражения растений озимой ржи болезнями и повреждением вредителями.

Важнейшим условием повышения урожайности и устойчивости земледелия является применение регулятора роста. Регуляторы роста растений применяют на всех стадиях развития сельскохозяйственных культур. Они оказывают существенное влияние на ростовые и физиологические процессы, происходящие в растениях, ускоряют рост и развитие, их созревание, предотвращают полегание, защищают от вредителей, болезней, сорняков и сокращают потери при уборке урожая [3,4,5].

Нашими исследованиями установлено, что применение системы удобрения в комплексе с пестицидами и регулятором роста улучшало рост и развитие растений озимой ржи, что способствовало повышению урожайности зерна. Наиболее высокая урожайность зерна озимой ржи 2,63 т/га сформировалась в варианте $N_{140}P_{60}K_{120}$ +пестициды+регулятор роста.

Качество сельскохозяйственной продукции во многом зависит от применения органических, минеральных удобрений, стимуляторов роста и их сочетания, а также технологий возделывания и погодно-климатических условий [6,7,8].

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что озимая рожь, выращиваемая в плодосменном севообороте по люпиновому пару, характеризовалась сравнительно высоким содержанием белка в зерне практически по всем вариантам опыта (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание нитратов, белка, ^{137}Cs и тяжелых металлов в зерне озимой ржи (среднее за 1993-2013 гг.)

Показатель Вариант	Нитраты, мг/кг	Белок, %	^{137}Cs , Бк/кг	Тяжелые металлы, мг/кг			
				Cu	Pb	Zn	Cd
Контроль	49,9	11,6	82,4	3,94	0,11	19,0	0,01
Последствие навоза 80 т/га (на 3 – й год)	52,6	12,0	48,3	3,59	0,12	17,70	0,01
Последствие навоза 40 т/га + $\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$	54,8	12,0	35,6	3,16	0,09	16,87	0,01
$\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$	52,7	11,8	35,7	3,05	0,07	12,87	0,01
$\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	57,0	12,4	30,7	2,88	0,07	13,49	0,09
$\text{N}_{210}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$	61,7	12,4	32,3	2,97	0,07	14,83	0,01
Последствие навоза 40 т/га + $\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ +пестициды	55,7	11,7	31,8	3,0	0,10	15,77	0,01
$\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ + пестициды	53,2	11,8	34,1	2,95	0,07	13,62	0,01
$\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + пестициды	56,5	12,0	29,5	2,92	0,07	15,11	0,01
$\text{N}_{210}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ + пестициды	61,3	12,1	24,3	3,11	0,08	16,78	0,01
Последствие 40 т/га навоза на 3-й культуре + $\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ +пестициды + регулятор роста	53,7	12,8	17,3	-	-	-	-
$\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ + пестициды + регулятор роста	53,4	12,7	15,6	-	-	-	-
$\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + пестициды + регулятор роста	53,8	12,9	14,9	-	-	-	-
$\text{N}_{210}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ + пестициды + регулятор роста	55,6	13,2	15,2	-	-	-	-

Комплексное применение средств химизации (удобрения, пестициды, регулятор роста) способствовало более активному протеканию синтетических процессов за счет улучшения развития растений и, как следствие повышению урожайности зерна озимой ржи и сбора белка с единицы площади. Наиболее высокое содержание белка в зерне озимой ржи 13,2% отмечено в варианте $\text{N}_{210}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ совместно с пестицидами и регулятором роста, низкое 11,6% на контроле без удобрения. Органическая и органоминеральная системы удобрения оказалась менее эффективны. Повышение дозы азота в составе полного минерального удобрения с N_{70} до N_{120} совместно с пестицидами и регулятором роста способствовало повышению содержания белка в зерне озимой ржи. Это объясняется процессом замедления роста растений озимой ржи и увеличения концентрации азота в генеративных органах.

Содержание остаточного количества нитратов в зерне озимой ржи во все годы исследования не превышало ПДУ как для фуражного зерна озимой ржи (300 мг/кг), так и для пищевого использования (93 мг/кг), которое по вариантам опыта, колебалось в пределах от 49,9 мг/кг на контроле до 61,7 мг/кг в варианте $\text{N}_{210}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$. Отмечена тенденция к повышению содержания нитратов под влиянием возрастающих доз минерального удобрения.

В годы с избыточным количеством осадков (1994, 1997, 2005, 2007) содержание нитратов в зерне озимой ржи было выше -75-92 мг/кг чем в засушливые (1999, 2000, 2010, 2013) – 1,9-2,9 мг/кг. Пестициды и регулятор роста оказали незначительное влияние на содержание нитратов в зерне озимой ржи.

Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды и соответственно производимой продукции являются тяжелые металлы с удельным весом 4,5 г/см³. Среди тяжелых металлов одно из первых мест по токсичности занимают свинец и кадмий [9].

Нашими исследованиями выявлено, что от применяемых систем удобрения и средств защиты растений содержание свинца в зерне озимой ржи не превышало предельно допустимых значений. Следует отметить, что содержание свинца имело тенденцию к увеличению по органической системе удобрения относительно контроля. Минеральная система удобрения способствовала снижению содержание свинца до 0,07-0,08 мг/кг.

Содержание кадмия в основной продукции озимой ржи было значительно ниже ПДУ и варьировало от 0,01 на контроле до 0,09 в варианте $\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (ПДУ 0,1 мг/кг).

Концентрация меди в зерне озимой ржи изменялась от 3,94 на контроле до 2,88 мг/кг в варианте $\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ и имела тенденцию к снижению в вариантах с применением удобрения и удобрения и средств защиты относительно контроля.

Максимальное содержание цинка в зерне озимой ржи 19,0 мг/кг отмечено на контроле, минимальное 12,87 мг/кг в варианте $\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$. Применяемые системы удобрения не привели к негативным изменениям в зерне озимой ржи, а средства химизации, применяемые в оптимальные сроки и в оптимальных дозах не накапливали тяжелых металлов в товарной части урожая озимой ржи в количествах превышающих ПДУ.

Сельскохозяйственные угодья Брянской области и Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции подверглись радиоактивному загрязнению [10,11]. В связи с этим применение конгрмер при ведении сельскохозяйственного производства должно быть направлено на ликвидацию последствий аварии на ЧАЭС и получение нормативно чистой продукции, соответствующей СанПиН 2.3.2.560-96, ТРТС 021/2011.

Важнейшим показателем качества зерна озимой ржи в условиях радиоактивного загрязнения почвы является содержание радионуклидов в полученной продукции. Система удобрения должна быть направлена не только на повышение плодородия почвы и обеспечения высокого урожая, но и на снижение накопления радионуклидов в полученной продукции.

Самое высокое содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи 82,4 Бк/кг отмечено на контроле без удобрения, что превышало санитарно-гигиенический норматив (СанПиН 2.3.2.10078-01) для продовольственного зерна 60 Бк/кг. Внесение подстилочного навоза в дозе 80 т/га под первую культуру плодосменного севооборота (картофель, овес, люпин на зеленый корм, озимая рожь) в среднем за 21 год позволило снизить содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 1,7 раза, органоминеральная система удобрения (40 т/га навоза + $\text{N}_{70}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$) способствовала снижению – в 2,3 раза.

Минеральная система удобрения снижала содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 2,3-2,7 раза. Совместное применение минеральной и органоминеральной системы удобрения с пестицидами снижало содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 2,4-3,4 раза.

Комплексное применение удобрения с пестицидами и регулятором роста позволило получать стабильно высокий урожай нормативно чистого зерна озимой ржи и снизить содержание ^{137}Cs в 4,8-5,5 раза. Наименьшая удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой ржи 14,9 Бк/кг отмечена в варианте $\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ + пестициды + регулятор роста.

Выводы. В результате длительных исследований (21 год) выявлено, что комплексное применение удобрений в дозе $\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ с пестицидами и регулятором роста Гумистим позволяет получать урожайность зерна озимой ржи 2,63 т/га, способствует повышению содержания белка и снижению содержания ^{137}Cs в получаемой продукции.

Список источников

1. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Значение озимой ржи для сохранения природного агроэкологического баланса и здоровья человека (обзор) // Теоретические проблемы экологии. 2020. № 1. С. 14-20.
2. Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве, в зависимости от применяемых средств химизации / Н.Н. Андрияшина, И.Н. Белоус, В.Н. Адамко и др. // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 98-103.
3. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3 (27). С. 36.
4. Шаповал О.А., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Защита и карантин растений. 2019. № 4. С. 9-14.
5. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Эффективность применения синтетических регуляторов роста класса цитокининов на сельскохозяйственных культурах // Плодородие. 2023. № 6 (135). С. 38-42.
6. Малявко Г.П., Белоус И.Н., Шаповалов В.Ф. Эффективность агрохимических средств при возделывании озимой ржи на техногенно загрязненной почве // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 6 (76). С. 3-8.
7. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна / И.Н. Белоус, Л.П. Харкевич, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3 (57). С. 3-8.
8. Алиев А.М., Старостина Е.Н., Ивашенков Г.А. Комплексное применение средств химизации и их влияние на урожайность и качество зерновых культур в севообороте Центрального Нечерноземья // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 26-28.
9. Селюкова С.В. Тяжелые металлы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т 34, № 8. С. 85-92.
10. Проблемы ведения животноводства после аварии на Чернобыльской АЭС: радиационная обстановка, защитные мероприятия / Н.И. Санжарова, С.В. Фесенко, Н.Н. Исамов, П.Н. Цыгвинцев, О.С. Губарева // Ветеринария и кормление. 2020. № 2. С. 41-45.
11. Авария на Чернобыльской АЭС: защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве / С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова, Н.Н. Исамов, О.А. Шубина // Радиационная биология. Радиозология. 2021. Т. 61, № 3. С. 261-276.

Информация об авторах:

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

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

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

В.Ф. Шаповалов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Л.П. Харкевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Information about the authors:

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

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

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

V.F. Shapovalov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University.

L.P. Kharkevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Novozybkov AES –the branch of FSC «All-Russia Williams Fodder Research Institute».

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 05.07.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 30.07.2024 .

The article was submitted 05.07.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 30.07.2024 .

© Белоус Н.М., Малявко Г.П., Белоус И.Н., Шаповалов В.Ф., Харкевич Л.П.

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

Научная статья
УДК 633.15

**УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ
ГЕНОТИПОВ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

**Татьяна Анатольевна Наливайко, Владимир Ефимович Ториков,
Ольга Владимировна Мельникова, Александр Викторович Дронов, Виктор Васильевич Ланцев**
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Наибольшую урожайность зеленой массы сформировали гибриды фирмы «Сингента», Амбатор - 71,2 и Эвора - 64,6, Абелардо - 58,5, Импульс - 57,9 т/га, тогда как гибриды компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 – по 50,96 и 45,04 т/га. Наибольшую урожайность зерна обеспечили гибриды компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 – 16,64 и 15,62 т/га, гибриды фирмы «Сингента» Амбатор и Абелардо – 11,89 и 10,21 т/га, соответственно. На величину биологической урожайности в большей степени оказало влияние «озерненность початков» и «масса 1000 зерен». У гибридов компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 масса 1000 зерен составила в среднем 325-310 гр., тогда как Чорнитос, Импульс и Эвора отличалось невысокой массой 1000 зерен – 257 и 258 гр. Они обеспечили урожайность зерна – по 9,98 и 9,96 т/га, а гибрид Эвора – 9,07 т/га. По содержанию сухого вещества, сырого протеина, крахмала и его сбору выгодно отличался гибрид Абелардо. Гибриды компании «Росагротрейд», имея высокую зерновую продуктивность, сформировали зерно с низкими показателями его качества и выходом крахмала с 1 га. Гибриды КСС 7270 и КСС 2290 имели самые низкие качественные параметры зерна. Результаты изучения гибридов кукурузы фирмы «Сингента» в ООО «Брянская мясная компания» показали, что гибриды Aladium, НК SY Nobator и НК Falkone сформировали урожайность зерна - 11,28; 11,42 и 11,48 т/га, соответственно, тогда как Unitop и НК Гитаго – 8,86 и 8,08 т/га. Полученная урожайность зерна напрямую коррелировалась с показателями «масса 1000 зерен» ($r=0,836$) и «среднее количество зерен в початке» ($r=0,561$). Показатели «среднее количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» проявили одинаковую зависимость между величиной ФАО ($r=0,802$). Между «средним количеством зерен в початке» и «масса зерен в початке» наблюдалась тесная корреляционная зависимость ($r=0,802$).

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

Для цитирования: Урожайность гибридов кукурузы различных генотипов в изменяющихся условиях произрастания / Т.А. Наливайко, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, А.В. Дронов, В.В. Ланцев // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 21-27.

Original article

CORN HYBRID YIELDS OF VARIOUS GENOTYPES IN CHANGING GROWING CONDITIONS

**Tat'yana A. Nalivaiko, Vladimir E. Torikov, Ol'ga V. Mel'nikova, Aleksandr V. Dronov,
Viktor V. Lantsev**

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The highest yields of green mass were formed by hybrids Ambador - 71.2 and Evora - 64.6, Abelardo - 58.5, Impuls - 57.9 t/ha of «Syngenta» company, while hybrids Galifaks and KSS 7270 – 50.96 and 45.04 t/ha of «Rosagrotrade» company. The highest grain yields was provided by hybrids Galifaks and KSS 7270 – 16.64 and 15.62 t/ha of «Rosagrotrade» company, hybrids Ambador and Abelardo – 11.89 and 10.21 t/ha, respectively, of «Syngenta» company. The value of biological yields was influenced to a greater extent by the "grain content of the cobs" and the "mass of 1000 grains". The hybrids Galifaks and KSS 7270 of «Rosagrotrade» company had an average mass of 1000 grains of 325-310 grams, while Chornitos, Impuls and Evora had a low mass of 1000 grains – 257 and 258 grams. They provided grain yields of 9.98 and 9.96 t/ha, and the Evora hybrid – 9.07 t/ha. The Abelardo hybrid was favourably distinguished by the content of dry matter, crude protein, starch and its collection. The hybrids of «Rosagrotrade» company, having high grain productivity, formed grain with low quality indicators and starch yield from 1 ha. The hybrids KSS 7270 and KSS 2290 had the lowest grain quality parameters. The results of the study of the corn hybrids of «Syngenta» company in LLC «Bryansk Meat Company» showed that the hybrids Aladium, HK SY Nobator and NK Falkone formed grain yields of 11.28, 11.42 and 11.48 t/ha, respectively, while Unitop and HK Gitago - 8.86 and 8.08 t/ha. The resulting grain yields was directly correlated with the indicators "weight of 1000 grains" ($r=0.836$) and "average number of grains on the cob" ($r=0.561$). The indicators "average number of grains on the cob" and "weight of grains on the cob" showed the same relationship between the FAO value ($r=0.802$). There was a close correlation ($r=0.802$) between the "average number of grains on the cob" and the "mass of grains on the cob".

Keywords: corn, hybrids, yields, green mass, grain, feeding value.

For citation: Corn hybrid yields of various genotypes in changing growing conditions / T.A. Nalivaiko, V.E. Torikov, O.V. Mel'nikova, A.V. Dronov, V.V. Lantsev // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 21-27.

Введение. В современном растениеводстве особый интерес вызывают гибриды с высоким генетическим потенциалом урожайности и ее стабильности в изменяющихся условиях произрастания. За последние годы уменьшились периоды похолодания и наблюдается более интенсивное потепление климата. На этом фоне наблюдается смещение среднегодовой температуры воздуха в сторону увеличения: в умеренной зоне на $+0,8^{\circ}\text{C}$, в тропической зоне - на $+0,5^{\circ}\text{C}$. Это обострило проблемы современного сельскохозяйственного производства, связанные с региональными водными ресурсами. Лимитирующим условием в период вегетации кукурузы при условии непрерывного водоснабжения является температура. В случае периодически повторяющихся засушливых циклов наблюдается увядание на клеточном уровне (плазмолиз) и гибель растений кукурузы [1,2].

Повлиять на эту ситуацию возможно не только за счет повышения всхожести семян, но и благодаря способности культуры в засуху запускать агробиологический механизм эффективного использования влаги. Так в настоящее время на рынок поступают высокопродуктивные гибриды кукурузы с более эффективным использованием влаги, листья у которых широколинейные, покрыты восковым налетом, а с верхней стороны опушены. Влагалище листа плотно охватывает стебель и имеет большое значение в жизни растения: охраняет от попадания влаги, болезней и вредителей во внутрь стебля; она направляет капли дождя и «конденсационной влаги» по стеблю к воздушным корням и в почву. «Конденсационная влага» образуется в конце лета за счет резкой смены температуры воздуха днем и ночью. Капельки воды оседают на поверхности пластинок листа и стекают к корням кукурузы. Эта влага значительно восполняет водный режим растений в засушливых условиях [3,4].

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

В процессе селекционной работы ученые особое внимание уделяют биохимической способности гибридов эффективно использовать доступную влагу для получения максимального урожая высокого качества, как в благоприятных, так и в стрессовых погодных условиях. За последние годы созданы и внедряются в производстве гибриды, устойчивые к болезням, эффективно использующие питательные вещества и выносливые к засухе [5].

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

Все новые гибриды должны обладать следующими преимуществами:

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

Цель исследований – изучение хозяйственно-биологические параметров гибридов кукурузы различных генотипов в изменяющихся агрометеорологических условиях произрастания.

Материалы и методы исследования. Научно-исследовательская работа проводилась в плодосменном севообороте на опытном поле Брянского ГАУ. Почва опытного поля - серая лесная, среднесуглинистая, хорошо окультуренная, сформирована на карбонатных лессовидных суглинках. Мощность гумусового горизонта 26-28 см, содержание гумуса 3,6-3,8% (по Тюрину).

Почва характеризуется высокой степенью насыщенности основаниями 85,6% (по Каппену и Гельковицу), высокой обеспеченностью подвижным фосфором 216-226 мг P_2O_5 (по Кирсанову) и средней обеспеченностью обменным калием 156-196 мг K_2O на 1кг почвы (по Кирсанову). Обеспе-

ченность доступными формами таких микроэлементов, как молибден, цинк, кобальт - слабая. Реакция почвенного раствора на уровне 5,6-5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) - 2,63 мг-экв. на 100 г почвы.

Структура почвы комковато-зернистая, переходящая в верхнем слое в комковато - пылеватую, способную сильно заплывать после дождей.

В годы проведения полевых опытов было выявлено, что среднегодовое количество осадков колебалось от 550 до 650 мм, средняя температура наиболее теплого месяца июля составляла +20-21 градус (табл. 1).

Таблица 1 - Агрометеоусловия в весенне-летний период вегетации

Месяц	Осадки, мм	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %
Апрель	96,1 – 96,2	14,97 – 14,99	71,3 - 71,5
Май	50,6 – 50,7	20,38 – 20,38	53,0 - 53,2
Июнь	90,3 – 91,2	21,04 - 21,04	52,2 - 55,3
Июль	54,1 – 54,3	21,83 – 21,84	58,4 - 58,6
Август	75,0 – 75,2	14,94 - 14,95	67,3 - 67,4
Сентябрь	44,2 – 44,3	12,64 – 12,64	50,7 - 50,8
Октябрь	69,1 - 69,2	6,09 – 6,09	54,0 - 54,2

Оценивая агроклиматические ресурсы Брянской области, следует отметить высокую влагообеспеченность и недостаточное количество тепла, особенно прямой солнечной радиации, что ограничивает величину биологическую продуктивность гибридов кукурузы зернового направления.

Кроме того, в эти годы были проведены производственные полевые опыты по изучению гибридов кукурузы фирмы «Сингента» на территории Выгоничского района в ООО «Брянская мясная компания» АФ «Мираторг».

Предшественником кукурузы во все годы исследований была озимая пшеница. Посев проводили в период с 5 по 6 мая с нормой высева 1,1 п.е. на 1 га с густотой 85 тыс. штук семян на 1 га. Продолжительность вегетационного периода составляла 180-190 дней.

Технологические операции включали – зяблевую вспашку оборотным плугом на 27-28 см, внесение диаммифоски по 250 кг/га и культивацию на глубину 17-18 см. Весной проводили внесение аммиачной селитры по 350 кг/га, предпосевная культивация осуществлялась на глубину 14-16 см, посев - сеялкой Матермак 16 рядковой на глубину 5 см.

Система защиты посевов от сорной растительности включала гербицид Люмакс – 4 л/га или Фултайм 1,2 л/га.

Полевые исследования осуществляли согласно Методическим рекомендациям по проведению опытов с кукурузой (*Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 36 с*), методики государственного сортоиспытания с.-х. культур (*Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 197 с.*), статистическую обработку - по Б.А. Доспехову (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агрпроимиздат, 1985. 135 с.*).

Результаты и их обсуждение. Результаты полевых опытов по изучению накопления зеленой массы гибридов кукурузы компании «Росагротрейд» и фирмы «Сингента» показали, что в среднем за два года изучения невысокую урожайность зеленой массы обеспечили гибриды зернового направления компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 – 50,96 и 45,04 т/га, тогда как гибриды фирмы «Сингента» Амбатор и Эвора – 71,2 и 64,6 т/га, соответственно (табл. 2). Гибриды Абелардо и Импульс сформировали практически равную урожайность - 58,5 и 57,9 т/га, которая находилась в пределах ошибки опыта.

Изучаемые гибриды различались между собой зерновой продуктивностью (табл. 3). Наибольшую биологическую урожайность зерна сформировали гибриды компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 – 16,64 и 15,62 т/га, тогда как гибриды фирмы «Сингента» Амбатор и Абелардо – 11,89 и 10,21 т/га, соответственно. На величину биологической урожайности в большей степени оказало влияние озерненность початков и масса 1000 зерен.

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы возделываемых гибридов кукурузы

Гибрид	Год	ФАО	Надземная масса 10 растений, кг	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность зеленой массы, приведенной к 32% СВ, т/га
Гибриды компании «Росагротрейд»					
Галифакс	2022	190	7,12	52,89	47,94
	2023		8,02	59,35	53,98
	в средн.		7,57	56,12	50,96
Максалия	2022	260	5,28	39,23	34,12
	2023		6,11	45,21	41,32
	в средн.		5,69	42,22	37,72
КСС 7270	2022	270	6,47	48,03	42,03
	2023		7,21	53,36	48,05
	в средн.		6,84	50,69	45,04
КСС 2290	2022	290	5,04	37,41	33,89
	2023		6,14	45,44	39,92
	в средн.		5,59	41,43	36,91
НСР 05			0,05	0,42	0,11
Гибриды фирмы «Сингента»					
Абелардо	2022	190	7,63	56,7	51,9
	2023		8,15	60,3	55,7
	в средн.		7,89	58,5	53,8
Амбадор	2022	240	9,00	66,9	62,7
	2023		10,20	75,4	71,1
	в средн.		9,6	71,2	66,9
Импульс	2022	270	7,49	55,7	52,2
	2023		8,11	60,1	56,3
	в средн.		7,80	57,9	54,3
Эвора	2022	280	8,18	60,7	56,9
	2023		9,24	68,4	64,6
	в средн.		8,71	64,6	60,8
Чорнитос	2022	290	6,95	51,6	46,9
	2023		7,34	54,3	51,1
	в средн.		7,15	52,9	49,0
НСР 05			0,06	0,39	0,12

У гибридов компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 масса 1000 зерен составила в среднем 325-310 гр., тогда как зерно гибридов фирмы «Сингента» Чорнитос, Импульс и Эвора отличалось невысокой массой 1000 зерен – 257 и 258 гр. и обеспечили урожайность зерна – по 9,98 и 9,96 т/га, а гибрид Эвора – 9,07 т/га.

Таблица 3 – Биологическая урожайность и характер озерненности початков изучаемых гибридов

Гибрид	Год	Число рядов с зерном, шт.	Количество зерен в ряду, шт.	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, гр.	Биологическая урожайность зерна, т/га
Гибриды компании «Росагротрейд»						
Галифакс	2022	16	32	512	325	16,64
	2023	16	32	512	325	16,64
	в средн.	16	32	512	325	16,64
Максалия	2022	14	32	448	310	13,89
	2023	14	33	462	317	14,65
	в средн.	14	32	448	313	14,27
КСС 7270	2022	14	36	504	310	15,62
	2023	14	36	504	310	15,62
	в средн.	14	36	504	310	15,62
КСС 2290	2022	16	32	512	290	14,85
	2023	16	32	512	290	14,85
	в средн.	16	32	512	290	14,85
НСР 05						0,35

Продолжение таблицы 3

Гибрид	Год	Число рядов с зерном, шт.	Количество зерен в ряду, шт.	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, гр.	Биологическая урожайность зерна, т/га
Гибриды фирмы «Сингента»						
Абелардо	2022	16	32	512	250	9,47
	2023	16	33	528	280	10,94
	в средн.	16	32	520	265	10,21
Амбатор	2022	16	34	544	254	10,23
	2023	18	36	648	283	13,57
	в средн.	16	34	596	269	11,89
Импульс	2022	16	30	480	252	8,95
	2023	16	33	528	281	10,98
	в средн.	16	32	504	267	9,96
Эвора	2022	14	34	476	253	8,91
	2023	14	34	476	262	9,22
	в средн.	14	34	483	258	9,07
Чорнитос	2022	18	30	540	252	9,45
	2023	18	30	541	263	10,51
	в средн.	18	30	540	257	9,98
НСР 05						0,27

Рассматривая показатели качества зерна изучаемых гибридов, следует отметить, что по содержанию сухого вещества, сырого протеина, крахмала и его сбору выгодно отличался гибрид фирмы «Сингента» Абелардо (табл. 4). За ним следовал гибрид Амбатор. Промежуточное положение занимали гибриды Импульс и Эвора. Гибриды компании «Росагротрейд» отличались высокой зерновой продуктивностью, но сформировали зерно с более низкими показателями качества и выходом крахмала с 1 га. Гибриды КСС 7270 и КСС 2290 имели самые низкие качественные параметры зерна.

Таблица 4 – Качество зерна гибридов кукурузы компании «Росагротрейд» и фирмы «Сингента»

Гибрид	Содержание сухого ве-ва, (ДМ) %	Сырой протеин (СР), г/кг СВ	Переваримость органического в-ва (NRC), %	Содержание крахмала, г/кг СВ	Выход крахмала, ц/га
Гибриды компании «Росагротрейд»					
Галифакс	32	63	79	413	51,8
Максалия	28	67	77	348	46,8
КСС 7270	29	66	79	370	40,1
КСС 2290	34	63	79	360	40,7
Гибриды фирмы «Сингента»					
Абелардо	35	67	79	414	82,1
Амбатор	30	64	79	379	76,0
Импульс	30	65	79	379	63,3
Эвора	30	63	79	377	68,7
Чорнитос	29	62	77	355	53,2

Результаты производственных полевых опытов по изучению гибридов кукурузы фирмы «Сингента» на территории Выгоничского района в ООО «Брянская мясная компания» АФ «Мираторг» представлены в таблицах 5 и 6.

Гибриды кукурузы Aladium, НК SY Nobator и НК Falkone сформировали практически одинаковую биологическую урожайность зерна 11,28; 11,42 и 11,48 т/га, соответственно, тогда как Unitop и НК Гитаго – 8,86 и 8,08 т/га (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность и структура урожая гибридов фирмы Syngenta, среднее за 2022-2023 годы

Гибрид	ФАО	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, гр	Кол-во зерен в початке, шт.	Масса зерен в початке, гр.	Урожайность зерна, т/га
СИ Эладиум (Aladium)	280	260	325	180,8	590,1	11,28
Юнитоп (Unitop)	240	230	268	172,3	461,8	8,86
НК Гитаго	200	220	300	140,3	420,9	8,08
СИ Нобатоп (НК SY Nobator)	240	210	360	165,3	595,0	11,42
НК Фалькон (НК Falkone)	190	210	371	161,3	598,4	11,48
НСР 05						0,29

Урожайность гибридов зернового направления напрямую коррелировалась с показателями «масса 1000 зерен» ($r=0,836$), а также «среднее количество зерен в початке» ($r=0,561$) (табл. 6).

Таблица 6 – Корреляционная зависимость компонентов продуктивности и биологической урожайности гибридов фирмы Syngenta

Показатель	ФАО	Высота растения (см.)	Масса 1000 зерен (гр.)	Среднее кол-во зерен в початке	Масса зерен в початке, гр.
Высота растения (см.)	0,803				
Масса 1000 зерен (гр.)	-0,214	-0,390			
Среднее кол-во зерен в початке, шт.	0,802	0,611	0,016		
Масса зерен в початке, гр.	0,802	0,611	0,016	1,000	
Биологическая урожайность, т/га	0,277	0,029	0,836	0,561	0,561

Такие показатели структуры урожая, как «среднее количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» проявили одинаковую зависимость между величиной ФАО ($r=0,802$). Между «средним количеством зерен в початке» и «масса зерен в початке» наблюдается тесная корреляционная зависимость ($r=0,802$).

Вывод. Итак, рассматривая урожайность зеленой массы гибридами кукурузы фирмы «Сингента» следует выделить Амбадор и Эвора, которые обеспечили в среднем по 71,2 и 64,6 т/га. Гибриды Абелардо и Импульс сформировали практически равную урожайность - 58,5 и 57,9 т/га. Невысокую урожайность зеленой массы обеспечили гибриды зернового направления компании «Росагро-трейд» Галифакс и КСС 7270 – 50,96 и 45,04 т/га.

Наибольшую биологическую урожайность зерна сформировали гибриды компании «Росагро-трейд» Галифакс и КСС 7270 – 16,64 и 15,62 т/га, тогда как гибриды фирмы «Сингента» Амбадор и Абелардо – 11,89 и 10,21 т/га, соответственно. На величину биологической урожайности в большей степени оказало влияние озерненность початков и масса 1000 зерен.

У гибридов компании «Росагротрейд» Галифакс и КСС 7270 масса 1000 зерен составила в среднем 325-310 гр., тогда как зерно гибридов Чорнитос, Импульс и Эвора имели невысокую массу 1000 зерен – 257 и 258 гр. Они обеспечили урожайность зерна – по 9,98 и 9,96 т/га, а гибрид Эвора – 9,07 т/га. По содержанию сухого вещества, сырого протеина, крахмала и его сбору выгодно отличался гибрид Абелардо. За ним следовал гибрид Амбадор. Промежуточное положение занимали гибриды Импульс и Эвора, тогда как гибрид Чорнитос имел самые низкие качественные параметры зерна.

Гибриды компании «Росагротрейд», имея высокую зерновую продуктивность, сформировали зерно с низкими показателями его качества и выходом крахмала с 1 га. Гибриды КСС 7270 и КСС 2290 имели самые низкие показатели качества зерна.

Результаты изучения гибридов кукурузы фирмы «Сингента» в ООО «Брянская мясная компания» показали, что гибриды Aladium, НК SY Nobator и НК Falkone сформировали урожайность зерна 11,28; 11,42 и 11,48 т/га, соответственно, тогда как Unitop и НК Гитаго – 8,86 и 8,08 т/га. Полученная урожайность зерна напрямую коррелировалась с показателями «масса 1000 зерен» ($r=0,836$) и «среднее количество зерен в початке» ($r=0,561$). Показатели «среднее количество зерен в початке» и «масса зерен в початке» проявили одинаковую зависимость между величиной ФАО ($r=0,802$). Между «средним количеством зерен в початке» и «масса зерен в початке» наблюдалась тесная корреляционная зависимость ($r=0,802$).

Список источников

1. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Ланцев В.В. Эффективность возделывания гибридов кукурузы на юго-западе Центрального региона России // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 1. С. 18-23.
2. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрочововедение с научными основами адаптивного земледелия. СПб.: Лань, 2020. 236 с.
3. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 512 с.
4. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрехимические и экологические основы адаптивного земледелия. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 228 с.
5. Сидоров О.О., Волков А.И. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество кукурузного зерна // Аграрная Россия. 2021. № 10. С. 26-29.
6. Малышева Е.В., Ториков В.Е. Влияние приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 8. С. 41-47.

7. Ланцев В.В. Оценка универсальных гибридов кукурузы по урожайности зерна и зеленой массы в агроландшафтных условиях юго-запада Центрального региона России // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 8. С. 60-67.

Информация об авторах:

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

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

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

А.В. Дронов - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.В. Ланцев – кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Information about the authors:

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

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

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

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

V.V. Lantsev - Candidate of Agricultural Sciences, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 30.07.2024 .

The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 30.07.2024 .

© Наливайко Т.А., Ториков В.Е., Мельникова О.В., Дронов А.В., Ланцев В.В.

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

Научная статья
 УДК 636.92

ВОСПРОИЗВОДСТВО, РОСТ И МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КРОЛЬЧАТ
ГИБРИДНОЙ ЛИНИИ HY-COLE И ВЕЛЬЯМИНОВСКАЯ

¹Владимир Васильевич Кривопушкин, ^{1,2}Ирина Леонидована Гапонова

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

²ООО Агрохолдинг «Кролково», Брянская область, Вельяминова, Россия

Аннотация. Воспроизводство, рост и мясная продуктивность крольчат гибридной линии HY-COLE и Вельяминовская изучены в производственных условиях ООО Агрохолдинг «Кролково». Для исследований методом пар аналогов сформированы 3 группы по 50 клинически здоровых крольчих. В 1 группу включены крольчихи гибридной линии Hy-Cole, завезенные из Франции. Во 2 группу включены крольчихи гибридной линии Hy-Cole, рожденные в ООО Агрохолдинг «Кролково». В 3 группу включены помесные крольчихи селекционной группы Вельяминовская, созданные в ООО Агрохолдинг «Кролково». Анализ показал, что оплодотворяемость крольчих 1 группы на 2,13 % выше, чем крольчих 2 группы, $P < 0,95$ и на 4,25 % выше, чем крольчих 3 группы, $P > 0,95$. Крольчихи 2 группы по этому показателю превосходили аналогов 3 группы на 2,17 %, $P < 0,95$. Сохранность крольчат до отъёма от матерей в 1 группе на 1,09 % больше, чем во 2 группе и на 0,97 % больше, чем в 3 группе. Рост крольчат 3 группы до убоя в возрасте 77 дней обеспечил живую массу на 134 грамма или на 5,02 % больше при $P > 0,95$, чем крольчат 1 группы и на 233 грамма или на 9,06 % при $P > 0,95$ больше, чем крольчат 2 группы. Масса парной тушки крольчат 3 группы выше, чем у сверстников 2 группы на 3 грамма или на 0,21 % и сверстников 1 группы на 13 граммов или на 0,93 %, при $P < 0,95$ соответственно обеим группам. Масса внутреннего жира минимальна у крольчат 1 группы, они уступили по этому показателю сверстникам 2 группы 17,83 грамма или 19,47 % при $P > 0,95$, и сверстникам 3 группы на 36,65 грамма или 48,11 % при $P > 0,99$. Убойная масса крольчат 1 группы на 24,83 грамма или 1,71 %, $P < 0,95$ меньше, чем у сверстников 2 группы и на 49,65 грамма или на 3,41 %, $P < 0,95$ меньше, чем у крольчат 3 группы. Следовательно, крольчихи гибридной линии Hy-Cole отличаются повышенной оплодотворяемостью и воспроизводством приплода, а крольчата селекционной группы Вельяминовская быстрее растут и имеют повышенную мясную продуктивность.

Ключевые слова: крольчихи, оплодотворяемость, крольчата, живая масса, масса туши, убойная масса.

Для цитирования: Кривопушкин В.В, Гапонова И.Л. Воспроизводство, рост и мясная продуктивность крольчат гибридной линии Hy-Cole и Вельяминовская // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 28-32.

Original article

REPRODUCTION, GROWTH AND MEAT PRODUCTIVITY OF INFANT RABBITS
OF THE HY-COLE AND VELYAMINOVSKAYA HYBRID LINE

¹Vladimir V. Krivopushkin, ^{1,2}Irina L. Gaponova

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

²Agroholding LLC «Krolkovo», Bryansk Region, Velyaminova, Russia

Abstract. Reproduction, growth and meat productivity of infant rabbits of the HY-COLE and Velyaminovskaya hybrid line were studied in the production conditions of LLC Agrohholding “Krolkovo”. 3 groups of 50 clinically healthy doe rabbits were formed for the researches using the analogue pair method. Group 1 includes the doe rabbits of the Hy-Cole hybrid line, imported from France. Group 2 includes the doe rabbits of the Hy-Cole hybrid line, born at LLC Agrohholding “Krolkovo”. Group 3 includes crossbred doe rabbits of the Velyaminovskaya breeding group, bred at LLC Agrohholding “Krolkovo”. The analysis showed that the fertility of the doe rabbits of group 1 is 2.13% higher than that of the doe rabbits of group 2, $P < 0.95$, and 4.25% higher than that of the doe rabbits of group 3, $P > 0.95$. The doe rabbits of group 2 were superior to their counterparts of group 3 by 2.17% in this indicator, $P < 0.95$. The survival rate of infant rabbits before weaning from their mothers in group 1 is 1.09% more than in group 2 and 0.97% more than in group 3. The growth of the infant rabbits of group 3 before slaughter at the age of 77 days provided a live weight of 134 grams or 5.02% more at $P > 0.95$ than the infant rabbits of group 1, and 233 grams or 9.06% more at $P > 0.95$ more than the infant rabbits of 2 group. The weight of the fresh infant rabbit carcass of the 3rd group is higher than that of their peers of the 2nd group by 3 grams or 0.21%

and their peers of the 1st group by 13 grams or 0.93%, with $P < 0.95$, respectively, for both groups. The visceral fat mass is minimal in the infant rabbits of group 1; they were inferior in this indicator to the peers of group 2 by 17.83 grams or 19.47% with $P > 0.95$, and the peers of group 3 by 36.65 grams or 48.11% with $P > 0.99$. The slaughter weight of the infant rabbits of group 1 is 24.83 grams or 1.71%, $P < 0.95$ less than that of the peers of group 2 and 49.65 grams or 3.41%, $P < 0.95$ less than that of the infant rabbits of the 3d group. Consequently, the doe rabbits of the Hy-Cole hybrid line are characterized by increased fertility and reproduction of offspring, and the infant rabbits of the Velyaminovskaya selection group grow faster and have increased meat productivity.

Keywords: doe rabbits, fertility, infant rabbits, live weight, carcass weight, slaughter weight.

For citation: Krivopushkin V.V., Gaponova I.L. Reproduction, growth and meat productivity of infant rabbits of the Hy-Cole and Velyaminovskaya hybrid line// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 28-32.

Введение. Развитие отрасли кролиководства переходит из личных и крестьянских (фермерских) хозяйств в крупные промышленные предприятия, применяющие поточное производство крольчатчины в больших объёмах [1]. Примером этого является ООО Агрохолдинг «Кролково», расположенный в Карачевском районе Брянской области.

Известно, что мясная продуктивность кроликов зависит от многих факторов: правильного выбора породы и направления продуктивности, создания комфортных условий содержания и полноценного кормления животных [2,3].

Целью исследований является сравнительный анализ интенсивности роста и мясной продуктивности крольчат, полученных от родительского стада гибридной линии Hy-Cole (Хи-Коль) с крольчатками, полученными от прародителей этой линии и помесными крольчатками группы Вельяминовская, полученными в ООО Агрохолдинг «Кролково».

Для достижения поставленной цели нами решены следующие задачи:

1. В производственных условиях сформированы группы исследуемых кроликов.
2. Изучены воспроизводительные качества крольчих, и сохранность крольчат до отъёма от матерей.
3. Изучена динамика живой массы и интенсивности роста крольчат-самцов в исследуемых группах.
4. Выполнен контрольный убой крольчат-самцов, изучены показатели их мясной продуктивности.

Материал и методы исследований. Исследования выполнены на кроликах французской гибридной линии Hy-Cole (специализированного мясного направления), завезённой в ООО Агрохолдинг «Кролково» из Франции. Кролики линии Hy-Cole характеризуются высокой интенсивностью роста, скороспелы, отличаются высокой мясной продуктивностью. Живая масса крольчат в возрасте 77 дней составляет 2,7 кг, масса тушки – 1,3 кг. Крольчата выращиваются по технологии производства крольчат-бройлеров.

Для участия в исследованиях была сформирована методом пар аналогов выборка: 3 группы по 50 клинически здоровых крольчих. В 1 группу включены крольчихи гибридной линии Hy-Cole, завезённые из Франции. Во 2 группу включены крольчихи гибридной линии Hy-Cole, рождённые в ООО Агрохолдинг «Кролково». В 3 группу включены помесные крольчихи селекционной группы Вельяминовская.

Крольчихи всех групп и полученный от них приплод содержались в одинаковых условиях автоматизированного кормления полнорационными гранулированными комбикормами, автоматизированного поения животных и поддержания оптимальных параметров микроклимата в производственном помещении, получали одинаковый уход. Живую массу исследуемых крольчат определяли еженедельно методом взвешивания рано утром до кормления и поения. По результатам взвешиваний вычисляли среднесуточный прирост живой массы. При достижении крольчатками возраста 77 дней, на базе ООО Агрохолдинг «Кролково» был выполнен контрольный убой по 5 крольчат – самцов, выбранных по принципу аналогов, типичных для каждой исследуемой группы. Контрольный убой и определение упитанности кроликов выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 7686-88.

Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты собственных исследований. Крупнейшее в Брянской области кролиководческое предприятие ООО Агрохолдинг «Кролково» имеет более 6000 кроликоматок и продолжает расширять поголовье кроликов до содержания на откорме 300 000 голов молодняка, производит 250 тонн крольчатчины в год. Кролиководческий комплекс с замкнутым циклом воспроизводства, соблюдает ветеринарно-санитарные требования к предприятиям закрытого типа, производственная зона кролиководческого комплекса изолирована от окружающей местности, вход-выход через ветсанпропускник.

Воспроизводительные качества крольчих важный показатель интенсивности воспроизводства крольчат для выращивания, откорма и производства крольчатины. Результаты исследований оплодотворяемости крольчих и сохранности полученных крольчат до отъёма от матерей приведены в таблице 1.

Таблица – 1 Оплодотворяемость крольчих и сохранность крольчат

Показатели	Группы кроликов			
	1 группа	2 группа	3 группа	в среднем:
Количество голов	50	50	50	50
Оплодотворилось крольчих, голов	47	46	45	46
Не оплодотворилось крольчих, голов	3	4	5	4
Оплодотворяемость крольчих, %	94,00	92,00	90,00	92,00
Получено приплода, голов	432	386	392	403,33
Сохранность крольчат до отъёма от матерей, %	93,06	91,97	92,09	92,37

Результаты анализа показали, что оплодотворяемость крольчих 1 группы была на 2,13 % выше, чем крольчих 2 группы, $P < 0,95$ и на 4,25 % выше, чем крольчих 3 группы, $P > 0,95$. Крольчихи 2 группы по этому показателю превосходили аналогов 3 группы на 2,17 %, $P < 0,95$. Следовательно, крольчихи гибридной линии Ну-Cole, завезенные из Франции, имеют статистически подтвержденную повышенную оплодотворяемость и воспроизводство приплода по сравнению с аналогами селекционной группы Вельяминовская. От крольчих 1 группы получено приплода на 10,65 % больше, чем от крольчих 2 группы и на 9,26 % при $P > 0,95$, чем от крольчих 3 группы.

Сохранность крольчат до отъёма от матерей в 1 группе была на 1,09 % больше, чем во 2 группе и на 0,97 % больше, чем в 3 группе. Это позволяет сделать вывод о том, что крольчихи 1 группы больше воспроизводят крольчат и лучше других групп сохраняют потомство до начала самостоятельной жизни после отъёма от матерей. Это соответствует исследованиям других авторов [4,5].

Известно, что в период подсосного выращивания интенсивность роста крольчат в значительной степени определяется молочностью крольчих, а в период выращивания после отъёма от матерей интенсивнее растут крупные крольчата, способные потреблять и усваивать большее количество кормов, чем их сверстники [4].



Рисунок 1 - Крольчата гибридной линии Ну-Cole (1 группа)



Рисунок 2 - Крольчата селекционной группы Вельяминовская (3 группа)

Динамика живой массы крольчат исследуемых групп представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика живой массы крольчат, г

Возраст крольчат	Группы кроликов			
	1 группа	2 группа	3 группа	В среднем:
21 день	337 ±7,24	324 ±7,59	355±8,01	338,67
28 дней	558 ±7,52	532 ±7,87	570±8,33	553,33
35 дней	879 ±7,91	789 ±8,14	850±8,56	839,33
42 дня	1169 ±9,12	1075 ±10,72	1073±9,94	1105,67
49 дней	1479 ±12,32	1451 ±11,60	1489±13,21	1473,00
56 дней	1756 ±16,81	1787 ±18,31	1861±21,14	1801,33
63 дня	2075 ±17,53	2037 ±19,16	2046±21,08	2052,67
70 дней	2216 ±21,44	2283 ±22,80	2432±24,19	2310,33
77 дней	2671 ±23,79	2572 ±24,22	2805±24,56	2682,67

Анализ живой массы крольчат в указанные возрастные периоды показывает смену лидерства в разные периоды. В возрасте 35 дней крольчата 1 группы были лидерами и имели живую массу на 90 граммов или на 10,24 % больше, чем сверстники 2 группы при $P > 0,95$ и на 29 граммов или на 3,3 % боль-

ше, чем сверстники 3 группы при $P < 0,95$. В возрасте 63 дня различия в живой массе крольчат сократились до минимума. Крольчата 1 группы имели живую массу на 38 граммов или на 1,83 % больше, чем их сверстники 2 группы и на 29 граммов или на 1,40 % при $P < 0,95$ больше, чем крольчата 3 группы. Но в возрасте 77 дней при завершении откорма крольчата 3 группы имели живую массу на 134 грамма или на 5,02 % больше, чем крольчата 1 группы при $P > 0,95$ и на 233 грамма или на 9,06 % при $P > 0,95$ больше, чем крольчата 2 группы. Более точно динамика живой массы крольчат исследуемых групп представлена на диаграмме (рис. 3.).

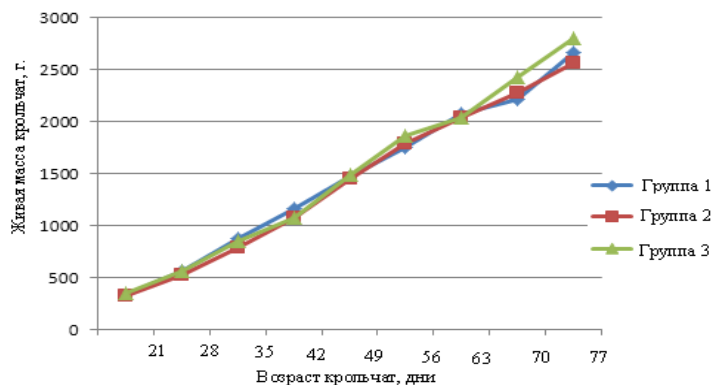


Рисунок 3 - Диаграмма динамики живой массы исследуемых крольчат

Динамика среднесуточных приростов крольчат исследуемых групп представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Среднесуточный прирост крольчат за период выращивания, г

Период роста крольчат, дни	Группы кроликов			
	1 группа	2 группа	3 группа	В среднем:
21 - 28	27,63±1,42	26,00±1,17	26,88±2,04	26,83
29 - 35	45,86±1,84	36,71±2,15	40,00±2,11	40,86
36 - 42	41,43±2,19	40,86±2,27	31,86±1,68	38,05
43 - 49	44,29±2,35	53,71±2,82	59,43±2,67	52,48
50 - 56	39,57±2,08	48,00±2,40	53,14±2,53	46,91
57 - 63	45,57±2,39	35,71±2,16	26,43±2,25	35,91
64 - 70	20,14±2,06	35,14±2,95	55,14±2,62	36,81
71 - 77	65,00±3,09	41,29±2,96	53,29±2,54	53,19

Периоды контроля живой массы крольчат взаимосвязаны с производственно-физиологическими периодами их роста и развития. До возраста 21 день крольчата питаются молоком матери и по приросту их живой массы определяют молочность крольчих. Это важный селекционный признак, отбор крольчих на увеличение молочности повышает интенсивность роста крольчат в период подсосного выращивания. В возрасте 28 дней крольчата активнее поедают корма, которыми питаются их родители. В 35 дней выполняют сортировку крольчат, разделяя их на племенное и товарное поголовье. В возрасте 63 дня допускается выборочный убой крольчат на мясо, а в возрасте 77 дней заканчивается выращивание и откорм крольчат по бройлерной технологии и их перерабатывают на мясо.

Живая масса и интенсивность роста крольчат позволяют контролировать полноценность их роста и развития при жизни. В технологии производства крольчатчины важно контролировать количество и качество основной продукции, получаемой от кроликов мясного направления продуктивности, это мясо, жир и пищевые субпродукты первой категории [5]. Для контроля мясной продуктивности крольчат участвующих в исследованиях выполнен контрольный убой по 5 голов из каждой группы. Результаты контрольного убоя крольчат представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Результаты контрольного убоя кроликов

Показатели	Группы кроликов		
	1 группа	2 группа	3 группа
Предубойная масса, г	2650,00±17,21	2650,00±18,86	2720,00±21,16
Масса парной тушки, г	1380,00±12,77	1390,00±11,20	1393,00±13,10
Выход тушки, %	52,08	52,45	51,21
Масса внутреннего жира, г	76,18±2,78	91,01±3,12	112,83±3,86
Выход жира, %	2,88	3,43	4,15
Убойная масса, г	1456,18±9,73	1481,01±7,14	1505,83±10,20
Убойный выход, %	54,95	55,89	55,36

Основной продукцией убоя и переработки кроликов на мясо является парная тушка, дополнительной продукцией – внутренний жир, печень, сердце, мясная обрезь, сопутствующей продукцией – шкурка, голова, лапки, используемые для производства животного клея или вареных кормов для животных.

В наших исследованиях лидерами по массе парной тушки являются крольчата 3 группы, они в среднем превосходят сверстников 2 группы на 3 грамма или на 0,21 % и сверстников 1 группы на 13 граммов или на 0,93 %, при $P < 0,95$ соответственно обеим группам. Масса внутреннего жира минимальна у крольчат 1 группы, они уступили по этому показателю сверстникам 2 группы на 17,83 грамма или 19,47 % при $P > 0,95$, и сверстникам 3 группы на 36,65 грамма или 48,11 % при $P > 0,99$. Убойная масса крольчат 1 группы была на 24,83 грамма или 1,71 %, $P < 0,95$ меньше, чем у сверстников 2 группы и на 49,65 грамма или на 3,41 %, $P < 0,95$ меньше, чем у крольчат 3 группы.

Заключение. Исследования роста и мясной продуктивности крольчат-самцов гибридной линии Ну-Соле, завезенной из Франции, а также воспроизведенной в ООО Агрохолдинге «Кролково» в сравнении с крольчатами селекционной группы Вельяминовская позволили выявить следующие особенности:

1. Крольчихи 1 группы достоверно более плодовиты, чем крольчихи селекционной группы Вельяминовская.

2. Крольчата всех групп имеют массу парной тушки, различающуюся на статистически недостоверную величину, но имеется тенденция к повышению мясной продуктивности у крольчат селекционной группы Вельяминовская.

3. Выявлена тенденция к увеличению убойной массы, сочетающей в себе массу тушки и внутреннего жира, у крольчат 3 группы за счет более интенсивного накопления съедобных частей тушки и жира. Это подтверждает повышенную мясную продуктивность крольчат селекционной группы Вельяминовская, созданную в ООО Агрохолдинге «Кролково».

Список источников

1. Велькина Л.В. Мировые тенденции развития кролиководства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 93-98.

2. Повышение продуктивности и качества мяса кроликов на основе комплексного использования пробиотиков и сорбентов в составе комбикормов / Е.Е. Курчаева, А.В. Востроилов, Л.И. Лыткина, Е.С. Шенцова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 1. С. 144-149.

3. Квартникова Е.Г., Косовский Г.Ю., Квартников М.П. Мясная продуктивность кроликов при сухом типе кормления без витаминно-минерального премикса // Кролиководство и звероводство. 2020. № 4. С. 34-39.

4. Кулькова О.Е., Шумилина Н.Н., Балакирев Н.А. Чистопородное разведение и межпородное скрещивание кроликов при искусственном осеменении // Зоотехния. 2020. № 3. С. 28-31.

5. Шумилина А.Р. Динамика продуктивных показателей кроликов при создании финального трехпородного кросса // Кролиководство и звероводство. 2019. № 6. С. 9-15.

Информация об авторах:

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

И.Л. Гапонова – студентка Института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, зоотехник ООО «Кролково».

Information about the authors:

V.V.Krivopushkin - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of animal Products, Bryansk State Agrarian University.

I.L. Gaponova - Student of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology of the Bryansk State Agrarian University, Zootechnician of LLC “Krolkovo”.

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

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

Статья поступила в редакцию 17.06.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024 .

The article was submitted 17.06.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Кривопушкин В.В., Гапонова И.Л.

Научная статья
УДК 636.4 (470.333)

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ В КРИТИЧЕСКИЕ ФАЗЫ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Ивановна Башина

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Объектом исследований являлась цельная кровь свиней от 25 свиней крупной белой породы в указанные возрастные периоды постнатального онтогенеза, а именно - 14 дней, 40 дней, 60 дней, 4 месяца, 5 месяцев. Экспериментальные исследования свидетельствуют, что уровень эритроцитов с 14-ти дневного возраста до 60-ти дневного происходит снижение концентрации с $6,75 \pm 0,68$ до $6,18 \pm 0,56$ тыс./мм³. С 60 дневного возраста до 5-ти месяцев данный показатель увеличился с $5,27 \pm 1,06$ до $6,18 \pm 0,56$ тыс./мм³. В нашем случае при сравнении параметров по содержанию лейкоцитов было установлено, что значение данного анализа наших проб варьировал в возрастной динамике и находился в пределах $5,65 \pm 1,67$ до $6,75 \pm 0,68$ тыс./мм³ от 4 до 11 тыс./мм³ находясь в пределах нормы. Уровень гемоглобина в 14 дней составил $23 \pm 0,58\%$, в 40 дней $29 \pm 2,49\%$, в 60 дней $29,2 \pm 2,22\%$, в 4 месяца $34,6 \pm 1,03\%$, в 5 месяцев - $39,2 \pm 0,73\%$. Гематокрит в 4 месячном возрасте равен $42,8 \pm 3,46\%$, а в 5-ти месячном - $39,2 \pm 0,73\%$, что может указывать на увеличение количества эритроцитов и повышение объема крови. На основании проведенных исследований были получены выводы о том что, гематологические показатели свиней в условиях данного региона находились в пределах физиологической нормы, что говорит о том, что их физиологическое состояние организма функционирует правильно и обеспечивает оптимальное здоровье и продуктивность животных. Нечерноземные области, в том числе и Брянская, подходят для развития промышленного свиноводства, и может успешно конкурировать на рынке экологически чистой свинины и удовлетворять спрос потребителей на натуральную и качественную продукцию.

Ключевые слова: свиньи, возраст, радиоактивное загрязнение, кровь.

Для цитирования: Башина С.И. Клинические показатели крови молодняка свиней в критические фазы постнатального онтогенеза в условиях Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 33-36.

Original article

CLINICAL BLOOD INDICATORS OF YOUNG PIGS IN CRITICAL PHASES OF POSTNATAL ONTOGENESIS IN THE CONDITIONS OF THE BRYANSK REGION

Svetlana I. Bashina

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The object of the researches was the whole blood of pigs from 25 large white pigs in the specified age periods of postnatal ontogenesis, namely 14 days, 40 days, 60 days, 4 months, and 5 months. The experimental studies indicate that the level of erythrocytes from 14 to 60 days of age decreases in concentration from 6.75 ± 0.68 to 6.18 ± 0.56 thousand/mm³. From the age of 60 days to 5 months, this indicator increased from 5.27 ± 1.06 to 6.18 ± 0.56 thousand/mm³. In our case, when comparing parameters for white blood cell content, the value of this analysis of our samples was found to vary in the age dynamics and to be in the range of 5.65 ± 1.67 to 6.75 ± 0.68 thousand/mm³, from 4 to 11 thousand/mm³ being within the normal range. The hemoglobin level at the age of 14 days was $23 \pm 0.58\%$, of 40 days - $29 \pm 2.49\%$, of 60 days - $29.2 \pm 2.22\%$, of 4 months - $34.6 \pm 1.03\%$, of 5 months - $39.2 \pm 0.73\%$. The hematocrit at 4 months of age is $42.8 \pm 3.46\%$, and at 5 months - $39.2 \pm 0.73\%$, which may indicate an increase in the number of red blood cells and raising of blood volume. Based on the studies conducted, it was concluded that the hematological parameters of pigs in the conditions of this region were within the physiological norm, which indicates that their physiological state of the body functions correctly and ensures optimal health and productivity of animals. The non-black soil regions, including the Bryansk region, are suitable for the development of industrial pig farming, and can compete successfully in the organic pork market and meet consumer demand for natural and quality products.

Keywords: pigs, age, radioactive contamination, blood.

For citation: Bashina S.I. Clinical blood indicators of young pigs in critical phases of postnatal ontogenesis in the conditions of the Bryansk region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 33-36.

Введение. В настоящее время свиноводство является основным источником мясной продукции, которая играет большое значение в решении продовольственной проблемы. В 2020 году в России была принята программа по развитию мясного животноводства, цель которой повышение качественных показателей, модернизация, стимулирование и рост конкурентоспособности отечественного мяса. К производству экологически чисто свинины были предъявлены высокие требования, а поголовье

должно обуславливать нагрузку промышленных технологий и экологических факторов, не снижая продуктивности. Немаловажную роль в этом уделяется повышению продуктивности и сохранению откармливаемого молодняка в условиях промышленного свиноводства. Однако, следует учитывать, что у свиней разных возрастных групп организм различно реагирует на изменения кормления и содержания, что может привести к снижению продуктивности и повлиять на качество свинины. На свиноводческих комплексах необходимо контролировать клиническое состояние крови животных и оценивать состояние обменных процессов в организме относительно физиологических норм и определять влияние на продуктивные качества свиней (*Научные и практические основы производства экологически чистой продукции животноводства на территории, загрязненной радионуклидами / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, В.Ф. Бобков, А.Г. Менякина // Чернобыль - 20 лет спустя. Социально-экономические проблемы и перспективы развития пострадавших территорий: материалы международной научно-практической конференции. 2005. С. 32-34.*) [1].

Основу биологической среды организма составляет кровь, гематологический состав которой отражает строение клеточного состава и воздействие факторов внешней среды. В нашем случае это техногенная нагрузка антропогенного происхождения. Данные исследования позволяют установить возрастные изменения гематологических показателей крови для адекватного понимания состояния животных находящихся в изменяющихся условиях среды. В последние годы бурно развивается экологическая морфология, устанавливающая связь между изменениями окружающей среды и микроскопическими элементами органов и систем сельскохозяйственных животных. Доказано, что кровь является показателем физиологического состояния животных. На морфологические показатели крови особое влияние оказывает не только общее состояние животного, возраст, продуктивность, но и экологические факторы внешней среды. Поэтому для зооветеринарной практики важно поведение анализов крови животных с целью установления гематологических показателей характерных для определенного региона. Отечественными учеными накоплен значительный материал, по отражению на кровь экологических факторов внешней среды и организм животных, включая условия содержания, кормления, различных эндогенных и техногенных факторов (*Влияние факторов и условий внешней среды на клиническое состояние, морфологию крови и резистентность свиней / М.Е. Остякова, Г.А. Гаврилова, Ю.А. Гаврилов и др. // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 2. С. 94-100; Менякина А.Г., Гамко Л.Н. Использование в рационах поросят-отъемышей минеральных подкормок на фоне повышенного содержания радиоцезия в почвах // Зоотехния. 2017. № 4. С. 20-24.*) [3-8].

Отечественными учеными установлено, что в определенном возрасте организм животных различно реагирует на восприятие экзогенных и эндогенных факторов. В связи с чем ученые Степочкин Н.А., Тельцов Л.П., Зайцева Е.В. установили периодизацию развития животных в три периода, 9 этапов, 17 стадий и 11 критических фаз. Было отмечено, что на каждом этапе развития организм морфологическому состоянию и значению систем и органов, по химическому составу тканей клеток, по адаптационным возможностям интегрирующих систем иммунологической защиты организма. Каждая критическая фаза отражает свои закономерности развития. Свою биологическую значимость и специфичность. На основании теории критических фаз предложенной данными учеными наши исследования были научно обоснованы в соотношении данных возрастных групп животных в материалах работы (*Стёпочкин А.А. Тельцов Л.П., Зайцева Е.В. Этапы генетического развития свиней крупной белой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 62-65.*)

Цель исследования: провести анализ гематологических показателей крови свиней пяти возрастных групп постнатального онтогенеза выращиваемых в условно экологически чистой зоне Брянской области относительно референтных значений морфологических параметров крови с целью изучения физиологического состояния животных в условно-благополучной зоне и определения физиологического статуса животных.

Материалы и методы. Объектом исследований послужили свиньи крупной белой породы пяти возрастов, которые были сгруппированы методом сбалансированных групп. Материалом исследований послужила их цельная кровь. Было взято для анализа кровь от 25 свиней крупной белой породы в указанные возрастные периоды постнатального онтогенеза, а именно - 14 дней, 40 дней, 60 дней, 4 месяца, 5 месяцев. Забор крови осуществлялся в вакуумные пробирки с антикоагулянтом утром до кормления. Лабораторные исследования проводились в испытательной лаборатории Брянского ГАУ аппаратным методом при помощи автоматического гематологического анализатора Abacus junior vet-5. Условия кормления и содержания соответствовали зоотехническим требованиям.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты лабораторных исследований образцов крови статистически обработаны с помощью пакета программ Microsoft Excel и сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Динамика гематологических показателей крови свиней в возрастном аспекте

Возраст	Эритроциты тыс./мм ³	Лейкоциты тыс./мм ³	Гемоглобин %	Гематокрит %
14 дней	6,75±0,68	6,75±0,68	9,79±6,66	23±0,58
40 дней	4,08±0,77	5,65±1,67	12,7±9,12	29±2,49
60 дней	5,27±1,06	7,03±2,52	13,6±18,95	29,2±2,22
4 месяца	6,24±0,45	5,79±0,51	14,03±10,52	34,6±1,03
5 месяцев	6,18±0,56	9,84±2,98	14,766±7,08	39,2±0,73

Анализируя полученные показатели, следует отметить, что уровень эритроцитов имеет различия среди представителей других возрастных групп. С 14-ти дневного возраста до 60-ти дневного идет снижение концентрации с 6,75±0,68 до 6,18±0,56 тыс./мм³. С 60 дневного возраста до 5-ти месяцев данный показатель увеличился с 5,27±1,06 до 6,18±0,56 тыс./мм³. Самое низкое содержание эритроцитов в крови свиней приходится на возраст 40 дней, что возможно связано с моментом отъема. Во всех случаях этот показатель находился в пределах референтных значений физиологической нормы организма. Так же следует отметить, что референтные значения крови незначительно отличаются от среднестатистических значений других авторов из других регионов, что связано с различной экологической обстановкой и эндогенными факторами [7].

Показатели белой крови, такие как общее количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула и их дифференцированный состав могут дать важную информацию о состоянии иммунной системы организма. Увеличение числа лейкоцитов (лейкоцитоз) обычно свидетельствует о наличии воспаления или инфекции, в то время как уменьшение из количества (лейкопения) может указывать на нарушение в иммунной системе или других серьезных заболеваний. Поэтому анализ лейкоцитов является важным компонентом диагностики различных заболеваний, а так же на степень адаптации к изменяющимся условиям среды. Из полученных данных можно сделать вывод, что количество лейкоцитов колеблется в зависимости от возраста и других факторов. Однако в целом, общее количество лейкоцитов находящихся в диапазоне от 4 до 11 тыс./мм³ считается нормой по Салянику С.В. В нашем случае при сравнении параметров по содержанию лейкоцитов было установлено, что значение данного анализа наших проб варьировал в возрастной динамике и находился в пределах 5,65±1,67 до 6,75±0,68 тыс./мм³.

Из полученных данных мы видим, что в 14 дневном возрасте этот показатель составляет 6,75±0,68 тыс./мм³ и находится в пределах нормы, в 40 дней - 4,08±0,77 тыс./мм³, это ниже границы нормы, 60 дней - 7,03±2,52 тыс./мм³ - в пределах нормы. 4 месяца - 5,79±0,51 тыс./мм³, показатель незначительно ниже нормы, что возможно связано с моментом отъема в данный возрастной период. В 5-ти месячном возрасте содержание лейкоцитов крови молодняка свиней составляет 9,84±2,98 тыс./мм³. Вариация лейкоцитов в крови так же может быть вызвана различными факторами, в данном случае изменение физиологического состояния и экологической напряженности данного региона.

Анализируя показатель уровня гемоглобина в наших исследованиях можно сделать вывод, что уровень его со временем меняется, но не выходит за пределы физиологической нормы, опираясь на зооигиенические и зоотехнические значения морфологических параметров крови. Наши данные согласуются с советскими и зарубежными учеными, которыми установлено, что нормальные значения гемоглобина могут колебаться в течение жизни в зависимости от возраста и других факторов. В 14 дней этот показатель составил - 23±0,58%, в 40 дней - 29±2,49%, в 60 дней - 29,2±2,22%, в 4 месяца - 34,6±1,03%, в 5 месяцев - 39,2±0,73%.

Уровень гематокрита у поросят в возрасте 14 дней по физиологическим нормам должен колебаться в пределах 30-40%. В нашем случае этот уровень является низким и может указывать на наличие анемии. Уровень гематокрита у поросят в возрасте 40 дней и 60 дней составляет 29%. Что является нормальным показателем для физиологической нормы данных возрастов. Однако уровень гематокрита в 4 месячном возрасте равен 42,8±3,46 %, а в 5-ти месячном - 39,2±0,73%, что может указывать на увеличение количества эритроцитов и повышение объема крови. Так же следует учитывать, что уровень гематокрита может колебаться в зависимости от пола, возраста, питания и других факторов, в чем согласуются наши данные с данными других авторов [7].

Таблица 2 - Лейкоцитарная формула

Возраст	Нейтрофилы тыс./мм ³	Эозинофилы, тыс./мм ³	Базофилы тыс./мм ³	Лимфоциты, тыс./мм ³	Моноциты, тыс./мм ³
14 дней	22±3,78	0,89±0,11	0,21±0,11	4,33±3,89	33±3,89
40 дней	36,87±4,1	0,6±0,13	0,33±0,15	7±0,28	9,2±8,54
60 дней	9,93±3,38	0,2±0,08	0,17±0,07	53±5,86	5,6±0,07
4 месяца	42,8±3,46	13±0,54	0,18±0,19	33±5,22	4,17±0,16
5 месяцев	49,27±3,42	53±0,99	0,33±0,15	0,27±0,16	4,2±6,62

Анализируя таблицу 2, можно сделать выводы, что на основании наших исследований лейкоцитарной формулы установлено, что полученные показатели согласуются с исследованиями других авторов, что у свиней как и у всех млекопитающих наблюдаются закономерности возрастных изменений крови. Падение и последующий подъем нейтрофилов крови свиней происходит к 60-му дню жизни, что может быть связано с особенностями развития и скороспелостью организма этих животных. Нейтрофилы являются важными клетками иммунной системы, отвечающими за борьбу с инфекциями и воспалениями, поэтому понимание их онтогенеза важно для оценки показателей здоровья и иммунитета свиней.

Онтогенез эозинофилов клеток у свиней имеет свои особенности, уровень их с возрастом варьирует в пределах от $0,2 \pm 0,08$ тыс./мм³ в возрасте 60 дней до $53 \pm 0,99$ тыс./мм³ в 5-ми месячном возрасте. В 14 дневном возрасте этот показатель составил $0,89 \pm 0,11$ тыс./мм³, в 40 дней - $0,6 \pm 0,13$ тыс./мм³, в 4 месяца - $13 \pm 0,54$ тыс./мм³.

Базофилы являются одним из типов гранулоцитов и играют важную роль в воспалительных и аллергических реакциях. Однако резкий спад количества базофилов до $0,17 \pm 0,07$ тыс./мм³ на 60-м дне возраста, что может быть связано с перераспределением клеток в организме, например с переходом на доразивание или с изменением функции организма с моментом отъема. В 14 дней уровень базофилов составил $0,21 \pm 0,11$ тыс./мм³, в 40 дней - $0,33 \pm 0,15$ тыс./мм³, в 4 месяца - $0,18 \pm 0,19$ тыс./мм³, в 5 месяцев - $0,33 \pm 0,15$ тыс./мм³. Полученные данные согласуются с исследованиями других авторов и находятся в пределах физиологической нормы [9].

Анализируя лейкоцитарную формулу на содержание моноцитов, нашими исследованиями установлено, что наибольшее их количество приходится на ранний онтогенез и составляет $33 \pm 3,89$ тыс./мм³, далее этот показатель снижается и в 5 месяцев составляет $4,2 \pm 6,62$ тыс./мм³.

Вывод. Гематологические показатели свиней в условиях Брянской области находились в пределах физиологической нормы, что говорит о том, что их физиологическое состояние функционирует правильно и обеспечивает оптимальное здоровье и продуктивность животных.

Список источников

1. Плаксин И.Е., Плаксин С.И., Трифанов А.В. Тенденции и перспективы развития свиноводства в России // *АгроЭкоИнженерия*. 2022. № 110. С. 155-168.
2. Карпенко А.Ф. Производство животноводческой продукции в условиях радиоактивного загрязнения Гомельской области // *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2020. № 3. С. 29-32.
3. Крячко О.В., Шафиев А.П., Лукоянова Л.А. Влияние токсичных кормов на биохимические показатели крови свиней // *Международный вестник ветеринарии*. 2021. № 1. С. 220-225
4. Крапивина Е.В., Зайцев В.В., Алексеева Л.В. Физиологические изменения в гемостазе у телят и поросят, оказавшихся в неблагоприятных условиях среды при применении катозала // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2023. № 1. С. 140-146
5. Крапивина Е.В., Сергеева Е.В., Иванов Д.В. Влияние разных схем использования кормовой добавки Протамин на клеточное звено иммунной системы свиней в поствакцинальный период // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022. № 1. С. 150-155.
6. Менякина А.Г. Изменение живой массы и морфо-биохимических показателей крови свиноматок при скармливании природного сорбента в зонах с разной экологической напряженностью // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 1 (45). С. 116-121.
7. Менякина А.Г. Влияние природных минеральных добавок на морфо - биохимический статус крови и продуктивность молодняка свиней в зоне с повышенным содержанием радиоцезия // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 1 (45). С. 112-115.
8. Productivity of breeding pigs during marl feeding in areas with high density of soil pollution with radiocesium / A.G. Menyakina, L.N. Gamko, V.A. Streltsov, T.L. Talyzina // *BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020)*. EDP Sciences, 2020. С. 00033.
9. Соляник С.В., Соляник В.В., Соляник А.В. Зоогигиенические и зоотехнические референтные значения морфологических, биохимических, иммунологических параметров крови и уровня естественной резистентности организма свиней // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2019. № 2. С. 248-255

Информация об авторе:

С.И. Башина – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной и патологической морфологии и физиологии животных, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the author:

S.I. Bashina - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Normal and Pathological Morphology and Animal Physiology, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 25.06.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024.

The article was submitted 25.06.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Башина С.И.

Научная статья
УДК 636.2.084.413

СКАРМЛИВАЕМ ТЕЛЯТАМ-МОЛОЧНИКАМ ПРОБИОТИЧЕСКУЮ ДОБАВКУ

¹Анна Георгиевна Менякина, ¹Леонид Никифорович Гамко, ¹Дарья Николаевна Ткаченко,
²Иван Иванович Сидоров

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

²Брянский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных»,
Брянская область, Супонево, Россия

Аннотация. Приведены результаты научного исследования эффективности применения пробиотической добавки «КриптоЛайф», которую выпаивали ежедневно телятам-молочникам голштинизированной породы в возрасте от суточного до 3-х месячного возраста в дозе 3 г на голову в сутки в хозяйстве в Брянской области. Испытуемая кормовая добавка получена на живых (активных) дрожжах рода *Cryptococcus flavescens*. Для проведения научно-хозяйственного опыта методом пар-аналогов были сгруппированы телята по 10 голов, где одна группа получала рацион, сбалансированный по общей и энергетической питательности, согласно возрастным кормовым потребностям и являлась контролем, а второй добавляли к основному рациону кормовую добавку в указанной дозе. В каждом учетном периоде (1,2 и 3 месяц жизни) подопытных телят взвешивали, определяя из абсолютный и среднесуточный приросты. Полученные результаты свидетельствовали о более интенсивно протекающих обменных процессах в организме телят опытной группы, что нашло отражение в их превышающих контроль среднесуточных приростах. Так, по итогам взвешиваний в конце первого месяца среднесуточные приросты телят опытной группы были больше на 8,07%, второго месяца – на 24,1 и третьего месяца – 12,5%. Эффективность применения пробиотической добавки «КриптоЛайф», доказывает получение большего как среднесуточного, так и валового привеса (на 14,0%) в группе телят, ее получавших в течение первых трех месяцев жизни. Данные о составе цельной крови и ее сыворотки у подопытных телят выявляют тенденцию к оптимизации изученных ее показателей, что, свою очередь демонстрирует положительные сдвиги в течении обменных процессов, при этом не выходя за рамки принятых нормативных физиологических рамок. Подсчет экономической эффективности введения в рацион телят-молочников пробиотической добавки «КриптоЛайф» дал положительный результат - получение дополнительно дохода в размере 3,4 рубля на 1 рубль затрат.

Ключевые слова: телята-молочники, пробиотическая добавка, среднесуточные приросты, кормление телят.

Для цитирования: Скармливаем телятам-молочникам пробиотическую добавку / А.Г. Менякина, Л.Н. Гамко, Д.Н. Ткаченко, И.И. Сидоров // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 37-40.

Original article

WE FEED PROBIOTIC ADDITIVE TO VEAL CALVES

¹Anna G. Menyakina, ¹Leonid N. Gamko, ¹Dar'ya N. Tkachenko, ²Ivan I. Sidorov

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

²Bryansk Branch of FSBI "Federal Center for Animal Health Protection",
Bryansk Region, Suponevo, Russia

Abstract. Results of scientific study on the effectiveness of the probiotic additive «KriptoLaif», which was poured daily to veal calves of Holstein breed aged from daily to 3 months' age in dose of 3 g per head a day on a farm in the Bryansk region. The tested feed additive was obtained on live (active) yeasts of the genus *Cryptococcus flavescens*. To conduct scientific and economic experiment using the method of pairs-analogues, the calves of 10 heads were grouped, where one group received a diet balanced in terms of total and energy nutrition, according to age-related feed needs, and was a control, and the second group was added the feed additive to the main diet in the specified dose. In each accounting period (1, 2 and 3 months of life), the test calves were weighed, determining their absolute and average daily gains. The results showed that metabolic processes in the calves of the experimental group were more intense, that was reflected in their average daily gains exceeding the control. So, according to the results of weighings at the end of the first month, the average daily gains of calves in the experimental group were 8.07% higher, at the second month – 24.1% and at the third month – 12.5%. The effectiveness of using the probiotic additive «KriptoLaif» proves higher average daily and gross gains (14.0%) in the group of calves that received it during the first three months of life. Data on the composition of whole blood and its serum in experimental calves reveal a tendency to optimize the studied parameters, which, in turn, demonstrates positive changes in the course of metabolic processes, while not going beyond the accepted normative physiological framework. The calculation of the economic efficiency of introducing the probiotic additive «KriptoLaif» into the diet of veal calves gave a positive result - additional income in the amount of 3.4 rubles per 1 ruble of costs.

Keywords: veal calves, probiotic additive, average daily gains, calf feeding.

For citation: We feed probiotic additive to veal calves / A.G. Menyakina, L.N. Gamko, D.N. Tkachenko, I.I. Sidorov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 37-40.

Введение. Разработка методов для повышения сохранности молодняка крупного рогатого скота актуальна во избежание случаев рождения телят с признаками нарушения развития структуры и функций органов. Для повышения иммунитета организма телят в настоящее время активно используют пробиотики и пробиотические препараты, оказывающие выраженное стимулирующее воздействие на иммунную систему, а также влияющие на регуляцию кишечного биоценоза животного.

Ряд авторов изучая пробиотики установили: «...препараты пробиотического действия по эффективности применения не уступают антибиотикам, при этом они являются экологически безопасными, так как их использование позволяет получать продукцию животноводства, не содержащую остатков химиотерапевтического действия и антибиотических препаратов» [1 -6].

В исследованиях белорусских ученых (Долженкова Е.А., Шарейко Н.А., Яцко Н.А. с соавторами) установлена эффективность "Криптолайф-С", так как ими установлено «...повышение среднесуточного прироста и конечной живой массы у телят, по сравнению с контролем с одновременным снижением на 7,5% затрат обменной энергии на прирост» [7,8].

Цель исследований – изучить эффективность пробиотической добавки «КриптоЛайф» в повышении продуктивности телят.

Материал и методы. В основе исследования стояла цель - повысить поедаемость кормов, и, как следствие, повысить продуктивность у телят молочного периода путем применения пробиотической добавки «КриптоЛайф».

Материалом для исследования явилась кормовая пробиотическая добавка «КриптоЛайф» представляет собой добавку, полученную на живых (активных) дрожжах *Cryptococcus flavescens* - криптококк желтоватый, произрастающих в среде с молоком или отходами молочной переработки или внутри животного. Концентрация жизнеспособных дрожжевых грибов КОЕ/см³ - около 10⁷. Жидкость имеет однородную консистенцию без посторонних примесей, светло-кремовый цвет и запах топленого молока. Хранение препарата производится при температуре от 0,0 С⁰ и до 120 С⁰, без попадания прямых солнечных лучей. Срок годности добавки – 1 месяц с момента изготовления препарата. Производителем препарата является государственное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», что, по сути, является гарантией качества, производимой добавки. Кормовая пробиотическая добавка «КриптоЛайф», разработана производителями совместно с УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

В качестве объекта исследования были выбраны телята в период жизни - от рождения до трехмесячного возраста черно-пестрой породы (голландизированные). Телят содержали по установленной на сельскохозяйственном предприятии технологии – по группам и беспривязно.

Группы телят-молочников были сформированы по принципу сбалансированных групп. Пробиотик начинали выпаивать с первой дачей корма и продолжали до трёхмесячного возраста телят опытной группы.

Опытная группа получала необходимые корма с выпаиванием про-биотической добавкой «КриптоЛайф», контрольная же группа – в соответствии с нормами кормления телят, принятыми в хозяйстве. Состав испытуемой пробиотической добавки представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав пробиотической добавки «КриптоЛайф»

Вещество	Содержание в 1 кг препарата
сухое вещество	970 г
сырой жир	4 г
сырой протеин	117 г
фосфор	31 г
кальций	200,8 г
цинк	43,5 мг
марганец	42,3 мг
кобальт	0,7 мг
медь	13,5 мг

О физиологическом состоянии подопытных теля судили на основании полученных результатов исследования крови и измерения таких параметров как - температура тела, частота пульса и дыхания.

Изменения живой массы телят фиксировали ежемесячно и по результатам взвешиваний рассчитывали абсолютный и среднесуточный приросты, относительную скорость роста подопытных животных.

Каждая из групп была сформирована из 10 голов телят, схема кормления которых отражена в таблице 2.

Таблица 2 - Схема проведения исследований научно-хозяйственного опыта

Группа	Средний вес группы, кг.	Кормление телят
контрольная	30,7 ± 0,57	Основной рацион
опытная	29,8 ± 0,47	Основной рацион + 3г пробиотика ежедневно методом выпойки

В конце учетного периода для контроля физиологического состояния телят у них из хвостовой вены была взята кровь для анализа ряда показателей.

Все результаты, полученные в эксперименте, подвергли обработке методами вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Office.

Результаты и их обсуждение. Взвешивание телят ежемесячно дало возможность проанализировать динамику изменения живой массы телят и рассчитать среднесуточные приросты живой массы, показатели которых отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Изменение живой массы телят за период исследований при включении в рацион кормовой добавки «КриптоЛайф»

Показатель	Группа телят	
	Контрольная	Опытная
Средняя живая масса 1 головы в возрасте 1 мес., кг	44,54 ± 0,46	45,06 ± 0,34
Абсолютный прирост, кг	13,84 ± 0,16	15,30 ± 0,3
Среднесуточный прирост, кг	0,46 ± 0,01	0,50 ± 0,01
Средняя живая масса 1 головы в возрасте 2 мес., кг	62,08 ± 1,28	66,77 ± 1,79
Абсолютный прирост, кг	17,50 ± 0,83	21,70 ± 1,07
Среднесуточный прирост, кг	0,58 ± 0,04	0,72 ± 0,05*
Средняя живая масса 1 головы в возрасте 3 мес., кг	81,32 ± 1,81	87,50 ± 3,09
Абсолютный прирост, кг	19,24 ± 0,64	21,70 ± 1,14
Среднесуточный прирост, кг	0,64 ± 0,02	0,72 ± 0,04
Абсолютный прирост за период опыта, кг	50,62	57,70
Среднесуточный прирост за период опыта, кг	0,562 ± 0,03	0,641 ± 0,03

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Анализ полученных результатов по изменению живой массы подопытных животных свидетельствует о том, что животные, потреблявшие пробиотическую добавку «КриптоЛайф» отличались более интенсивными приростами. Взвешивание телят спустя первый месяц выпойки с молоком им кормовой добавки указывает на преимущество в скорости роста в сравнении с контрольными сверстниками, так как их среднесуточный прирост на 8,7% был больше. Свою эффективность и положительное влияние кормовая добавка подтверждает достоверно большим среднесуточным приростом по итогам взвешивания в конце второго месяца ее применения, та как данный показатель был достоверно больше на 140 г или на 24,1%. Та же тенденция сохранилась и на третьем месяце ее применения, о чем свидетельствуют среднесуточные приросты живой массы, которые были больше чем у телят в контроле на 12,5%. Такая динамика, по нашему мнению, указывает на тот факт, что дозировка пробиотика, возможно, должна быть увеличена на третьем месяце его применения, что, несомненно, в дальнейшем нужно исследовать. Однако, в целом за период исследования среднесуточные приросты телят, получавших пробиотический препарат были больше на 14,0% по сравнению с интактными животными.

Результаты морфо-биохимического состава крови телят в возрасте 3 месяцев представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Состав цельной крови и ее сыворотки подопытных телят в возрасте 90 дней при включении в рацион кормовой добавки «КриптоЛайф»

Показатели	Группы	
	Контрольная	Опытная
Гемоглобин, г/л	93,80 ± 0,83	95,60 ± 1,59
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,51 ± 0,09	7,88 ± 0,17
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	5,98 ± 0,33	6,20 ± 0,39
Общий белок, г/л	68,67 ± 3,42	71,00 ± 0,98
Глюкоза, ммоль/л	4,73 ± 0,6	4,93 ± 0,24
Мочевина, ммоль/л	5,56 ± 0,4	5,45 ± 0,34
Кальций, ммоль/л	2,7 ± 0,13	2,8 ± 0,16
Фосфор, ммоль/л	1,6 ± 0,11	1,7 ± 0,05

Установлено, что в образцах цельной крови у телят из опытной группы концентрация гемоглобина была на 1,8% больше, эритроцитов на 4,6% контрольных значений. Эти положительные сдвиги свидетельствуют об увеличении интенсивности обмена веществ и лучшей трансформации поступивших в организм телят питательных веществ. Общее количество белка в сыворотке крови телят опытной группы превышало на 3,2% подобный показатель в контрольной группе, что, несомненно, положительно сказалось на белковом обмене и отразилось в увеличении среднесуточных приростов живой массы. Схожие положительные изменения отмечены в углеводном обмене, так содержание глюкозы в сыворотке крови было на 4% больше у телят опытной группы, чем в контроле. По составу минеральных веществ большое значение имеет уровень содержания в сыворотке крови кальция и фосфора. Полученные нами данные по содержанию этих элементов свидетельствуют, что их показатели входили в пределы физиологической нормы. Однако, у телят опытной группы уровень кальция в сыворотке крови был выше на 3,5 %, а фосфора на - 5,8% аналогичных показателей в контрольной группе.

Вывод. Ежедневное применение пробиотической добавки «КриптоЛайф» телятам в дозе 3г/сутки на голову оказало положительное влияние на обменные процессы и способствовало более интенсивному их росту в молочный период.

Список источников

1. Крапивина Е.В., Сергеева Е.В., Иванов Д.В. Поглощительная способность нейтрофилов крови свиней при разных схемах использования биологически активной добавки // Свиноводство. 2021. № 8. С. 22-26.
2. Хайрова И.М. Динамика крови новорождённых телят при введении пробиотических препаратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 204-210.
3. Хайрова И.М., Петрова О.Г., Барашкин М.И. Оценка взаимодействия микробиома кишечника телят голштино-фризской породы и пероральных пробиотических препаратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (105). С. 251-255.
4. 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.
5. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Подольников В.Е. Продуктивность, обмен энергии и морфо-биохимические показатели крови под воздействием мергелесывороточной добавки у молодняка свиней на доращивании // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (85). С. 31-37.
6. Эленшлегер А.А., Утц С.А. Эффективность применения пробиотика "ВЕТОМ 1.2" для повышения уровня иммуноглобулинов в молозиве коров и в крови у коров и телят // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 11 (193). С. 85-91.
7. Интенсивность роста и использование кормов молодняком крупного рогатого скота при включении в рацион биоактивной добавки "Криптолайф-С" / Е.А. Долженкова, Н.А. Шарейко, Н.П. Разумовский, Д.Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2020. Т. 56, № 4. С. 93-96.
8. Долженкова Е.А. Использование энергии корма телятами и их продуктивность при скармливании кормовой добавки "КриптоЛайф-С" // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2017. Т. 53, № 4. С. 98-103.

Информация об авторах:

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

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

Д.Н. Ткаченко – магистрант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

И.И. Сидоров – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора Брянского филиала ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных».

Information about the authors:

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

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

D.N. Tkachenko – Undergraduate Student, Bryansk State Agrarian University.

I.I. Sidorov - Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director of Bryansk Branch of FSBI "Federal Center for Animal Health Protection".

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 23.01.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024, принята к публикации 31.05.2024.

The article was submitted 23.01.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 31.05.2024.

© Менякина А.Г., Гамко Л.Н., Ткаченко Д.Н., Сидоров И.И.

Научная статья
УДК 636.22/.28.087.72

ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО СКАРМЛИВАНИЯ В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА

Максим Андреевич Поздняков, Леонид Никифорович Гамко, Анна Георгиевна Менякина,
Валерий Егорович Подольников
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Скармливание лактирующим коровам симментальской породы в первом, втором и третьем периодах опыта кормов, общая энергетическая ценность которых составила 135 МДж обменной энергии, позволило установить степень влияния периодического скармливания разных доз доломитовой муки на уровень продуктивности коров и некоторые качественные показатели их молока. Включение доломитовой муки в суточной дозировке 50 г/голову в первом и 100 г во втором периодах опыта как компонента рациона дойных коров в итоге не оказало достоверного влияния на молочную продуктивность и в контрольной группе она составила 11,27, в опытной 11,37 кг. Кормовая добавка повлияла положительно - увеличив массовую долю жира в молоке (на 0,15%) в сравнении с интактными животными, не получавшими в составе рациона доломитовую муку. Учет надоенного молока на его количество в базисной жирности свидетельствует, что молочная продуктивность больше на 5,07% у коров опытной группы. Нами установлено, что увеличение суточной дозы доломитовой муки с 50 и 100 г до 120 г в третьем периоде научно-хозяйственного опыта фактический удой был больше на 5,15%. Существенным является тот факт, что за счёт увеличения жировой и белковой фракций в молоке от коров опытной группы в расчёте полученного молока базисной жирности, эта разница была более значительной и составила 6,80%. Использование в рационах лактирующих коров доломитовой муки в качестве источника минеральных веществ позволило улучшить качественные фракции белка в третьем периоде опыта - казеина на 0,03% и сывороточного белка на 0,07 в сравнении с контролем.

Ключевые слова: лактирующие коровы, симментальские коровы, доломитовая мука, продуктивность, жир, белок, казеин.

Для цитирования: Влияние периодического скармливания в рационах лактирующих коров доломитовой муки на продуктивность и качество молока / М.А. Поздняков, Л.Н. Гамко, А.Г. Менякина, В.Е. Подольников // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 41-44.

Original article

THE EFFECT OF PERIODIC FEEDING WITH DOLOMITE FLOUR ON MILK PRODUCTIVITY AND QUALITY IN THE DIETS OF LACTATING COWS

Maxim A. Pozdnyakov, Leonid N. Gamko, Anna G. Menyakina, Valery E. Podol'nikov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. Feeding lactating cows of the Simmental breed in the first, second and third periods of the feed experiment, the total energy value of which was 135 MJ of metabolic energy, allowed us to establish the degree of influence of periodic feeding of different doses of dolomite flour on the level of productivity of cows and some qualitative indicators of their milk. The inclusion of dolomite flour in a daily dosage of 50 g/head in the first and 100 g in the second periods of the experiment as a diet component of dairy cows ultimately did not have a reliable effect on milk productivity and in the control group it amounted to 11.27 kg, in the experimental – 11.37 kg. The feed additive had a positive effect by having increased the fat mass fraction in milk (by 0.15%) compared to intact animals that did not receive dolomite flour in their diet. Accounting for the amount of milk produced in terms of basic fat content indicates that milk productivity is 5.07% higher in the cows of the experimental group. We found that the increase in the daily dose of dolomite flour from 50 and 100 g to 120 g in the third period of scientific and economic experiment, the actual yield was 5.15% higher. It is significant that due to the increase in fat and protein fractions in milk from the cows of the experimental group in the calculation of the obtained milk of basic fat content, this difference was more significant and amounted to 6.80%. The use of dolomite flour in the diets of lactating cows as a source of minerals made it possible to improve the quality of protein fractions in the third period of the experiment - casein by 0.03% and whey protein by 0.07 compared with the control.

Keywords: lactating cows, Simmental cows, dolomite flour, productivity, fat, protein, casein.

For citation: The effect of periodic feeding with dolomite flour on milk productivity and quality in the diets of lactating cows / M.A. Pozdnyakov, L.N. Gamko, A.G. Menyakina, V.E. Podol'nikov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 41-44.

Введение. Производство молока и улучшение его качественных показателей в разных сельскохозяйственных организациях, расположенных на территориях загрязненных радионуклидами с высокой поверхностной плотностью и в отдалённом периоде является актуальной задачей [1,2,3,4]. На каждом этапе (сухостойный период, отел, раздой и пик лактации) физиологического цикла организм коровы требователен как к типу кормления, так и составу рациона, их смена, уровень и компонентность несомненно влияет на процессы пищеварения, что несомненно отражается на количественных и качественных показателях молочной продуктивности [5,6]. Для увеличения продуктивности дойных коров в состав их рационов включают не традиционные минеральные добавки, изучая их химический состав и физиологическое действие у разных видов животных и птицы. Ряд исследований указывают, что сорбирующие добавки, в том числе и природного происхождения, выполняют функцию регулятора как состава, так и концентрации электролитов желудочно-кишечного тракта, оптимизируют минеральный обмен и, конечно, кислотно-щелочное равновесие в организме животных и птицы [7,8]. Состав доломитовой муки содержит широкий спектр химических элементов, которые обладают высокой биологической особенностью и регулируют сложные физиологические процессы в обмене веществ. В этой связи требуется изучение скармливания лактирующим коровам данной кормовой добавки в составе их рационов. Цель наших исследований стало - установить степень влияния периодического скармливания доломитовой муки (как компонента рациона дойных коров) в разных суточных дозировках на уровень их молочной продуктивности и некоторые качественные показатели молока.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены в 2023 году на дойных коровах симментальской породы в Злынковском районе Брянской области. На первом этапе исследований была изучена токсикологическая безопасность доломитовой муки. В состав доломитовой муки входят: макроэлементы Ca – 37, K – 0,05, Mg – 0,16%, микроэлементы, Fe – 1,04, Cu – 0,0003, Mn – 0,02, Zn – 0,0005, Co – 0,00004, Mo - <0,00001, Ni – 0,0003%, встречаются сопутствующие элементы и частично токсичные элементы. Схема научно-хозяйственного опыта по скармливанию доломитовой муки приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Количество голов в опыте	Условия кормления		
I-контрольная	10	ОР (основной рацион)		
II-опытная	10	периоды опыта		
		I – 20 суток	II – 20 суток	III – 30 суток
		ОР + 50 г в сутки на голову доломитовой муки	ОР + 100 г в сутки на голову доломитовой муки	ОР + 120 г в сутки на голову доломитовой муки

Для проведения опыта из 20-ти коров было сформировано 2 группы по 10 голов в каждой с среднесуточным удоём 11,6 – 11,9 кг. Опыт включал три учетных периода - первые два периода продолжительностью по 20 суток, и третий – 30 суток. Во всех трёх периодах опыта скармливали количество доломитовой муки согласно схеме опыта. По результатам контрольных доек изучали влияние доломитовой муки при периодическом скармливании разных доз на молочную продуктивность коров и качество молока, в том числе в третьем учетном периоде определяли уровень казеина. На анализаторе «Клевер-2» установили содержание жира и белка в молоке подопытных животных. В состав основного рациона включали: в первые два периода: сена разнотравного – 7 кг, травы пастбищной – 18 кг, концентратов – 5 кг, а также по 100 г кормового мела и по 80 г поваренной соли в расчёте на голову в сутки на голову.

Результаты и обсуждение. На протяжении всех трех учетных периодов вели учет за поедаемостью рациона, обогащенного доломитовой мукой коровами опытной группы. Наблюдениями установлено, что первые два дня корма рациона животными поедались не полностью за счёт специфического запаха доломитовой муки. В дальнейшем коровы привыкли к этому запаху и вкусу добавки, и кормосмесь поедалась полностью. Показатели молочной продуктивности коров в первом и втором учетных периодах приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Показатели продуктивности лактирующих коров и некоторых данных характеризующих качество молока

Показатель	Группа	
	I-контрольная	II-опытная
Среднесуточный удой молока при постановке на опыт, кг./гол.	11,6±1,38	11,9±1,49
Содержится в молоке, %		
жира	3,80±0,02	3,75±0,06
белка	2,94±0,01	2,92±0,01
Среднесуточный удой молока за первый учетный период, кг./гол.	11,7±1,41	11,5±1,68
Содержится в молоке, %		
жира	3,62±0,05	3,70±0,04
белка	2,91±0,02	2,92±0,01
Среднесуточный удой молока за второй учетный период, кг./гол.	10,05±1,44	10,7±1,63
Содержится в молоке, %		
жира	3,63±0,06	3,78±0,07
белка	2,93±0,02	2,91±0,01
Среднесуточный удой молока за два периода опыта, кг/гол	11,27±1,43	11,37±1,65
% к контролю	100,0	100,09
Содержится в молоке, %		
жира	3,63±0,05	3,78±0,06
белка	2,93±0,02	2,91±0,01
Среднесуточный удой молока базисной жирности за 2 учетных периода, кг/гол.	12,03	12,64
% к контролю	100,0	105,07
Получено всего молока базисной жирности за два периода опыта (40 дней), кг/гол.	481,2	505,6

Результаты, полученные в научно-хозяйственном опыте, свидетельствуют, что использование доломитовой муки в разных дозировках в первом (50 г) и втором (100 г) периодах исследований не оказало достоверного влияния на уровень молочной продуктивности коров. Среднесуточный удой молока за два периода опыта практически был одинаков и составил в контрольной группе 11,27 кг, и в опытной 11,37 кг, массовая доля жира в молоке соответственно была 3,63 и 3,78%. Учетные показатели продуктивности лактирующих коров в третьем периоде, в котором коровам опытной группы скармливали в составе рациона 120 г доломитовой муки в сутки на голову в течение 30 суток приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Показатели продуктивности лактирующих коров и некоторых данных характеризующих качество молока в третьем учетном периоде опыта

Показатель	Группа	
	I-контрольная	II-опытная
Среднесуточный удой молока, кг./гол.	9,7±1,67	10,2±1,83
% к контрольной группе	100,0	105,15
Содержание жира в молоке, %	3,92±0,05	3,98±0,08
Содержание белка в молоке, %	3,00±0,02	3,10±0,02
Содержание казеина в молоке, %	2,58±0,15	2,61±0,17
Содержание сывороточного белка в молоке, %	0,42±0,03	0,49±0,04
Среднесуточный удой молока базисной жирности, кг./гол.	11,18	11,94
% к контролю	100,0	106,8
Надоено молока базисной жирности, кг./гол.	335,4	358,2

Приведенные данные указывают на то, включение доломитовой муки в состав рациона лактирующим коровам способствовало увеличению содержания жира в молоке и фракций белка в молоке, при этом фактически не оказав достоверного влияния на уровень молочной продуктивности в данный период. Однако, доказано, что увеличение суточной дозировки кормовой добавки до 120 г дало существенную разницу (6,8%) по среднесуточному удою молока базисной жирности в пользу коров, получавших с рационом доломитовую муку.

Заключение. Периодическое скармливание лактирующим коровам разных доз доломитовой муки способствовало улучшению качественных показателей молока, в частности жира на 0,5%, увеличению удоя в третьем периоде в пересчете на базисную жирность молока на 6,8% в сравнении с контрольной группой.

Список источников

1. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ¹³⁷Cs на территории юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.М. Белоус, П.В. Прудников, А.М. Щеглов и др. // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2019. Т. 28, № 3. С. 36-46.
2. Проблемы производства сельскими поселениями органических продуктов и пути их решения / Н.А. Соколов, Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, М.А. Бабьяк // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (77). С. 65-77.
3. Соколова Е.И., Гамко Л.Н. Использование в рационах дойных коров ферроцианидсодержащих препаратов и их влияние на снижение цезия-137 в продукции // Зоотехния. 2020. № 7. С. 11-14.
4. Соколова Е.И., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Эффективность применения сорбирующих добавок в рационах дойных коров в зоне радиоактивного загрязнения // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 150-154.
5. Малявко И.В., Лебедев Е.Я., Малявко В. А. Влияние авансированного кормления нетелей в предотельный период на усвоение азота в период раздоя // Зоотехния. 2021. № 3. С. 17-21.
6. Применение кормовой добавки "Мегабуст Румен" в рационах кормления высокопродуктивных коров / С.И. Шепелев, С.Е. Яковлева, Е.А. Лемеш, В.А. Стрельцов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 270-276.
7. Результаты исследования эффективности действия сорбента фитобиотика Заслона-Фито в рационах дойных коров / Е.А. Ёылдырым, Л.А. Ильина, В.В. Солдатова и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 1. С. 154-160.
8. Эффективность использования обращенно-фазового сорбента на полисиликатной основе в рационах высокопродуктивных коров в период раздоя / М.Г. Чабаяев, Р.В. Некрасов, Е.Ю. Цис и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 191-202.
9. Хоггуи М., Крупин Е.О., Гайнуллина М.К. Качество молока и динамика продуктивности коров при использовании в рационах пробиотиков и цеолита // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т. 254, № 2. С. 292-298.
10. Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков / Е.О. Крупин, М.К. Гайнуллина, Ш.К. Шакиров, М. Хоггуи // Аграрная наука. 2023. № 6. С. 39-44.
11. Характеристика жирнокислотного состава молока коров при включении в их рацион активированных и обогащенных кремнийсодержащих добавок / В.В. Ахметова, С.В. Дежаткина, Н.А. Феоктистова и др. // Аграрная наука. 2023. № 1. С. 39-43.
12. Химический состав и качество молока при введении в рацион коров добавки на основе модифицированного диатомита / Ш.Р. Зялалов, С.В. Дежаткина, А.З. Мухитов и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243, № 3. С. 97-102.

Информация об авторах:

М.А. Поздняков - аспирант кафедры кормления, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

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

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

Information about the authors:

M.A. Pozdnyakov - postgraduate student of the the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University.

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

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

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

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 23.01.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024, принята к публикации 31.05.2024.

The article was submitted 23.01.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 31.05.2024.

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

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

Научная статья
УДК 631.354.2.076

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРУЗКИ
НАКЛОННОЙ КАМЕРЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

**Сергей Викторович Тронеv, Алексей Иванович Ряднов,
Дмитрий Григорьевич Жуковский, Владислав Сергеевич Новиков**
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоградская область, Волгоград, Россия

Аннотация. Современные конструкции жаток, которые применяются для прямого комбайнирования зерновых культур, обладают широким диапазоном регулировок. Визуальная оценка технологического процесса среза и транспортировки хлебной массы к наклонной камере затрудняет оптимизацию регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов жатки зерноуборочного комбайна. Цель исследования – теоретически определить условия равновесия и углового перемещения транспортера цепного для обоснования применения автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна при оптимизации регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов. Рассмотрены два варианта положения транспортера цепного: первый вариант – транспортер цепной опирается на опору корпуса наклонной камеры во время работы; второй – транспортер цепной во время работы опирается на сжатую хлебную массу. Установлено, чтобы обеспечить равновесие системы для первого варианта положения транспортера цепного необходимо наличие реакция опоры, а для второго варианта – наличие постоянной нормальной силы воздействия хлебной массы на него. Из дифференциального уравнения углового перемещения транспортера цепного относительно подшипниковой опоры верхнего вала следует, что отклонение транспортера цепного от установившегося среднего значения определяется только переменной гармонического колебания нормальной силы воздействия хлебной массы на него. При снижении подачи хлебной массы или нормальной силы воздействия хлебной массы возникает удар от воздействия транспортера цепного на опору. Фиксация ударов с помощью сигналов от пьезоэлектрических датчиков осуществляется с помощью автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры в виде двух осциллограмм. По наличию пиковых значений сигналов на осциллограммах, вызванных неравномерной подачей хлебной массы в наклонной камере, комбайнер принимает решения по оптимизации регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов жатки зерноуборочного комбайна.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, наклонная камера, транспортер цепной, равновесие системы, угловое перемещение, автоматическая система контроля.

Для цитирования: Обоснование применения автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна / С.В. Тронеv, А.И. Ряднов, Д.Г. Жуковский, В.С. Новиков // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 45-50.

Original article

**JUSTIFICATION OF APPLYING AN AUTOMATIC SYSTEM TO CONTROL
LOADING OF INCLINED CHAMBER OF COMBINE HARVESTER**

Sergey V. Tronev, Alexey I. Ryadnov, Dmitry G. Zhukovsky, Vladislav S. Novikov
Volgograd State Agrarian University, Volgograd region, Volgograd, Russia

Abstract. Modern designs of headers, which are used for direct combining of grain crops, have a wide range of adjustments. Visual evaluation of the technological process of cutting and transporting the grain mass to the inclined chamber makes it difficult to optimize the adjustment parameters and operating modes of the operating mechanisms of the combine harvester header. The purpose of the study is to theoretically determine the conditions of equilibrium and angular movement of a chain conveyor to justify the application of an automatic system for controlling the loading of the inclined chamber of the combine harvester while optimizing the adjustment parameters and operating modes of the operating mechanisms. Two options for the position of the chain conveyor are considered: the first option - the chain conveyor rests on the support of the inclined chamber during operation; the second - the chain conveyor during operation rests on the compressed grain mass. It is established that in order to ensure the system equilibrium for the first variant of the chain conveyor position it is necessary to have the support reaction, and for the second variant, - the existence of a constant normal force of the action of the bread mass on it. From the differential equation of the angular dis-

placement of the conveyor chain relative to the bearing support of the upper shaft it follows that the deviation of the chain conveyor from the established average value is determined only by the variable of the harmonic oscillation of the normal force of influence of the grain mass on it. When the feeding of grain mass or the normal force of influence of the grain mass decreases, a shock from the impact of the chain conveyor on the support occurs. The impact detection is carried out by means of signals from piezoelectric sensors with the help of an automatic two-oscillogram control system of the inclined chamber loading. Based on peak values of the signals in the oscillograms caused by uneven flow of grain mass in the inclined chamber, the combine driver makes decisions to optimize the adjustment parameters and operating modes of the combine harvester header.

Keywords: combine harvester, inclined chamber, chain conveyor, system equilibrium, angular displacement, automatic control system.

For citation: Justification of applying an automatic system to control loading of an inclined chamber of a combine harvester / S.V. Tronev, A.I. Ryadnov, D.G. Zhukovsky, V.S. Novikov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 45-50.

Введение. Прямое комбайнирование зерновых культур, выполняемое комбайнами с жатками, производится при различном агробиологическом состоянии хлебостоя. Поэтому современные конструкции жаток обладают широким диапазоном регулировок исполнительных механизмов (мотовила, режущего аппарата и шнека) [1,2,3]. Оценка технологического процесса среза и транспортировки хлебной массы к наклонной камере осуществляется, в основном, визуально или с помощью сложных систем [4,5], что затрудняет оптимизацию регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов жатки зерноуборочного комбайна. Логическим решением, которое было выполнено учеными РГАТУ, является применение на зерноуборочном комбайне устройства контроля технологического процесса, в котором датчик в виде потенциометра установлен на пружинном натяжителе корпуса наклонной камеры [6,7]. Дальнейшее развитие автоматических систем, применяемых для контроля технологических процессов работы зерноуборочного комбайна, является актуальной задачей.

Цель исследования – теоретически определить условия равновесия и углового перемещения транспортера цепного для обоснования применения автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна, используемой при оптимизации регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов.

Материалы и методы. Наклонная камера зерноуборочного комбайна включает корпус, в котором размещен транспортер цепной. Верхний вал транспортера цепного установлен в подшипниковых опорах каркаса корпуса и на него передается крутящий момент от привода наклонной камеры. Нижний вал свободно опирается на каркас корпуса через опору. Свободная установка нижнего вала дает возможность захватывать увеличенную порцию хлебной массы в момент ее поступления в наклонную камеру. После поступления в наклонную камеру хлебная масса попадает в замкнутое суживающее пространство между планками транспортера цепного и днищем каркаса, где происходит ее сжатие под действием силы тяжести транспортера. Если сила сжатой хлебной массы, поступающей в наклонную камеру, превышает силу тяжести транспортера, то он отрывается от опоры каркаса. Так как транспортер цепной опирается на сжатую хлебную массу, то он находится в плавающем состоянии. Соответственно, такая компоновка наклонной камеры называется с плавающим типом транспортера.

Рассмотрим два варианта положения транспортера цепного: первый вариант – транспортер цепной опирается на опору корпуса наклонной камеры во время работы; второй – транспортер цепной во время работы опирается на сжатую хлебную массу.

Для первого варианта с упрощением будем считать, что транспортер цепной это балка 1 (рис. 1), которая закреплена на вращающемся шарнире (верхний вал) 2 и опирается на подвижный шарнир (упор) 3. Сила тяжести G балки 1 сосредоточена в центре ее массы, нормальная сила воздействия N_{cp} сжатой хлебной массы 4 между балкой 1 и днищем корпуса наклонной камеры 5 сосредоточена в средней части балки 1. Условием устойчивости транспортеры цепного в статике является постоянный угол наклона балки φ :

$$\sum(\bar{R}, \bar{G}, \bar{N}) = 0, \quad (1)$$

$$\sum M_0(\bar{R}, \bar{G}, \bar{N}) = 0. \quad (2)$$

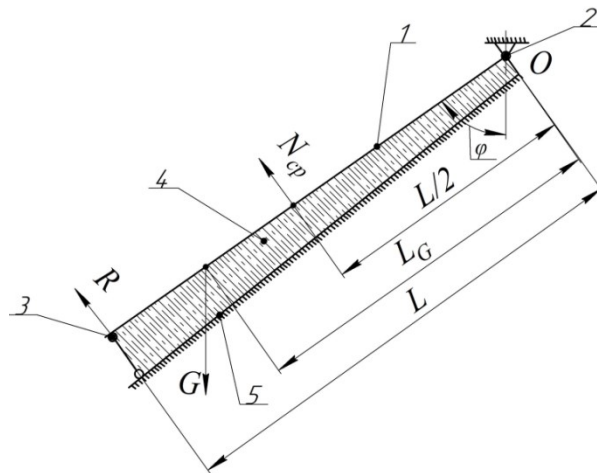


Рисунок 1 – Схема положения транспортера цепного – первый вариант

Статическое равновесие транспортера цепного для первого варианта описывается уравнение:

$$R_0 L - GL_G \sin \varphi_0 + N_0(L/2) = 0 \tag{3}$$

где R_0 – реакция опоры при статическом равновесии, Н; L – расстояние от вращающегося шарнира до подвижного шарнира, м; G – сила тяжести балки, Н; L_G – расстояние от вращающегося шарнира до центра массы балки, м; φ_0 – угол наклона балки при статическом равновесии, рад.; N_0 – нормальная сила воздействия хлебной массы на балку при статическом равновесии, Н.

Выразим нормальную силу воздействия хлебной массы на балку при статическом равновесии для первого варианта:

$$N_0 = 2 \left(\frac{GL_G \sin \varphi_0}{L} - R_0 \right). \tag{4}$$

Из выражения (4) следует: для обеспечения равновесия системы для первого варианта положения транспортера цепного необходимо чтобы реакция опоры $R_0 \geq 0$ или нормальная сила воздействия хлебной массы на балку должна находиться в диапазоне:

$$0 \leq N_0 \leq 2 \frac{GL_G \sin \varphi_0}{L} \tag{5}$$

Для второго варианта будем считать, что балка (транспортер цепной) 1 (рис. 2) закреплена на вращающемся шарнире (верхний вал) 2 и опирается на сжатую хлебную массу 4 между балкой 1 и дном корпуса наклонной камеры 5. Условием устойчивости балки в статике является:

$$\sum (\bar{G}, \bar{N}) = 0 \tag{6}$$

$$\sum M_0(\bar{G}, \bar{N}) = 0 \tag{7}$$

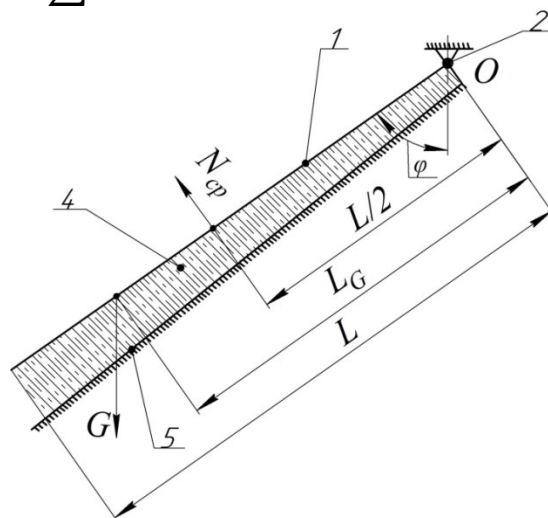


Рисунок 2 – Схема положения транспортера цепного – второй вариант

Статическое равновесие балки для второго варианта описывается уравнением:

$$N_0(L/2) - GL_G \sin \varphi_0 = 0 \tag{8}$$

Выразим среднюю нормальную сила воздействия хлебной массы на балку при статическом равновесии для второго варианта:

$$N_0 = 2 \frac{GL_G \sin \varphi_0}{L} = \text{Conct} \quad (9)$$

Из выражения (9) следует: для обеспечения равновесия системы для второго вариантов положения транспортера цепного необходимо сохранять постоянство нормальной силы воздействия хлебной массы на него. При этом подача хлебной массы в замкнутое суживающее пространство между планками транспортера цепного и днищем каркаса должна быть равномерной.

Поскольку условие равномерной подача хлебной массы или постоянство нормальной силы воздействия хлебной массы на транспортер цепной редко выполнимо, то это приводит к нарушению равновесия транспортера цепного.

Составим дифференциальные уравнения углового перемещения балки относительно подшипниковой опоры верхнего вала. Опишем характер движения транспортера цепного дифференциальным уравнением на основе принципа Даламбера:

$$\ddot{\varphi} = N_0 (L/2) - GL_G \sin \varphi_0, \quad (10)$$

где I – момент инерции транспортера цепного относительно оси верхнего вала, кг м².

Так как перемещение транспортера цепного в каркасе наклонной камеры ограничено габаритными размерами, то можно считать отклонения балки от установившего среднего значения достаточно малыми. В этом случае можно отметить, что

$$\varphi = \varphi_0 \pm \Delta\varphi \quad (11)$$

а также учесть в дальнейшем, что для малых углов $\sin \Delta\varphi \approx \Delta\varphi$ и $\cos \Delta\varphi \approx 1$.

Представим нормальную силу воздействия хлебной массы на балку в виде суммы среднего значения и переменной гармонического колебания:

$$N_0 = N_{cp0} + \Delta N \sin(\omega t + \alpha_0) \quad (12)$$

где N_{cp0} – средняя нормальная сила воздействия хлебной массы на балку, Н; ΔN – амплитуда колебаний нормальной силы воздействия хлебной массы на балку, Н; ω – циклическая частота, с⁻¹; t – текущее время, с; α_0 – начальная фаза колебания, рад.

Выполнив подстановку выражений (11) и (12) в выражение (10), получим:

$$I(\varphi_0 \pm \Delta\varphi)'' = N_{cp0} (L/2) \sin\left(\frac{\pi}{2} \pm \Delta\varphi\right) + \Delta N (L/2) \sin\left(\frac{\pi}{2} \pm \Delta\varphi\right) - GL_G \sin(\varphi_0 \pm \Delta\varphi) \quad (13)$$

Далее в выражении (13) представим синус суммы и разности двух углов в развернутом виде:

$$\begin{aligned} I(\varphi_0 \pm \Delta\varphi)'' = & N_{cp0} (L/2) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cos \Delta\varphi \pm N_{cp0} (L/2) \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \sin \Delta\varphi + \\ & + \Delta N (L/2) \sin(\omega t + \alpha_0) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cos \Delta\varphi \pm \Delta N (L/2) \sin(\omega t + \alpha_0) \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \sin \Delta\varphi - \\ & - GL_G \sin \varphi_0 \cos \Delta\varphi \mp GL_G \cos \varphi_0 \sin \Delta\varphi. \end{aligned} \quad (14)$$

С учетом свойств малых углов выражение (14) можно представить в упрощенном виде:

$$I(\varphi_0 \pm \Delta\varphi)'' = N_{cp0} (L/2) + \Delta N (L/2) \sin(\omega t + \alpha_0) - GL_G \sin \varphi_0 \mp GL_G \cos \varphi_0 \Delta\varphi \quad (15)$$

Применив условие статики, приведенное в уравнении (8), выражение (15) примет вид:

$$I(\varphi_0 \pm \Delta\varphi)'' = \Delta N (L/2) \sin(\omega t + \alpha_0) \mp GL_G \cos \varphi_0 \Delta\varphi \quad (16)$$

Постоянные величины обозначим величиной A , тогда уравнение (16) можно представить в виде:

$$I(\varphi_0 \pm \Delta\varphi)'' = \Delta N (L/2) \sin(\omega t + \alpha_0) \mp A \Delta\varphi \quad (17)$$

Из выражения (17) следует, что отклонения транспортера цепного от установившего среднего значения определяется только переменной гармонического колебания нормальной силы воздействия хлебной массы на него. Соответственно, если подача хлебной массы или нормальная сила воздействия хлебной массы снижается ниже значения, определяемого выражением (5), то транспортер цепной переходит из второго варианта в первый вариант положения. При этом в опоре возникает удар от воздействия транспортера цепного.

Результаты и их обсуждение. Используя условие возникновения удара в опоре каркаса наклонной камеры при снижении подачи или воздействия хлебной массы на транспортер цепной учеными Волгоградского ГАУ разработана автоматическая система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна. Данная система включает два пьезоэлектрических датчика 1 (ПД 1) и 2 (ПД 2), которые крепятся на двух опорах транспортера цепного, усилитель-формирователь 3 (УФ), два компаратора 4 (К1) и 5 (К2), блок управления 6 (БУ) и дисплей 7 (Д) (рис. 3) [8].

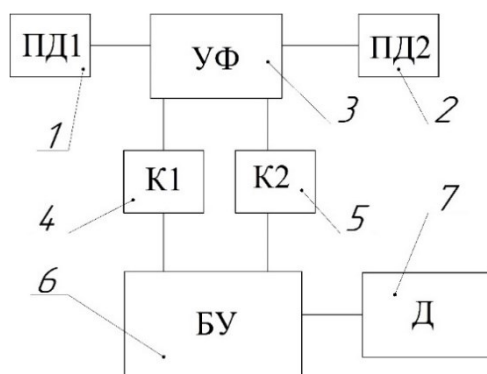


Рисунок 3 – Автоматическая система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна

Автоматическая система контроля загрузки наклонной камеры работает следующим образом. Если во время работы зерноуборочного комбайна исполнительные механизмы жатки имеют неоптимальные регулировочные параметры или режимы работы, то хлебная масса поступает в наклонную камеру неравномерно. Это вызывает колебания нормальной силы воздействия хлебной массы на транспортер цепной наклонной камеры. Поэтому транспортер цепной совершает угловые перемещения и переходит из второго варианта в первый вариант, что приводит к ударам по опорам. Из-за ударов в пьезоэлектрических датчиках формируются сигналы, которые поступают через усилитель-формирователь, компараторы на блок управления, и далее выводятся на дисплей в виде двух осциллограмм (рис. 4).

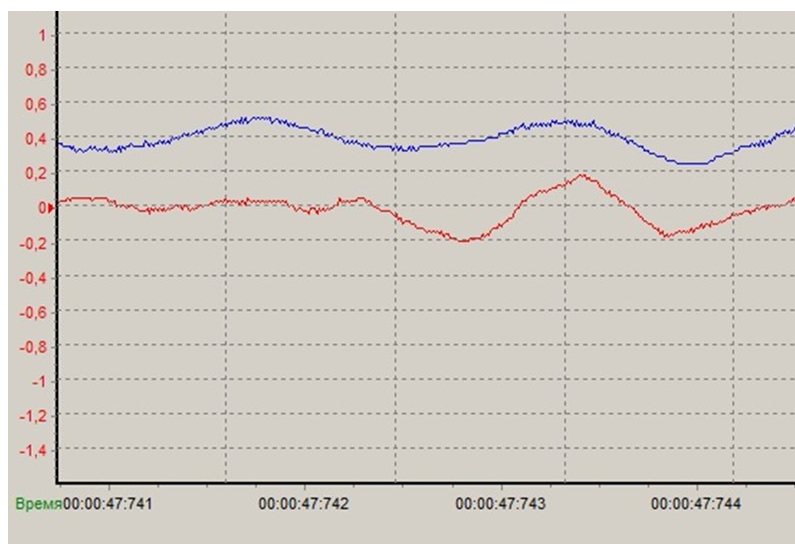


Рисунок 4 – Фрагмент осциллограммы на дисплее автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры

По наличию пиковых значений сигналов на осциллограммах, вызванных неравномерной подаче хлебной массы в наклонной камере, комбайнер принимает решения по оптимизации регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов жатки зерноуборочного комбайна.

Выводы. 1. Существуют два варианта положения транспортера цепного: первый вариант – транспортер цепной опирается на опору корпуса наклонной камеры во время работы; второй – транспортер цепной во время работы опирается на сжатую хлебную массу.

2. Для обеспечения равновесие системы для первого варианта положения транспортера цепного необходимо наличие реакция опоры, а для второго варианта – наличие постоянной нормальной силы воздействия хлебной массы на него.

3. Отклонение транспортера цепного от установившего среднего значения определяется только переменной гармонического колебания нормальной силы воздействия хлебной массы на него. При снижении подачи хлебной массы или нормальной силы воздействия хлебной массы возникает удар от воздействия транспортера цепного на опору.

4. Фиксация ударов с помощью сигналов от пьезоэлектрических датчиков осуществляется с помощью автоматической системы контроля загрузки наклонной камеры в виде двух осциллограмм. По наличию пиковых значений сигналов на осциллограммах, вызванных неравномерной подаче хлебной массы в наклонной камере, комбайнер принимает решения по оптимизации регулировочных параметров и режимов работы исполнительных механизмов жатки зерноуборочного комбайна.

Список источников

1. Жатка РСМ-081.27. Руководство по эксплуатации. Версия 5 / ООО «КЗ «Ростсельмаш». Ростов-на-Дону: ООО «КЗ «Ростсельмаш», 75 с.
2. Жатка для уборки сои RSM FS-500 "Float Stream". Руководство по эксплуатации. FS-500.00.00.000 РЭ / АО «Клевер». Ростов-на-Дону: АО «Клевер», 78 с.
3. Жатка для зерновых культур ЖЗК-9. Руководство по эксплуатации. КЗК-9-1-1500000Б РЭ / ОАО «ГЗЛ и Н». Гомель: ОАО «ГЗЛ и Н», 2022. 66 с.
4. Способ эксплуатации сельскохозяйственной рабочей машины: пат. 2621252 Рос Федерация, А01В 59/00, А01D 84/00, В60D 1/62 / Бюрманн Доминик, Кольхазе Мартин и Бешорн Удо; заявитель и патентообладатель КЛААС Зельбстфаренде Эрнтемашинен ГмбХ (DE). № 2013150610; заявл. 14.11.2013; опубл. 01.06.2017, Бюл. № 16.
5. Сельскохозяйственная уборочная машина: пат. 2727648 Рос Федерация, А01D 41/127 / Вилькен Андреас, Хайтман Кристоф, Борманн Бастиан, Баумгартен Йоахим, Ной Себастьян, Кеттельхойт Борис; заявитель и патентообладатель КЛААС Зельбстфаренде Эрнтемашинен ГмбХ (DE). № 2016132949; заявл. 10.08.2016; опубл. 22.07.2020, Бюл. № 21.
6. Теоретическое обоснование необходимости использования системы контроля загрузки зерноуборочного комбайна / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, В.В. Фокин, Р.В. Безносюк // Вестник РГАТУ. 2017. № 1 (33). С 59-63.
7. Устрой контроля технологического процесса зерноуборочного комбайна: пат. 152481 Рос Федерация, МПК А01F 41/127 / Костенко М.Ю., Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Фокин В.В., Голиков А.А., Тетерина О.А., Гусев А.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГАТУ. № 2015107112/13; заявл. 02.03.2015; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16.
8. Автоматическая система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна: пат. 2711805 Рос Федерация, А01D 41/127, А01D 41/1271/ Ряднов А.И., Тронеv С.В., Скворцов И.П., Семченко А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. № 2019112348; заявл. 23.04.2019; опубл.: 22.01.2020, Бюл. № 3.

Информация об авторах:

С.В. Тронеv – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, stronev@mail.ru.

А.И. Ряднов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, заслуженный работник высшей школы РФ, alex.rjadnov@mail.ru.

Д.Г. Жуковский – аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ acdsee_85@mail.ru.

В.С. Новиков – аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, vled95_novikov@mail.ru.

Information about the authors:

S.V. Tronev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Operation and Technical Service of Machines in Agriculture", Volgograd State Agrarian University, stronev@mail.ru.

A. I. Ryadnov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department "Operation and Technical Service of Machines in Agriculture ", Volgograd State Agrarian University, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, alex.rjadnov@mail.ru.

D.G. Zhukovsky – Postgraduate Student of the Department "Operation and Technical Service of Machines in Agriculture ", Volgograd State Agrarian University, acdsee_85@mail.ru.

V.S. Novikov – Postgraduate Student of the Department "Operation and Technical Service of Machines in Agriculture ", Volgograd State Agrarian University, vled95_novikov@mail.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 18.04.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024 .

The article was submitted 18.04.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Тронеv С.В., Ряднов А.И., Жуковский Д.Г., Новиков В.С.

Научная статья
УДК 631.243.2

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАМБОВЩИКОВ ПРИ ЗАКЛАДКЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ В ХРАНИЛИЩА ТРАНШЕЙНОГО ТИПА

¹Игорь Викторович Дубень, ¹Степан Иванович Козлов, ²Василий Михайлович Кузюр,
²Сергей Иванович Будко

¹УО Барановичский государственный университет, Барановичи, Республика Беларусь
²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Рассмотрены преимущества использования специализированных машин различных типов для трамбовки зеленой массы при закладке силоса и сенажа в траншеи. Теоретически определено количество проходов агрегата, необходимых для однократного уплотнения массы в траншее трактором без трамбовщика и с трамбовщиком. Главным преимуществом агрегатов для уплотнения зеленой массы является увеличение площади обрабатываемой поверхности: если при трамбовке только колесами трактора уплотнение происходит только по следам колес, то при использовании трамбовщиков - по всей ширине захвата, включая просвет между колесами. Совершенствования водоналивных дисковых трамбовщиков состоят в применении модульной конструкции катков с дисками, оптимизации расположения модулей с учетом колеи агрегируемых энергетических средств, а также применении вместо гладких дисков сегментных рабочих органов, расположенных в шахматном порядке.

Ключевые слова: зеленая масса, силос, сенаж, сенажная траншея, трамбовщик

Для цитирования: Обоснование эффективности трамбовщиков при закладке зеленой массы в хранилища траншейного типа / И.В. Дубень, С.И. Козлов, В.М. Кузюр, С.И. Будко // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 51-55.

Original article

JUSTIFICATION OF THE RAMMERS EFFICIENCY WHEN PLACING GREEN MASS INTO TRENCH-TYPE STORAGE

¹Igor' V. Duben', ¹Stepan I. Kozlov, ²Vasily M. Kuzyur, ²Sergey I. Budko

¹Baranovichi State University, Baranovichi, Republic of Belarus
²Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The advantages of using specialized machines of various types for ramming green mass when laying silage and haylage in the trenches have been considered. Theoretically, the number of the unit passes required for a single compaction of the green mass in the trench by a tractor without a rammer and with a rammer has been determined. The main advantage of aggregates for compacting green mass is an increase in the area of the treated surface: if, when ramming only with tractor wheels, the compaction occurs only along the tracks of the wheels, then when using rammers, it occurs across the entire width of the grip, including the clearance between the wheels. The improvements of the water-filling disk rammers consist in the use of a modular design of rollers with disks, optimization of the module location taking into account the track of aggregated power equipment, as well as the use of segmented working bodies, arranged in chess order instead of smooth disks.

Keywords: green mass, silage, haylage, haylage trench, rammer.

For citation: Justification of the rammers efficiency when placing green mass into trench-type storages / I.V. Duben', S.I. Kozlov, V.M. Kuzyur, S.I. Budko // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 51-55.

Введение. Постановка задачи. Важными условиями получения качественного силоса и сенажа при закладке и хранении в траншеях является равномерное распределение и тщательное уплотнение зеленой массы. Слой ежедневно укладываемой должен составлять не менее 80 см, плотность укладки при влажности массы 70% и ниже - 650...700 кг/м³, свыше 70% - 700...800 кг/м³. При влажности сырья 70...75% уплотнение должно производиться в течение 3...4 часов после завершения подвозки массы, и только при влажности более 75% - только в процессе укладки и разравнивания (*Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. 74 с.; Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты заготовки кормов из трав: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск, 2011. 73 с.)*

Уплотнение зеленой массы (трамбовка) обычно осуществляется путем многократного прохода колесной техники с большим удельным контактным давлением на грунт (тракторы тягового класса 5-8, погрузчики «Амкор 352С» и др.). Использование тракторов только с бульдозерными навесками приводит к неоправданному увеличению расхода топлива, материальных и трудовых затрат из-за большого количества необходимых рабочих ходов агрегата. Таким образом, проблема создания и совершенствования средств механизации, обеспечивающих быстрое и качественное распределение и уплотнение силосуемого сырья в горизонтальных траншеях, имеет высокую практическую значимость для современного сельскохозяйственного производства страны.

Результаты эксперимента. Анализ эксперимента. В современном сельскохозяйственном производстве получают распространение специализированные машины для трамбовки зеленой массы различных типов, что позволяет существенно увеличить давление рабочих органов, обеспечить большую плотность массы в сравнении с обычным прикатыванием колесами трактора, тем самым сократить необходимое количество проходов до достижения требуемой плотности массы и сократить расход топлива.

Например, навесные трамбовщики «Геркулес» фирмы «Этра» (Россия, г. Шебекино) имеют от 9 до 13 железнодорожных колес, предназначены для агрегатирования с тракторами мощностью от 180 до 250 л.с. Масса орудия составляет от 3,3 до 45 т [1]. Аналогичные по конструкции трамбовщики силоса ТСК-2,6 и ТСК-3.0 производства (ОАО «Вятка-АгроДизель», г. Киров, Россия) предназначены для агрегатирования с тракторами Т-150 и К-701. По заявлениям производителя, трамбовщик массой 3800...4500 (при числе железнодорожных колес от 9 до 13) обеспечивает уплотнение силосной массы до плотности 750 кг/м^2 за два прохода по слою силоса толщиной не более 200 мм. Создаваемое удельное давление при толщине свежееуложенного слоя до 200 мм - $1,7 \text{ кгс/см}^2$. Допускается работа на поперечных уклонах крутизной не более 50% [2]. В Беларуси разработан аналогичный по конструкции уплотнитель зеленой массы КУС-3,1 [3].

Альтернативой являются различные варианты конструкций дисковых трамбовщиков, в которых рабочим органом служит водоналивной барабан с периодически расположенными на его наружной поверхности дисками толщиной 12...20 мм. К примеру, трамбовщик силоса и сенажа КТ-3 (ООО «Компания ЛоГус», Россия) оборудован одним водоналивным катком с 12 дисками, выступающими на 15 см. Рабочая ширина - 3000 мм, масса без балластного груза составляет 2 т, с водой в барабане - до 3 т [4].

Трамбовщик силосной массы Holaras Stego с диаметром дисков 0,9 м для увеличения веса машины может иметь три утяжелителя массой по 300 кг. В результате давление на поверхность в 5...6 раз больше, чем у стандартной тракторной шины, и в 2,5...3 раза выше, чем у трамбовщика из железнодорожных колёс. Ширина захвата в базовой комплектации - от 2 до 4,85 м, дополнительно могут быть установлены подъемные боковые секции и гидравлической регулировкой бокового смещения [5].

Отдельного внимания заслуживает применение вибрации для лучшего уплотнения зеленой массы. Макетный образец вибрационного уплотнителя кормов МВК-5 на базе дискового агрегата АРУК-5 содержит механический вибратор с приводом от гидромотора. Это позволяет ускорить процесс уплотнения до 20%, увеличить производительность сменного времени до 10% и снизить удельный расход топлива тракторного агрегата на 12,7% [6].

Для заправки водоналивных катков целесообразно использовать воду с добавлением антикоррозионных карбоксилатных присадок, например, ингибиторов типа СП-В, замедляющих коррозию полости катков в условиях их работы при значительных внутренних напряжениях в материале [7].

При меньшей в 2,1...2,4 раза материалоемкости трамбовщики с дисковыми рабочими органами диаметром 900...1200 мм и толщиной 15-16 мм способны оказывать значительно большее давление в зоне контакта. При первом проходе трамбовщики с железнодорожными колесами оказывают на массу относительно небольшое контактное давление (36...40 кПа), что обусловлено большой площадью опоры рабочих колес. В то же время трамбовщик с дисковыми рабочими органами обеспечивает давление в 4...5 раз больше - 150...210 кПа. По мере уплотнения зеленой массы погружение рабочих колес в нее уменьшается, в результате контактное давление существенно возрастает - до 210...234 кПа у трамбовщиков с железнодорожными колесами (в рабочем процессе участвуют главным образом реборды) и до 270...380 кПа у трамбовщиков с дисковыми рабочими органами [8].

Таким образом, главным преимуществом агрегатов для уплотнения зеленой массы обоих типов является увеличение площади обрабатываемой поверхности: если при трамбовке только колесами трактора уплотнение происходит только по следам колес, то при использовании трамбовщиков - по всей ширине захвата, включая просвет между колесами.

Определим количество проходов агрегата, необходимых для однократного уплотнения массы в траншее. При работе трактора без трамбовщика возможны два варианта.

1. Последовательное перемещение агрегата от одного края траншеи до другого челночным способом (рис. 1), при этом при каждом последующем проходе агрегат смещается относительно предыдущего на расстояние $b_{ш} (1 - k_{п})$, где $k_{п}$ - коэффициент перекрытия следов.

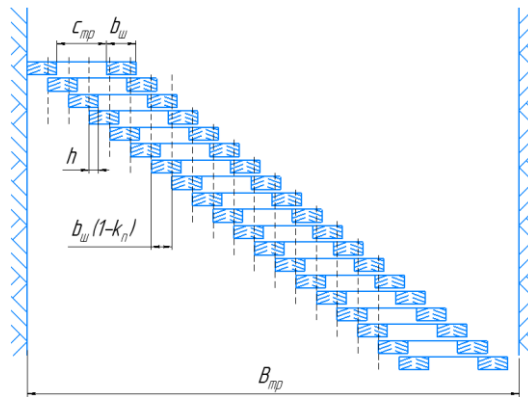


Рисунок 1 - Схема последовательного однократного уплотнения зеленой массы по ширине траншеи колесами трактора

Необходимое количество проходов можно определить по формуле

$$n = \frac{B_{т} - b_{тр} - 2b_{ш}}{b_{ш}(1 - k_{п})},$$

где $B_{т}$ - ширина траншеи, мм;

$b_{тр}$ - колея трактора, мм;

$b_{ш}$ - ширина шины задних колес трактора, мм.

При этом будет происходить однократное уплотнение по краю траншеи на расстоянии $b_{тр}$ от ее борта и многократное уплотнение одних и тех же участков правыми и левыми колесами в средней части траншеи.

2. Перемещение агрегата «по полосам», при котором после первого прохода по необработанному участку требуется несколько проходов для уплотнения массы в промежутках между следами колес трактора (рис. 2).

Количество проходов для обработки одной такой полосы

$$m = \left\lceil 1 + \frac{c_{тр}}{b_{ш}(1 - k_{п})} \right\rceil = \left\lceil \frac{b_{тр} / b_{ш} - k_{п}}{1 - k_{п}} \right\rceil, \tag{1}$$

где $c_{тр}$ - ширина промежутка между шинами колес трактора, мм:

$$c_{тр} = b_{тр} - b_{ш}.$$

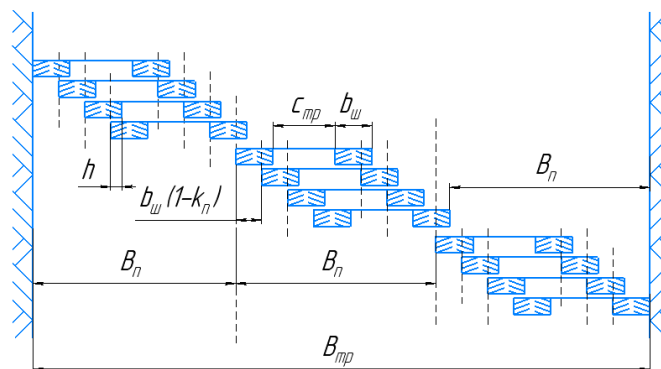


Рисунок 2 - Схема однократного уплотнения зеленой массы по ширине траншеи колесами трактора при его движении «по полосам»

Ширина одной такой полосы

$$B_{п} = b_{тр} + mb_{ш}(1 - k_{п}). \tag{2}$$

При подстановке (1) в (2) после преобразований получим:

$$B_{п} = 2b_{тр} - b_{ш}k_{п}.$$

Количество таких полос по ширине траншеи

$$n_{\pi} = B_{\pi} / B_{\pi}.$$

В этом случае количество проходов трактора для однократного уплотнения массы по всей траншее

$$n = n_{\pi} \cdot m.$$

При использовании трамбовщика количество проходов агрегата можно определить по формуле (рис. 3)

$$n = \frac{B_{\pi}}{B_a(1 - k_{\pi})},$$

где B_a - ширина захвата агрегата, м.

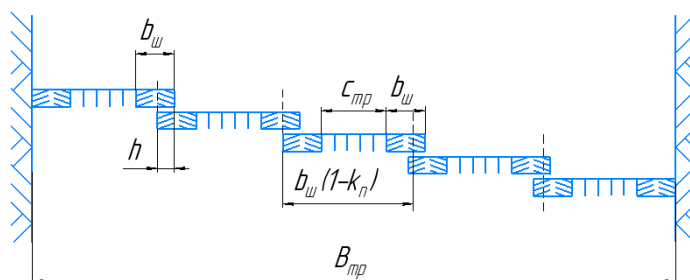


Рисунок 3 - Схема однократного уплотнения зеленой массы по ширине траншеи колесами трактора и трамбовщиком

Выполненные нами расчеты позволяют сравнить три вышеуказанных варианта работы агрегатов на основе различных энергетических средств (табл. 1), в т. ч. сельскохозяйственной версии погрузчика «Амкодор-352С-2» [9].

Таблица 1 - Количество проходов агрегата для однократного уплотнения массы на поверхности траншеи

Тип энергосредства	Амкодор-352С	К-730М	Беларус 3022	Беларус 3522
1. Без трамбовщика, последовательное перемещение агрегата				
Количество проходов агрегата n	15,0	14,0	19,0	15,0
2. Без трамбовщика, перемещение агрегата «по полосам»				
Количество проходов для обработки одной полосы m	4	4	5	4
Ширина полосы b_{π} , м	4,2	4,6	4,5	4,5
Количество полос n_{π}	2,8	2,6	2,7	2,6
Количество проходов n	11,3	10,4	13,4	10,6
3. С трамбовщиком, последовательное перемещение агрегата				
Ширина захвата агрегата, м	3,88	3,88	3,88	3,88
Количество проходов агрегата n	4	4	4	4

Выводы. Таким образом, использование трамбовщиков при заготовке силоса и сенажа в траншеях создает предпосылки для существенного сокращения необходимого числа проходов техники: для однократного уплотнения по всей поверхности траншеи в сопоставимых условиях требуется в 2,6...3,3 раза меньшее число проходов по сравнению с уплотнением только колесами трактора.

Резервы дальнейшего совершенствования водоналивных дисковых трамбовщиков состоят в применении модульной конструкции катков с дисками, оптимизации расположения модулей с учетом колеи агрегируемых энергетических средств, а также применении вместо гладких дисков сегментных рабочих органов, расположенных в шахматном порядке [10].

Список источников

1. Трамбовщик «Геркулес» [Электронный ресурс] // Сайт фирмы «Этра». - Режим доступа: <http://atra-agro.ru/>. - Дата доступа: 09.04.2023.
2. Трамбовщики силоса ТСК 3 и ТСК 2.6 [Электронный ресурс] // Сайт ОАО «Вятка-АгроДизель». - Режим доступа: <https://vyatka-agro.ru/>. - Дата доступа: 09.04.2023.

3. КУС-3.1. Каток для уплотнения силосной, сенажной массы в траншейных хранилищах: руководство по эксплуатации (ОАО «Столбцовский райагросервис») [Электронный ресурс] // Сайт ООО «ГолдКовАгро». - Режим доступа: https://gcagro.by/assets/files/rukovodstvo-po-jekspluatácii-trambovshhika-silosa-i-senazha-goldkovagro_compressed.pdf. - Дата доступа: 09.04.2023.

4. Трамбовщик силоса и сенажа КТ-3 “ЖЕСК” и “ЖЕСКМАХ” [Электронный ресурс] // Сайт компании «Логус». - Режим доступа: <http://logus-reck.ru/?page=kt3>. - Дата доступа: 14.04.2023.

5. Silageracker - Stego [Электронный ресурс] / Сайт фирмы Holaras (Нидерланды). - Режим доступа: <https://www.holaras.nl/en/products/silaging-en/silageracker>. - Дата доступа: 09.04.2023.

6. Микульский В.В., Лабоцкий И.М., Бернацкий А.А. Определение технологических и энергетических показателей процесса уплотнения сенажной массы тракторным агрегатом, оснащенный виброуплотнителем // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы науч.-практ. конф. (Минск, 17-18 октября 2019 г.). Минск: Беларуская навука, 2019. С. 49-53.

7. Невдах С.С., Дубень И.В. Выбор антикоррозионных присадок для водоналивных катков уплотнителей зеленой массы // Новатор-2021: материалы III Барановичского научно-образовательного форума, 14 октября 2021 г. / УО «Барановичский государственный университет»; гл. ред. В.В. Климук. Барановичи, 2021. С. 29-31.

8. Дубень И.В., Косухин В.Д. Эффективность машин для уплотнения зеленой массы при закладке сенажа в хранилища траншейного типа // Наука – практике: материалы III Междунар. науч.-практ. конференции, 19 мая 2022 г., г. Барановичи, БарГУ. В 3 ч. Ч. 2. Барановичи, 2022. С. 20-23.

9. Невдах С.С., Дубень И.В. Концепция агрегата для закладки зеленой массы в сенажные траншеи на базе погрузчика «Амкодор» // Наука - практике: материалы II Международной научно-практической конференции, 13 мая 2021 г. Барановичи, БарГУ, 2021. С. 180-182.

10. Дубень И.В., Макаревич М.А., Косухин В.Д. Совершенствование рабочих органов для уплотнения зеленой массы при закладке сенажа в хранилища траншейного типа // Наука – практике: материалы IV Междунар. науч.-практ. конференции, 19 мая 2023 г., г. Барановичи, БарГУ. В 2 ч. Ч. 1. Барановичи, 2023. С. 285-287.

Информация об авторах:

И.В. Дубень - кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии, УО Барановичский государственный университет, duben_i_v@mail.ru.

С.И. Козлов - кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии, УО Барановичский государственный университет, 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.

Information about the authors:

I.V. Duben' - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of Agricultural Production and Agronomy, Baranovichi State University, duben_i_v@mail.ru

S.I. Kozlov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of Agricultural Production and Agronomy, Baranovichi State University, Stepan-61@mail.ru

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

S.I. Budko - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Bryansk GAU, s.budko.32@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 14.05.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024 .

The article was submitted 14.05.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024 .

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

Научная статья
УДК 614.8 (470.333)

УСТРОЙСТВО ЛОКАЛЬНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Татьяна Васильевна Панова, Максим Владимирович Панов
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Автозаправочные станции (АЗС) и автозаправочные комплексы (АЗК) играют решающую роль в обеспечении нефтепродуктами, являясь жизненно важным звеном в системе поставок топлива. Автозаправочные станции не ограничиваются простой заправкой автомобилей, а предлагают широкий спектр услуг, включая, продажу смазочных материалов, технических жидкостей, запчастей и автоаксессуаров, сбор отработанных масел от владельцев частного транспорта, обслуживание и мойку транспортных средств. Современные автозаправочные станции превратились в полноценные многофункциональные комплексы, удовлетворяющие все потребности людей, находящихся в пути. Сегодня невозможно представить развитую сеть заправок без использования передовых технологий и автоматизированных систем. Эти системы, интегрированные в сложную инженерную инфраструктуру станции, обеспечивают бесперебойный процесс приема, хранения и отпуска топлива. С учетом высокой пожарной и экологической опасности автозаправочных станций их безупречная эксплуатация имеет первостепенное значение. От нее зависит не только стабильность функционирования транспортного комплекса России, но и безопасность обслуживающего персонала и клиентов. Автозаправочные станции в настоящее время, это новейшие технологические комплексы, оснащенные, интеллектуальной системой управления, позволяющей, режиме реального времени контролировать в все процессы на станции, от приема топлива до его отпуска, управлять технологическим оборудованием и вести учет реализуемых продуктов, оптимизировать логистику поставки и хранения нефтепродуктов и т.д. Одним из основных требований к автозаправочным станциям является обеспечение экологической безопасности территории, пролегающей к АЗС. Таким образом, при эксплуатации АЗС строго соблюдаются правила их эксплуатации и обслуживания, в частности, производится, регулярный мониторинг оборудования и его своевременное техническое обслуживание, контроль за Соблюдением всех требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды, надлежащим образом обучается и повышает свою квалификацию персонал. Внедрение инновационных технологий и соблюдение высоких стандартов эксплуатации позволяют автозаправочным комплексам становиться современными, многопрофильными и безопасными центрами обслуживания, способствующими бесперебойному функционированию транспортной системы страны и сохранению благоприятной экологической обстановки. В данной статье представлен анализ наличия автозаправочных станций на территории Брянской области, причины чрезвычайных ситуаций техногенного характера на автозаправочных станциях и технические мероприятия по повышению пожарной безопасности в результате чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: автозаправочная станция, чрезвычайная ситуация, устройство локального пожаротушения

Для цитирования: Панова Т.В., Панов М.В. Устройство локального пожаротушения для защиты автозаправочных станций расположенных на территории Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 56-61.

Original article

A LOCAL FIRE EXTINGUISHING DEVICE TO PROTECT GAS STATIONS LOCATED IN THE BRYANSK REGION

Tatyana V. Panova, Maxim V. Panov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. Gas stations (GSs) and refueling complexes (RCs) play a decisive role in the provision of petroleum products, being a vital link in the fuel supply system. Gas stations are not limited to simply refueling cars, but offer a wide range of services, including the sale of lubricants, technical fluids, spare parts and car accessories, collection of used oils from private vehicle owners, maintenance and washing of vehicles. Modern gas stations have become fully functional multi-purpose complexes, meeting all the needs of people on the road. Today it is impossible to imagine a developed network of gas stations without the use of advanced technologies and automated systems. These systems, integrated into the complex engineering infrastructure of the station, ensure an uninterrupted process of receiving, storing and dispensing fuel. Given the high fire and environmental hazards of gas stations, their flawless operation is of paramount importance. Not only the stability of the functioning of the Russian transport complex depends on it, but also the safety of service personnel and customers. The gas stations at present are the latest technological complexes equipped with an intelligent control system that allows real-time monitoring of all the processes at the station, from receiving the fuel to its dispensing, managing technological

equipment and keeping records of products sold, optimizing logistics of supply and storage of petroleum products, etc. One of the main requirements for the gas stations is to ensure the environmental safety of the territory adjacent to the GS. Thus, when operating the GS, the rules of their operation and maintenance are strictly observed, in particular, regular monitoring of equipment and its timely maintenance, control of compliance with all fire safety and environmental protection requirements, proper training and professional development of personnel are carried out. The introduction of innovative technologies and adherence to high operating standards allow gas stations to become modern, diversified and safe service centres, contributing to the smooth functioning of the country's transport system and the preservation of a favourable environmental situation. This article presents an analysis of the availability of gas stations in the Bryansk region, the causes of man-made emergencies at gas stations and technical measures to improve fire safety as a result of emergencies.

Key words: gas station, emergency, local fire extinguishing device.

For citation: Panova T.V., Panov M.V. A local fire extinguishing device to protect gas stations located in the Bryansk region // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). С. 56-61.

На территории Брянской области расположены следующие взрывопожароопасные объекты: нефтепроводы «Дружба-1» и «Дружба-2»; 4 нефтеперекачивающих станции; 4 магистральных газопровода ОАО "Брянскоблгаз"; Брянский химический завод; нефтебазы; автозаправочные станции; газонаполнительные станции. По данным Ростехнадзора на территории одной только Брянской области функционирует порядка 286 автозаправочных станций (АЗС), а в целом по России - более 28000 [1,2,3].

В агропромышленном комплексе поставка нефтепродуктов является ключевым моментом для его эффективного функционирования. По данным Комиссии по сельскому хозяйству и продовольствию Брянской области, на территории в настоящее время эффективно работают 662 сельскохозяйственные организации и 962 крестьянских хозяйства, на территории которых размещаются 74% автозаправочных станций из общего числа, располагающихся в регионе, куда и поставляются нефтепродукты [4,5].

Специфической особенностью АЗС является размещение технологического оборудования, например, топливораздаточных колонок (ТРК), на открытых площадках. На АЗС нередки аварийные ситуации, вызванные неконтролируемыми проливами нефтепродуктов, и как следствие, с образованием взрывоопасных концентраций паров нефтепродуктов в воздушной среде, что влечет за собой взрывы и пожары на наружных установках и территории.

В настоящее время на территории Брянской области размещено 229 АЗС.

Количественная характеристика автозаправочных станций на территории Брянской области представлена в таблицах на рисунках 1 – 3.

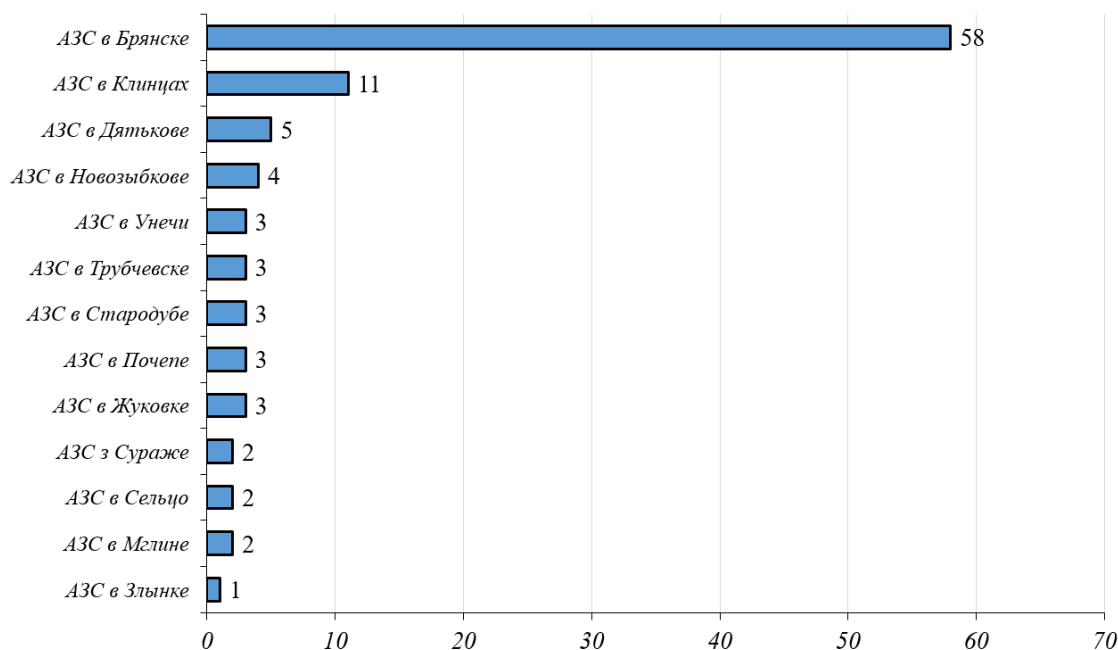


Рисунок 1 - Распределение АЗС по городам Брянской области

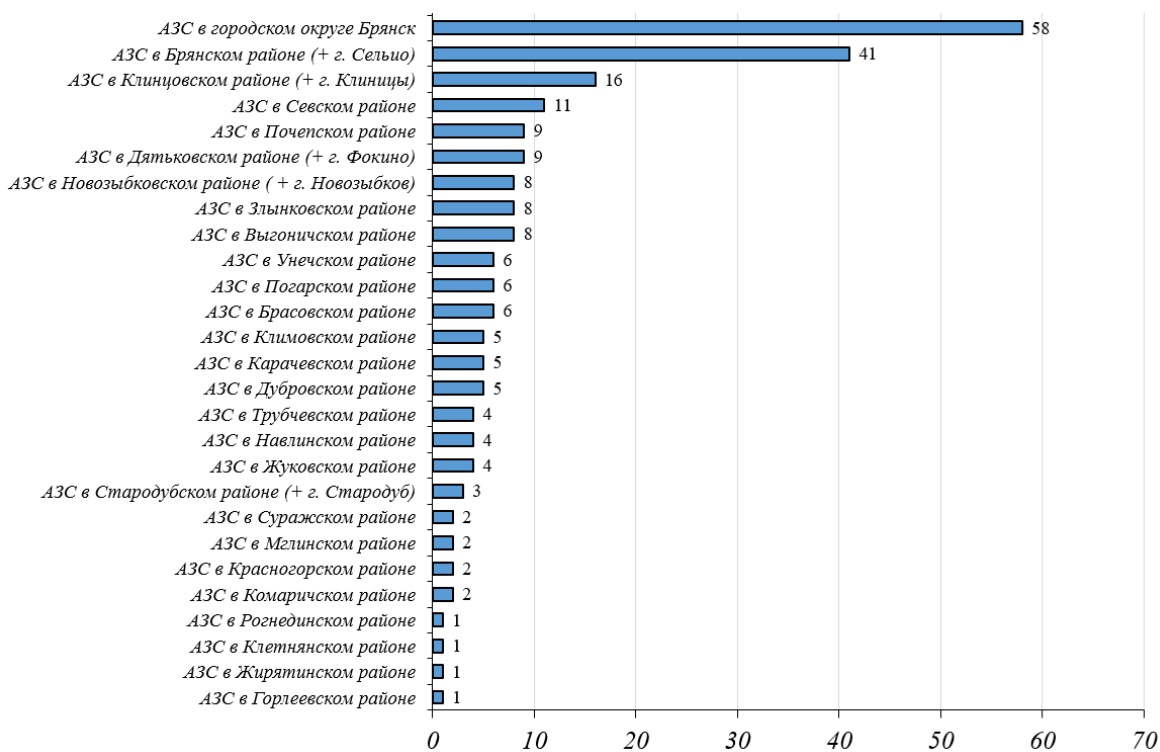


Рисунок 2 – Распределение АЗС по районам Брянской области

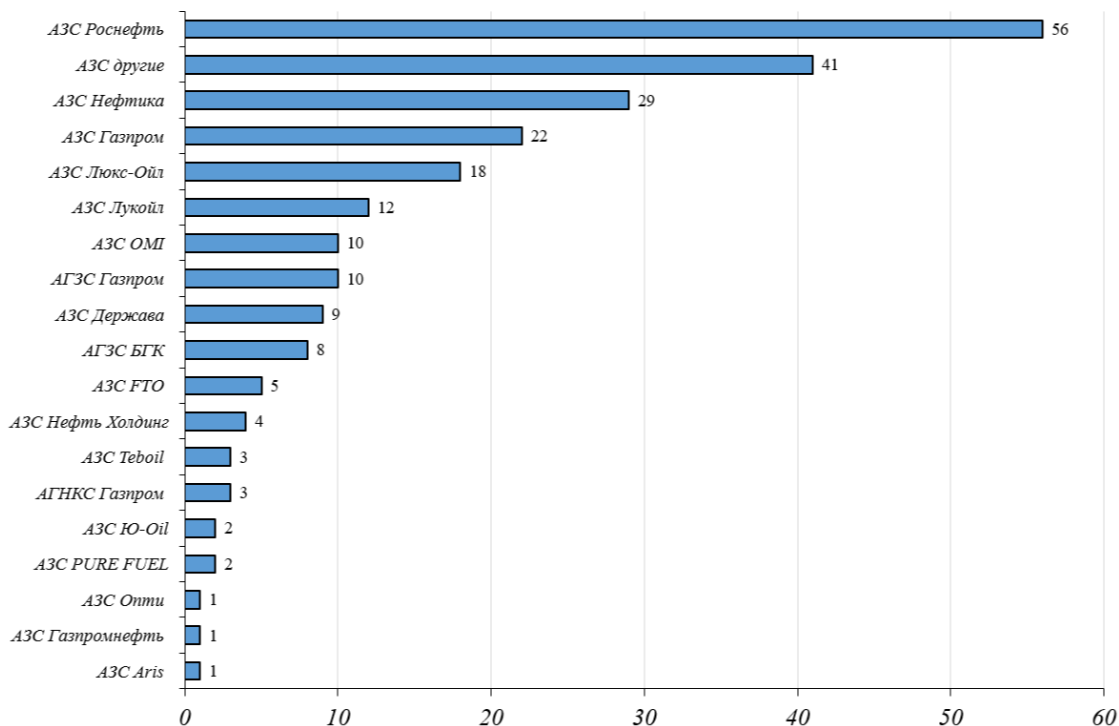


Рисунок 3 - Распределение компаний АЗС в Брянской области

На рисунке 4 представлены причины, способствующие зарождению и развитию аварийных ситуаций, показывает, в частности, возгорание пролитых нефтепродуктов и последующий пожаром – 72,8 %, взрыв паров углеводородов в результате превышения концентрации ТВС – 18,4%, создание «огненного шара» в 2,7% случаев, 6,1 % приходится на разлив масла без возгорания или хлопков.

На рисунке 5 приведены причины, приводящие к зарождению и возникновению аварийных ситуаций на АЗС, в частности, нарушение в работе электрооборудования (32 %), несоблюдение требований пожарной безопасности (18 %), пролив у бензобака (13 %), осуществление заправки автомобиля при работающем двигателе (12 %).

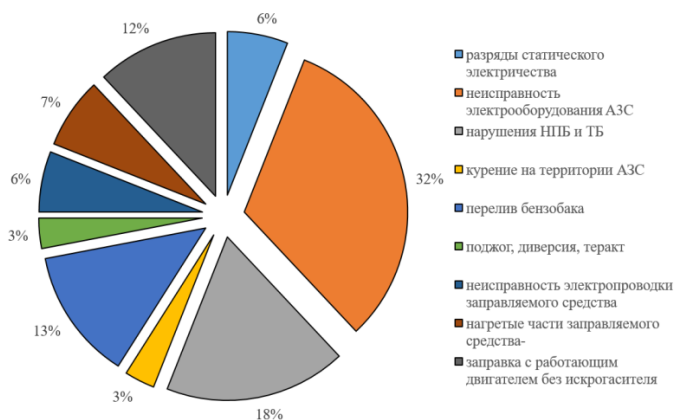


Рисунок 4 - Причины, способствующие развитию аварийных ситуаций, %

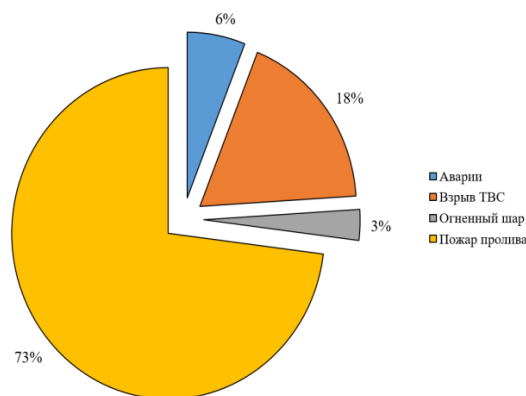


Рисунок 5 - Распределение аварийных ситуаций на АЗС по видам, %

На рисунке 6 отображены данные о санитарных и безвозвратных потерях от общего количества пострадавших.

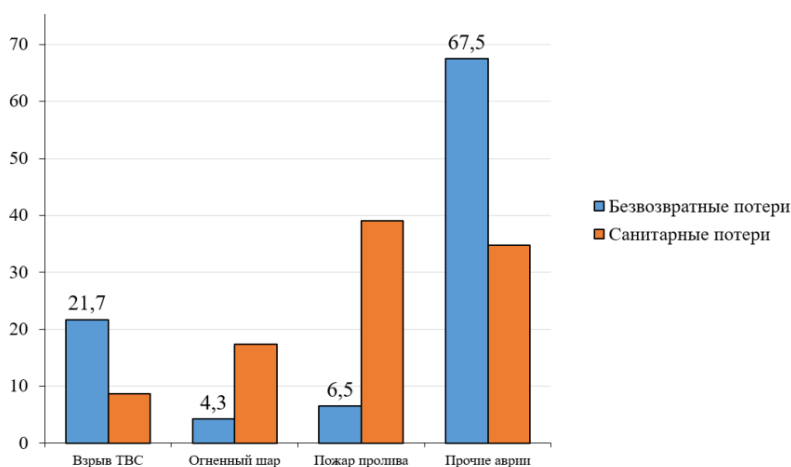


Рисунок 6 - Виды пострадавших вследствие аварий на АЗС, %

Безвозвратные потери связаны с чрезвычайными ситуациями, спровоцированными взрывами топливоздушной смеси, а санитарные потери – с авариями, сопровождающимися разливом легко воспламеняющихся жидкостей и пожарами. Графическое распределение пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций представлено на рисунке 7.

Опасные факторы, возникшие в результате чрезвычайных ситуаций, характеризуются избыточным давлением при взрыве и образованием «огненного шара», что приводит к различной степени разрушения, то есть от слабых повреждений до полного разрушения.

Пожар в результате пролива топлива является наиболее распространённым фактором, приводящим к чрезвычайной ситуации (рис. 8).

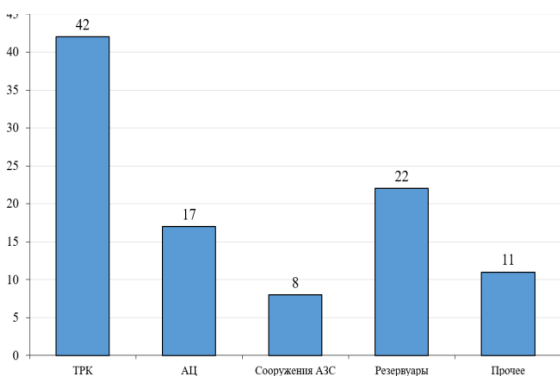


Рисунок 7 - Воздействие опасных аварийных факторов на объекты, %

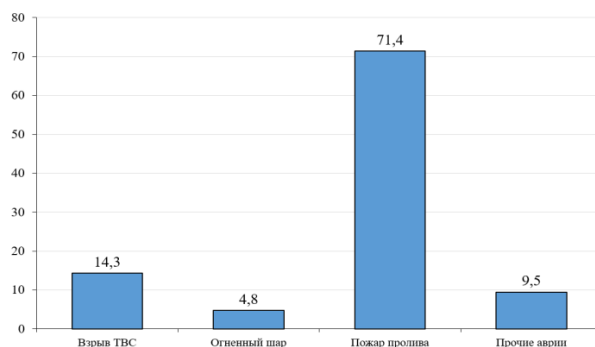


Рисунок 8 - Опасные факторы, приводящие к чрезвычайным ситуациям на топливораздаточных комплексах, %

Нарушения, обнаруженные на АЗС, можно устранить в процессе их реконструкции и переоборудования. Имеются также нарушения, в частности нарушения требований и норм пожарной безопасности при водоотведении и работах, норм внутренней и внешней пожарной безопасности, а также иные нарушения, влекущие за собой угрозу жизни людей и возможность причинения материального ущерба в особо крупных размерах. Масштабные, требующие немедленных решений об их ликвидации.

Система противопожарной защиты предприятия включает мероприятия и мероприятия, направленные на противопожарную защиту, тушение пожара и эвакуацию работников; ограничить употребление легковоспламеняющихся веществ; использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, организация противопожарной защиты. Для повышения предела огнестойкости предусматривают огнезащиту технологического оборудования - покрытия, применение облицовки и применение теплоизоляционных экранов из легких смесей (вспучивающиеся покрытия, лакокрасочные материалы).

Помимо противопожарных мероприятий и перегородок широко применяется обеспечение технологических процессов локальными установками пожаротушения и огнетушащими веществами. Наиболее распространенные изолирующие средства пожаротушения находятся в различных состояниях вещества – жидком, газообразном, твердом, гранулированном.

В огнезащитных и изолирующих средствах пожаротушения используют огнестойкие тканевые материалы. Это послужило основой для использования огнестойкого материала для разработки принципиально новых средств объемной огнезащиты.. [6,7]

Для защиты операторов АЗС и, в частности, ТРК разработано принципиально новое объемное устройство местного пожаротушения [8]. Барьер состоит из короба 7, установленного над охраняемым объектом 5; два направляющих стержня 4, нижняя Г-образная часть которых закреплена в бетонном основании 1, а верхняя часть закреплена самоконтрящимися гайками 11, обе части соединены между собой с возможностью регулировки натяжения талрепами 3; купол 10, выполненный из огнестойкого материала; 8 утяжелителей с кольцами для перемещения по направляющим стержням; трос 16, прикрепленный к электрической лебедке 12 и нижнему утяжелителю купола. Ребра-утяжелители 8 выполнены из двух полуокругов и прямых вставок различной длины для регулирования каркаса купола под габариты защищаемого объекта, соединенных между собой болтами 9. В основании защищаемого оборудования 5 по бокам установлены две фиксирующие скобы 2 для соединения с нижним ребром-утяжелителем купола посредством рычагов-защелок 6. Система огнетушения состоит из раструба 13, расположенного в верхней части установки, для подачи огнетушащего материала внутрь купола; шланга 14, спускающегося от раструба к основанию установки; и соединительной насадки 15, состоящей из двух частей для подсоединения огнетушителя 17 (рис. 9).

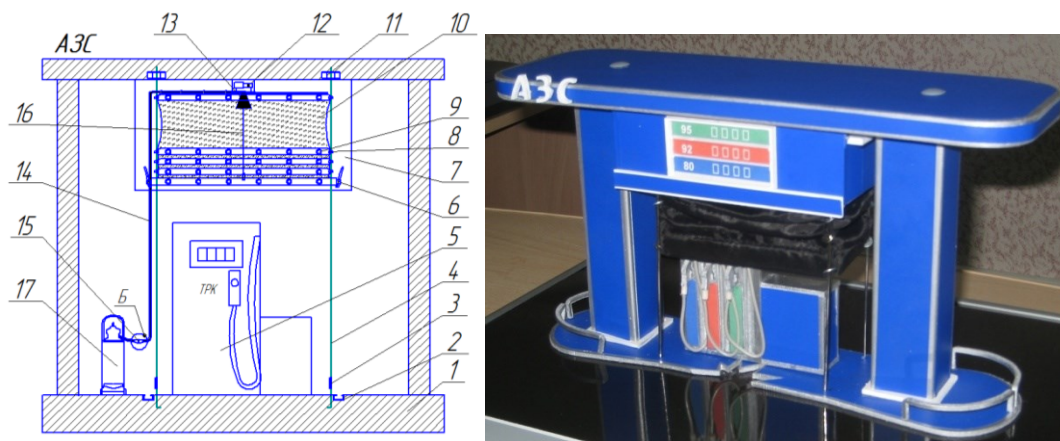


Рисунок 9 – Устройство локального пожаротушения: 1 – основание; 2 – ребра утяжелители; 3 – несгораемая завеса; 4 – направляющие; 5 – проушины; 6 – крепежные элементы для материала; 7 – уголок металлический; 8 – короб; 9 – трос; 10 – электролебедка; 11 – крюк

Устройство работает следующим образом. При возникновении возгорания объекта или пространства возле объекта, происходит высвобождение и падение ребер-утяжелителей с куполом из огнестойкого материала по направляющим под воздействием силы тяжести. При полном раскрытии купола рычаги-защелки в его нижней части заходят в выступы скоб, закрепленных в бетонном основании защищаемого объекта, обеспечивая герметичность. Огнетушитель соединяется с системой огнетушения противопожарной преграды, и огнетушащее вещество через раструб подается к очагу возгорания под куполом. При возгорании вне купола подсоединение огнетушителя к системе огнетушения не требуется, а купол защищает оборудование от внешнего источника возгорания. После оконча-

тельного прекращения горения, рычаги-защелки освобождаются из выступов скоб, и с помощью электролебедки купол поднимается в короб, принимая нерабочее состояние.

В результате чего, пожар локализуется, потушится, а объект защищается от последствий пожара.

Заключение. Таким образом, наибольшее количество автозаправочных станций располагается на территории города Брянска, в Брянской области наибольшее количество автозаправочных станций принадлежит компании «Роснефть», на территорию брянской области приходится 101 автозаправочная станция. Нарушение норм пожарной безопасности на этапе проектирования и в процессе эксплуатации подавляющем случае приводит к зарождению и развитию чрезвычайных ситуаций. Неэффективное применение существующих средств и устройств пожаротушения связано с недостаточными знаниями в области пожарной безопасности, а также из-за отсутствия средств и устройств местного пожаротушения.

Список источников

1. Ботнарюк В.Д., Панова Т.В., Панов М.В. Инженерная защита населения в чрезвычайных ситуациях // Научное творчество студентов – развитию агропромышленного комплекса: сборник студенческих научных работ. Брянск, 2023. С. 388-392.
2. Методы определения вероятности пребывания водителей транспортных средств на автозаправочных станциях / А.А. Панов, А.В. Ильичев, П.А. Леончук и др. // Пожарная безопасность. 2023. № 1 (110). С. 35–41.
3. Цифровая трансформация отрасли: использование прикладных программ СИТИС при расчете пожарных рисков. Майкоп: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2021. 120 с.
4. Повышение эффективности автотранспортных средств в АПК совершенствованием методов контроля и управления / Т.И. Белова, Р.В. Шкрабак, В.С. Шкрабак, Е.В. Старченко // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 86-90.
5. Христофоров Е.Н. Обеспечение безопасности операторов транспортных средств в АПК Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 6 (94). С. 69-76.
6. Савельев А.П., Белова Т.И., Старченко Е.В. Улучшение показателей безопасности функционирования сельскохозяйственных автотранспортных машин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14, № 1. С. 126-134.
7. Сакович Н.Е., Адылин И.П., Шилин А.С. Обеспечение пожарной безопасности транспортных средств в сельскохозяйственном производстве // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 57-63.
8. Панова Т.В., Панов М.В., Барыкин И.А Система автоматической пожарной сигнализации на складе горюче-смазочных материалов // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сборник материалов национальной научно-технической конференции. Брянск, 2024. С. 154-159.

Информация об авторах:

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

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

Information about the authors:

T.V. Panova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University.

M.V. Panov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 11.12.2023; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024.

The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Панова Т.В., Панов М.В.

Научная статья
УДК 614.8.084 (470.333)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МЕХАНИЗАТОРОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Евгений Николаевич Христофоров, ¹Наталья Евгениевна Сакович,
²Наталья Афанасьевна Вerezубова, ¹Александр Александрович Кузнецов,
¹Андрей Сергеевич Шилин

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

²ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы безопасности транспортных работ в сельскохозяйственном производстве, приведена классификация сельскохозяйственных грузов, отмечены особенности их перевозки. Предложена разработка технического устройства безопасности механизаторов при эксплуатации транспортных средств, позволяющая снизить показатели травматизма. Рассмотрены проблемы безопасности транспортных работ в сельскохозяйственном производстве, приведена классификация сельскохозяйственных грузов, отмечены особенности их перевозки. В сельском хозяйстве применяется большое количество грузов, около ста наименований, до 55 видов грузов растениеводства и животноводства обеспечивают производственные процессы, до 45 наименований грузов применяются в виде отходов основной и побочной продукции. Если общее количество сельскохозяйственных грузов принять за 100%, то наибольший объем перевозок составляют навалочные и насыпные грузы до 67%, штучные и затаренные до 29%, наливные до 7%. Большинство сельскохозяйственных грузов перевозится автомобилями-самосвалами, автомобилями-тягачами, предназначенными для буксирования прицепов. Кроме автомобилей на транспортных работах применяются, колесные тракторы марки МТЗ, которые агрегируют прицепами марки 2-ПТС-4, 2-ПТС-6, грузоподъемностью от 4000 до 6000 кг. Все используемые на транспортных работах автомобили-самосвалы, автомобильные и тракторные прицепы оборудованы подъемными механизмами с гидравлическим приводом. В статье проведен анализ причин травматизма механизаторов АПК Брянской области, наибольшее количество травм происходит в результате отказов подъемного механизма платформы с гидравлическим приводом. Применение гидравлического привода дает ряд преимуществ, однако имея неоспоримые достоинства, гидравлический привод опасен из-за своих конструктивно-производственных недостатков, связанных с нарушением герметичности, особенно в зимний период. В результате разгерметизации гидропривода, происходит аварийное падение платформы и травмирования механизатора. Для предотвращения травматизма механизаторов разработано техническое устройство безопасности механизаторов при эксплуатации транспортных средств, позволяющее предотвратить травматизм механизаторов.

Ключевые слова: агропромышленное производство, сельскохозяйственные грузы, транспортные работы, безопасность, травматизм.

Для цитирования: Обеспечение безопасности механизаторов в сельскохозяйственном производстве Брянской области / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Н.А. Вerezубова, А.А. Кузнецов, А.С. Шилин // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 62-67.

Original article

ENSURING THE SAFETY OF MACHINE OPERATORS IN THE AGRICULTURAL PRODUCTION OF THE BRYANSK REGION

¹Yevgeny N. Khristoforov, ¹Natalia Ye. Sakovich, ²Natalia A. Verezubova,
¹Alexander A. Kuznetsov, ¹Andrey S. Shilin

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

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

Abstract. The problems of safety of transport operations in the agricultural production have been considered, classification of agricultural cargo has been given, the characteristics of their transportation have been noted. The development of a technical device for the safety of machine operators during the vehicle operation has been proposed, which allows reducing injury rates. The problems of safety of transport operations in the agricultural production have been considered, the classification of agricultural cargo has been given, and the characteristics of their transportation have been noted. In agriculture, a large number of cargo are used, about one hundred names, up to 55 cargo types of crop growing and livestock breeding provide production processes, up to 45 cargo types are used in the form of waste from primary and secondary products. If the total amount of agricultural cargo is taken as 100%, then the largest volume of transportation is bulk and loose cargo up to 67%, piece and packaged - up to 29%, liquid - up to 7%. Most agricultural cargo is transported by dump trucks and tractor-trailers. In addition to vehicles used for transport work, wheeled tractors of the MTP (Minsk Tractor Plant) brand are used, which ag-

gregate with trailers of the 2-PTC-4, 2-PTC-6 brands, with a load capacity from 4000 to 6000 kg. All vehicles used in transport operations - dump trucks, car and tractor trailers are equipped with hydraulic lifting mechanisms. The article analyzes the injury causes of agricultural machine operators in the Bryansk region, the largest number of injuries occur as a result of failures of the hydraulic platform lifting mechanism. The application of hydraulic drive gives a number of advantages; however, having undeniable merits, hydraulic drive is dangerous due to its design and production drawbacks related to leakage violation, especially in winter period. As a result of depressurization of the hydraulic drive, an emergency fall of the platform occurs and the machine operator is injured. To prevent injuries to machine operators, a technical safety device for the machine operators during the operation of vehicles has been developed, which allows preventing injuries to machine operators.

Keywords: agro-industrial production, agricultural cargo, transport work, safety, injuries.

For citation: Ensuring the safety of machine operators in the agricultural production of the Bryansk region / Ye.N. Khristoforov, N.Ye. Sakovich, N.A. Verezubova, A.A. Kuznetsov, A.S. Shilin // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 62-67.

Введение. Постановка задачи. Площадь земель сельскохозяйственного назначения в регионе равна 1978,0 тыс. га, на них выращиваются зерновые, технические, кормовые культуры, картофель и овощи и другие. Сельскохозяйственные культуры выращиваются в сельскохозяйственных организациях, хозяйствах населения, фермерских хозяйствах. Удельный вес численности работников в организациях представлен на рисунке 1 [1].

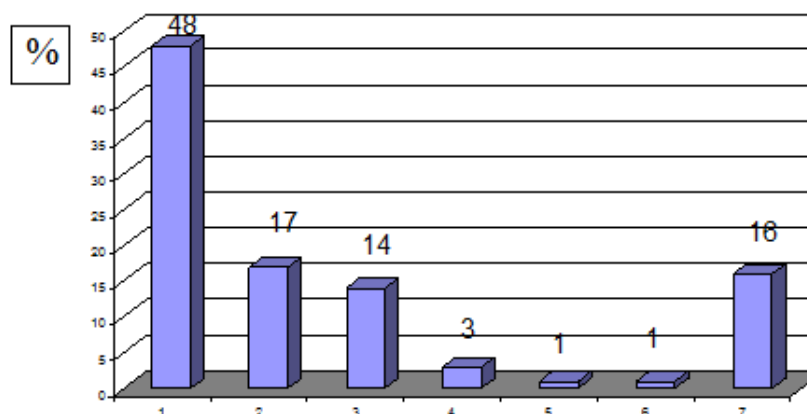


Рисунок 1 – Удельный вес численности работников организаций: 1 – частная собственность (48%); 2 – муниципальная собственность (17%); 3 – Федеральная собственность (14%);

4 – совместная собственность (Российская и иностранная, 3%);

5 – государственные корпорации (1%); 6 – общественные и религиозные организации (1%);

7 – другие (16%)

В динамике результаты использования сельскохозяйственных угодий представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Результаты использования сельскохозяйственных земель

Показатели/годы	2020	2021	2022	2023
Структура посевных площадей по категориям хозяйств, %				
Сельскохозяйственные организации	81,3	80,7	80,3	
Хозяйства населения	3,3	3,3	3,3	
Фермерские хозяйства	15,4	16,0	15,8	
Валовый сбор продуктов растениеводства, тыс. тонн				
Зерно	2020,7	1990,4	1876,5	
Сахарная свекла	178,9	183,2	183,3	
Картофель	1152,0	1119,7	1256,9	
Овощи	118,2	94,9	113,0	
Сено однолетних и многолетних трав	125,7	115,6	86,7	
Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га				
Зерновые культуры	50,4	49,9	50,7	
Сахарная свекла	384	333	365	
Картофель	271	255	281	
Овощи	225	193	237	
Сено однолетних трав	17,9	16,2	16,5	
Сено многолетних трав	22,5	21,4	21,7	

В сельском хозяйстве применяется большое количество грузов, около ста наименований, до 55 видов грузов растениеводства и животноводства обеспечивают производственные процессы, до 45 наименований грузов применяются в виде отходов основной и побочной продукции. Если общее количество сельскохозяйственных грузов принять за 100% то наибольший объем перевозок составляют навалочные и насыпные грузы до 67%, штучные и затаренные до 29%, наливные до 7% [2,3,4].

В сельскохозяйственном производстве региона большинство сельскохозяйственных грузов перевозится автомобилями – самосвалами, автомобилями – тягачами, предназначенными для буксирования прицепов. Кроме автомобилей на транспортных работах применяются, колесные тракторы марки МТЗ, которые агрегируют прицепами марки 2-ПТС-4, 2-ПТС-6, грузоподъемностью от 4000 до 6000 кг.

Все используемые на транспортных работах автомобили – самосвалы, автомобильные и тракторные прицепы оборудованы подъемными механизмами с гидравлическим приводом. Применение в подъемных механизмах сельскохозяйственной техники гидравлического привода дает ряд преимуществ, однако имея неоспоримые достоинства, гидравлический привод опасен из-за своих конструктивно – производственных недостатков связанных с нарушением герметичности, особенно в зимний период. В результате разгерметизации гидропривода, происходит аварийное падение платформы и травмирование механизатора, работающего в опасной зоне (А) под платформой (рис. 2) [5,6,8].

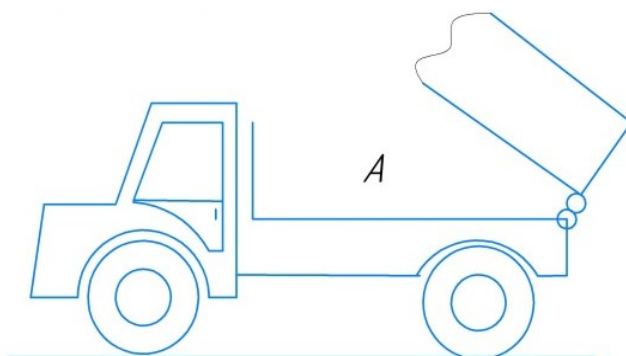


Рисунок 2 – Опасная зона под грузовой платформой

С 2015 по 2023 в АПК Брянской области получили травмы 32 механизатора, 3 из них погибли [1,5,6].

Причины травматизма механизаторов представлены на рисунке 3.

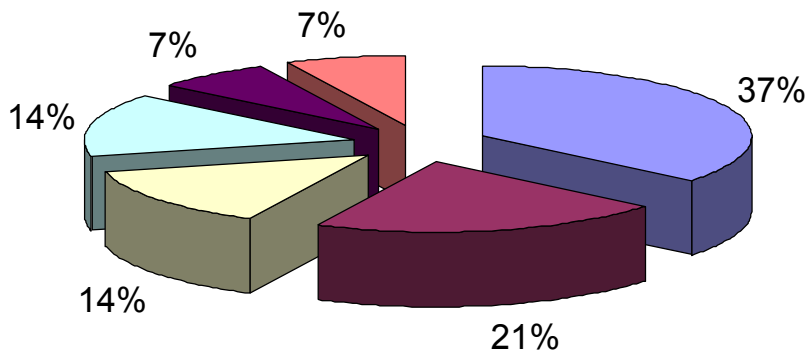


Рисунок 3 – Распределение причин травматизма механизаторов: дорожно – транспортные происшествия – 37%; падение с высоты транспортного средства – 21%); придавливание платформой самосвального прицепа – 14%; травмирование неисправными механизмами и оборудованием – 14%; придавливание кузовом автомобиля – самосвала –7%; пожары – 7%

Из данных приведенных на рисунке 3, видим, что большинство механизаторов пострадали в результате организационных и технических причин: дорожно – транспортных происшествий (3 водителя погибли), неисправностей гидропривода, пожаров ДВС и других.

При анализе травматизма механизаторов за период с 2015 по 2023 годы было установлено, что по техническим причинам произошло 27% несчастных случаев, связанных с отказами технических систем транспортных средств. Отказы произошли в системах подъемного механизма платформы, шасси, трансмиссии и других (рис. 4) [1,5,6].

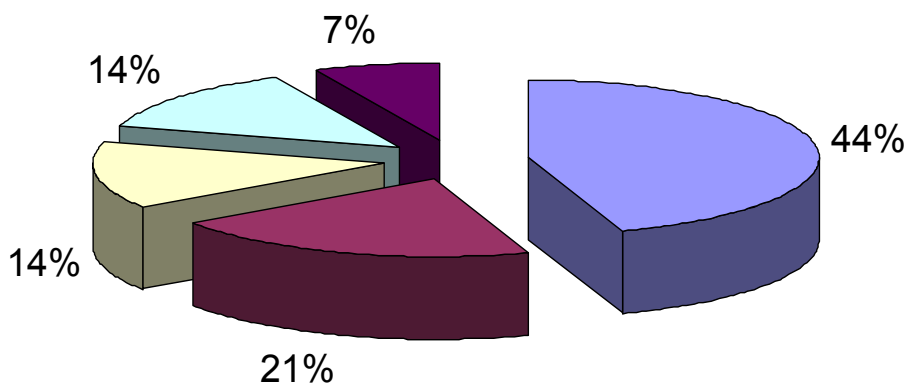


Рисунок 4 – Число пострадавших из-за неисправностей в системах: подъемный механизм – 44%; шасси – 21%; ДВС – 14%; трансмиссия – 14%; элементы системы механических передач – 7%

Приведенных на рисунке 4 данные позволяют констатировать о том, что наибольший травматизм механизаторов происходит в результате отказов подъемного механизма платформы с гидравлическим приводом (44%).

Распределение отказов в гидравлическом приводе подъемного механизма самосвальной платформы, приведшие к травмам механизаторов представлено на рисунке 5 [1,5,6].

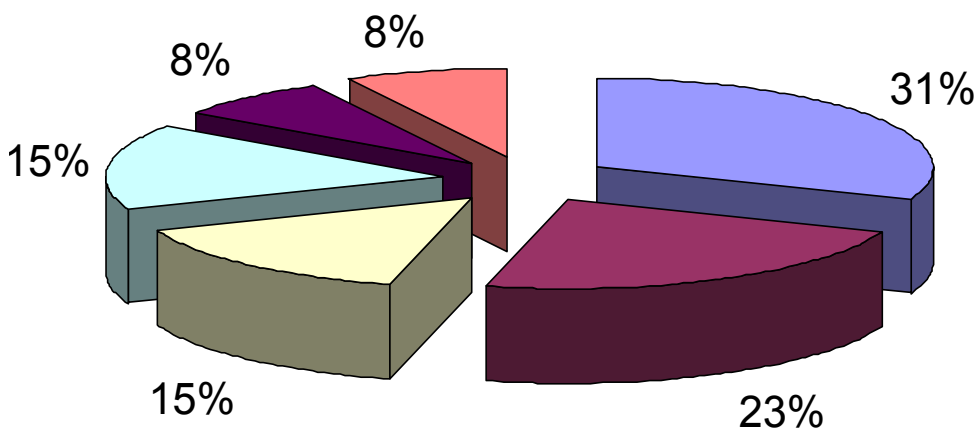


Рисунок 5 – Распределение отказов в подъемном механизме: нарушение герметичности элементов гидропривода – 31%; разрушения гидравлических шлангов – 23%; нарушение герметичности гидроцилиндра – 15%; разрушение узлов крепления гидроцилиндра – 15%; разрушения трубопроводов – 8%; отказы насоса – 8%

В гидроприводе подъемного механизма наибольший процент отказов произошел в результате нарушения герметичности элементов гидропривода – 31% и разрушения гидравлических шлангов 23%.

Самым эффективным способом обеспечить безопасность самосвальных платформ транспортных средств, по мнению производителей, это применение предохранительного упора, который удерживает платформу в поднятом положении при техническом обслуживании гидропривода. Однако применение таких упоров в процессе эксплуатации считается неэффективным, чтобы установить упор механизатору необходимо выйти из кабины, при этом он попадает в опасную зону А под платформой, что является достаточно опасным [5,6,7,8].

Для обеспечения безопасности механизаторов при эксплуатации подъемного механизма платформы, нами разработан гидравлический цилиндр, позволяющий снизить травматизм механизаторов (рис. 6) [4,7].

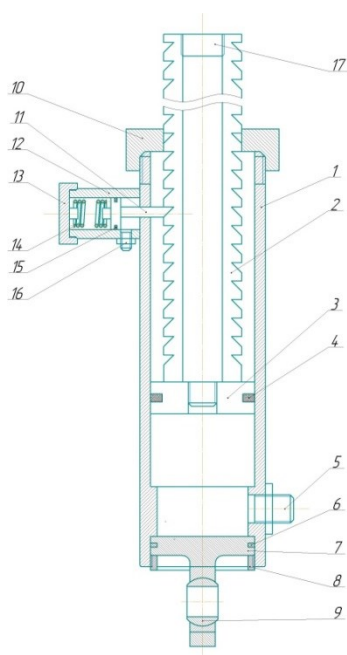


Рисунок 6 – Гидравлический цилиндр: 1 – корпус; 2 – шток с прорезями для фиксаторов; 3 – поршень; 4 – уплотнения; 5 – штуцер, 6 – уплотнения; 7 – узла крепления; 8 – фасонная шайба; 9 – сферический шарнир; 10 – крышка; 11 – фиксатора; 12 – корпус фиксатора; 13 – крышка; 14 – пружина; 15 – поршня фиксатора с уплотнениями; 16 – штуцер; 17 – хвостовик

Работа подъемного механизма с гидроприводом, с учетом работы гидравлического цилиндра, осуществляется следующим образом. Для подъема платформы, через штуцер 5 в подпоршневую полость под поршень 3 под давлением подается рабочая жидкость. В подпоршневой полости начинает возрастать давление, при этом поршень со штоком 2 начинает выдвигаться из корпуса 1 гидроцилиндра. При движении штока 2 фиксаторы 11 не препятствуют его выдвиганию, но под действием пружин 10 всегда занимают место в прорезях штока 2. Выполняется подъем платформы. Для опускания платформы срабатывает перепускной клапан гидропривода, под весом платформы начинает убираться шток, платформа опускается. Чтобы фиксаторы не препятствовали опусканию штока рабочая жидкость под давлением через штуцер 16 подается в подпоршневую полость фиксаторов 11 (второй фиксатор на рисунке не показан). Преодолевая сопротивление пружины 10 фиксатор 11 начинает сдвигаться влево, фиксатор 11 выходят из специальных прорезей штока 2, шток 2 освобождается и платформа начинает опускаться.

В случае аварийной ситуации, например из-за разрушения гидравлического шланга, падает давление рабочей жидкости в гидроприводе, фиксаторы находящиеся в прорезях штока 2, что лишает возможности штоку опускаться, следовательно, аварийного падения платформы не случится, дальнейшее развитие опасной ситуации не произойдет.

Выводы. 1. Исследования показали, что проблема травматизма механизаторов в агропромышленном производстве Брянской области остается актуальной, в результате несчастных случаев при эксплуатации транспортных средств травмируются и гибнут люди, с 2015 по 2023 годы травмировано 32 механизатора, 3 из них погибли.

2. Установлено, что наиболее опасным источником травмирования механизаторов стал подъемный механизм самосвальной платформы. Основная травматическая ситуация связана с придавливанием механизатора падающей, из-за требований безопасности и нарушения герметичности гидропривода подъемного механизма, грузовой платформы (44%).

3. Обосновано, что в гидроприводе подъемного механизма самосвальной платформы механизаторы травмируются в результате нарушения герметичности элементов гидропривода – 31%, разрушения гидравлических шлангов – 23%.

4. Авторы считают, что применение разработанного гидроцилиндра в гидроприводе подъемного механизма самосвальной платформы позволит снизить показатели травматизма связанные с нарушением герметичности гидропривода.

Список источников

1. Быстрова Т.Ю. Жилева Е.П., Самигуллина И.В. Брянская область, 2023: стат. сб. Брянскстат. Брянск, 2023. 516 с.

2. Большаков Н.А., Дидманидзе О.Н. Повышение эффективности сельскохозяйственных перевозок // Международный технико-экономический журнал. 2021. № 3. С. 104-111.
3. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Кузнецов А.А. Обеспечение безопасности транспортных строительных машин с гидроприводом // Вестник Брянского государственного технического университета. 2021. № 7 (104). С. 38-49.
4. Широков Ю.А. Профессионально-педагогические проблемы минимизации профессиональных рисков трактористов-машинистов // Агроинженерия. 2020. № 4 (98). С. 66-72.
5. Новожилов Б.М. Контроль хода гидроцилиндров в гидравлических механизмах подъема установочных агрегатов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2021. № 4 (112).
6. Теоретические исследования безопасности сельскохозяйственной техники, оснащённой гидравликой / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Р.В. Шкрабак и др. // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16, № 2 (62). С. 46-55.
7. Гидравлическая стойка для шахтной крепи: пат. 206482 Рос. Федерация / Сакович Н.Е, Христофоров Е.Н., Самусенко В.И., Никитин А.М., Кузнецов А.А., Шилин А.С. БИ. 2021. № 26.
8. Ганиев А.Р., Иванов В.Н. Гидропривод самосвала выталкивающего типа с возможностью трёхсторонней разгрузки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 6. С. 96-103.
9. Христофоров Е.Н. Обеспечение безопасности операторов транспортных средств в АПК Брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 6 (94). С. 69-76.
10. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Кузнецов А.А. Обеспечение безопасности транспортных строительных машин с гидроприводом // Вестник Брянского государственного технического университета. 2021. № 7 (104). С. 38-49.

Информация об авторах:

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

Н.Е.Сакович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Н.А. Вerezубова - доцент кафедры экономики и цифровых технологий в АПК, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина.

А.А. Кузнецов - соискатель ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

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

Information about the authors:

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

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

N.A. Verezubova - Associate Professor of the Department of Economics and Digital Technologies in Agriculture, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin.

A.A. Kuznetsov – Candidate, Bryansk State Agrarian University.

A.S. Shilin - Postgraduate Student, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 25.04.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024 .

The article was submitted 25.04.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024 .

© Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Вerezубова Н.А., Кузнецов А.А., Шилин А.С.

Научная статья
УДК 614.8.004.1:665.6

РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКА АЛЮМИНИЕВОГО ПОНТОНА

Алексей Николаевич Ченин

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. При хранении нефтепродуктов на сельхозпредприятиях и объектах АПК в закрытых вертикальных резервуарах возможно образование углеводородистой паровоздушной смеси, которая является взрывоопасной. Для предотвращения взрыва в таких резервуарах устанавливают блочный алюминиевый понтон, который плавает на поверхности нефтепродукта и препятствует его испарению. Известно, что в производстве имеются понтоны для резервуаров от 200 до 5000 м³. Основным элементом понтона является алюминиевый блок. Для его изготовления необходимо рассчитать основные параметры. Ранее были рассчитаны плоскостные размеры блоков вертикального резервуара РВС-100 для хранения дизельного топлива в ООО «Фермерское» Почепского района Брянской области. Однако, остается неизвестной высота блока и объем пенополиуретанового наполнителя, который и обеспечивает плавучесть всего понтона. Согласно ОТТ-75.180.00-КТН-203-12, чтобы обеспечить плавучесть всей конструкции, блок должен выдерживать не менее 300% от собственного веса. Исходя из этого параметра, по расчетной формуле мы вычислили объем наполнителя $V_{\text{нап}} = 39907 \text{ см}^3$. Для размещения такого объема наполнителя необходим корпус блока размерами 1480x890x40 мм. По расчетной формуле проверили плавучесть полученного блока при заданной нагрузке, плавучесть подтверждена. Провели расчет конструкции блока на воздействие нормальных и касательных напряжений. Так блок выдерживает нагрузку в 800 Н, в 2200 Н, а нагрузку в 3200 Н считаем предельной. В программе КОМПАС-3D мы изготовили модель блока и провели ее на деформацию при изгибе. Предельной деформацией считается 10 мм. Рассчитанная модель выдержала нагрузки в 800 и 2200 Н, а при нагрузке в 3200 Н деформация оказалась превышена на 0,35 мм, что можно списать на погрешность. Исходя из расчетов, блок должен выдержать нормативную нагрузку практически в 4 раза, что подтверждает все наши расчеты. Таким образом, блок с такими параметрами рекомендован к изготовлению и проверке в реальных условиях.

Ключевые слова: взрывоопасность, блочный алюминиевый понтон, нефтепродукты, блок понтона, плавучесть, полиуретановый наполнитель, напряжение, деформация.

Для цитирования: Ченин А.Н. Расчет конструктивных и прочностных характеристик блока алюминиевого понтона // Вестник Брянской ГСХА. 2024. №4 (104). С. 68-73.

Original article

CALCULATION OF THE STRUCTURAL AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE ALUMINUM PONTOON BLOCK

Alexey N. Chenin

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. When storing petroleum products at agricultural enterprises and agricultural facilities in closed vertical tanks, the formation of a hydrocarbon vapor-air mixture, which is explosive, is possible. To prevent an explosion, a block aluminum pontoon is installed in such tanks, which floats on the surface of the oil product and prevents its evaporation. Pontoons for tanks from 200 to 5000 m³ are known to be in production. The main element of the pontoon is an aluminum block. To manufacture it, it is necessary to calculate the main parameters. Previously, the planar dimensions of the vertical tank RVS-100 blocks for storing diesel fuel in LLC "Fermerskoe" in the Pochep District of the Bryansk region were calculated. However, the height of the block and the volume of polyurethane foam filler, which ensures the buoyancy of the entire pontoon, remain unknown. According to OTT-75.180.00-КТН-203-12, in order to ensure the buoyancy of the entire structure, the block must withstand at least 300% of its own weight. Based on this parameter, according to the calculation formula, we calculated the volume of the filler $V_{\text{нап}} = 39907 \text{ см}^3$. To accommodate such a volume of the filler, a block body with dimensions of 1480x890x40 mm is required. According to the calculation formula, the buoyancy of the resulting block was checked at a given load, the buoyancy was confirmed. The calculation of the block design for the impact of normal and tangent stresses was carried out. Thus, the block can withstand a load of 800 N, 2200 N, and we consider a load of 3200 N to be the limit. In the КОМПАС-3D program, we made a model of the block and tested it for deformation during bending. The maximum deformation is considered to be 10 mm. The calculated model withstood loads of 800 and 2200 N, and at a load of 3200 N, the deformation was exceeded by 0.35 mm, which can be written off as an error. Based on the calculations, the block must withstand the regulatory load by almost 4 times, which confirms all our calculations. Thus, the block with such parameters is recommended for production and testing in real conditions.

Keywords: explosion hazard, block aluminum pontoon, petroleum products, pontoon block, buoyancy, polyurethane filler, stress, deformation.

For citation: Chenin A.N. Calculation of the structural and strength characteristics of the aluminum pontoon block // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 68-73.

Введение. Для повышения пожарной безопасности на объектах АПК при хранении нефтепродуктов в закрытых вертикальных резервуарах цилиндрической формы применяются блочные алюминиевые понтоны [1, 2]. Данная конструкция является герметичной, что сводит к минимуму образование летучих углеводородистых соединений и утечки содержимого из резервуара. Кроме того понтон является плавучей конструкцией и располагается на поверхности продукта, тем самым, отделяя нефтепродукт от воздуха. Все это позволяет исключить возможность взрыва из-за отсутствия кислорода в возможном очаге возгорания [3].

В промышленном производстве многие компании изготавливают понтоны на вертикальные резервуары объемом от 200 до 5000 м³. Однако на малых предприятиях могут эксплуатироваться резервуары меньшего размера (50-100 м³), что делает актуальным исследование в данном направлении.

Материалы и методы. Нами был произведен расчет некоторых параметров блочного понтона под резервуар РВС-100, в том числе и расчет количество блоков в понтоне, а соответственно, и некоторые размеры блоков [4]. Так известно, что длина и ширина его будут равняться 1480x890 мм. Однако, для получения всех размеров и параметров блока необходимо выполнить еще ряд расчетов, таких как: определение его плавучести, высоты блока, а также проверка прочностных характеристик.

Произведем дальнейший расчет конструктивных и технологических параметров блока понтона для организации безопасного хранения дизельного топлива в вертикальном резервуаре РВС-100.

Расчет высоты блока зависит от объема полиуретанового наполнителя, который будет обеспечивать плавучесть конструкции. Рассчитаем ее по установленной методике и проверим полученную конструкцию на плавучесть. Затем произведем прочностные характеристики блока. Построим модель полученного блока в программе КОМПАС-3D и проверим ее на изгиб при помощи специального инструмента APM FEM: прочностной анализ.

Результаты и их обсуждение. Блоки понтона должны сохранять плавучесть, воспринимая не только собственную массу, но и массу всех дополнительных конструкций понтона. Отсюда по ГОСТ Р 58619-2019 плавучесть блока должна быть не менее 300% от собственной массы [5].

Плавучесть – это свойство погруженного в жидкость тела оставаться в равновесии, не выходя из жидкости и не погружаясь дальше, т. е. плавать. Плавучесть обуславливается выталкивающей силой жидкости и направленной противоположно силе тяжести.

Плавучесть блока определяем, исходя из объема наполнителя, который определяется по формуле [6]:

$$V_{\text{нап}} = \frac{m_{\text{кор}} \cdot k_{\text{к}} \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{з}}}{\rho_{\text{уд}}} \quad (1)$$

где $m_{\text{кор}}$ – масса верхней и нижней частей корпуса блока понтона, г;

$k_{\text{к}}$ – коэффициент массы ограждающей конструкции понтона;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент плотности материала корпуса относительно плотности жидкости, в которую он погружается;

$\rho_{\text{уд}}$ – удельная плавучесть наполнителя, г/см³.

$k_{\text{з}}$ – коэффициент запаса плавучести.

Коэффициент плотности материала корпуса относительно плотности жидкости, в которую он погружается, определяется по формуле:

$$k_{\text{п}} = 1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{м}}} \quad (2)$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, в которую погружается корпус блока, г/см³;

$\rho_{\text{м}}$ – плотность материала корпуса блока, который погружается в жидкость, г/см³.

Удельная плавучесть наполнителя определяется по формуле:

$$\rho_{\text{уд}} = \rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{нап}} \quad (3)$$

где $\rho_{\text{нап}}$ – плотность наполнителя блока понтона, г/см³.

Масса корпуса (ограждающих конструкций) блока понтона складывается из верхнего и нижнего листов из алюминиевого сплава марки АМг-2 размера 1480x890 мм и равняется $m_{\text{кор}} = 5967$ г. Коэффициент массы ограждающей конструкции понтона показывает отношение общей массы конструкции понтона к массе ограждающих конструкций блоков и равняется $k_{\text{к}} = 2,5$. Плотность листа составляет $\rho_{\text{м}} = 2,69$ г/см³, а плотность дизельного топлива – $\rho_{\text{ж}} = 0,83$ г/см³, отсюда коэффициент плотности

материала корпуса равняется $k_n = 0,7$. Плотность полиуретана составляет $\rho_{\text{нап}} = 0,045 \text{ г/см}^3$, тогда удельная плавучесть наполнителя равняется $\rho_{\text{уд}} = 0,785 \text{ г/см}^3$. Коэффициент запаса плавучести равен $k_3 = 3$ [5]. Зная все эти параметры, объема наполнителя равняется $V_{\text{нап}} = 39907 \text{ см}^3$.

Зная необходимый объем наполнителя, определим высоту блока понтона по формуле:

$$h = \frac{V_{\text{нап}}}{a \cdot b} \quad (4)$$

где a и b – длина и ширина блока понтона, см.

Тогда высоту блока понтона равняется $h = 3,03 \text{ см}$. Из конструктивных и прочностных соображений увеличим значение высоты блока понтона до $h = 4 \text{ см}$. Таким образом, полный размер блока понтона составляет $1480 \times 890 \times 40 \text{ мм}$.

Согласно получившимся размерами блока мы изготовили 3D модель блока понтона в программе КОМПАС-3D. Получившейся результат представлен на рисунке 1.

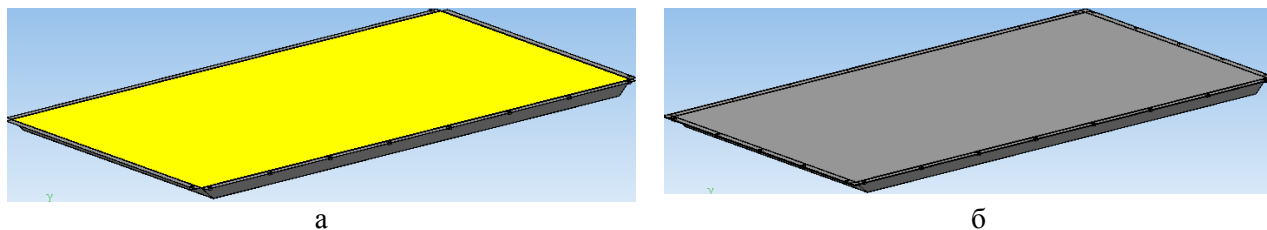


Рисунок 1 – Модель блока понтона: а) без верхней части; б) с верхней частью

Разрез модели представлен на рисунке 2. Блок состоит из нижней корытообразной части 1, верхней крышки 2 и наполнителя в виде вспененного полиуретана 3. Края крышки загнуты о края нижней части, опрессованы и скреплены дополнительно алюминиевыми заклепками 4.

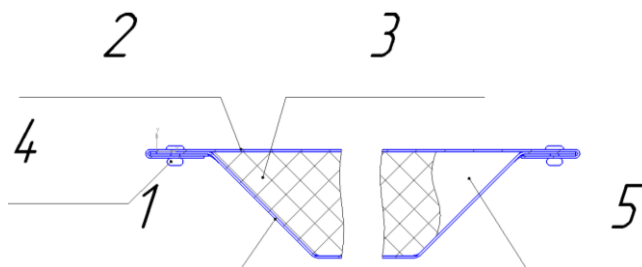


Рисунок 2 – Разрез блока понтона: 1 – нижняя часть; 2 – верхняя часть; 3 – наполнитель; 4 – заклепка; 5 – боковая стенка

Исходя из расчетов модели, масса блока будет равняться $8,4 \text{ кг}$, что соответствует заявленным требованиям о легкости конструкции.

Произведем проверочный расчет плавучести блока. Для этого необходимо определить силу, действующую на блок вертикально вниз (сила тяжести и др.), и силу, действующую на блок вертикально вверх (выталкивающая сила жидкости). Согласно закону физики, плавучесть будет обеспечена, если выталкивающая сила будет больше суммы сил, действующих на блок вертикально вниз [7].

Выталкивающая сила определяется по формуле, Н:

$$F_b = V \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot G \quad (5)$$

где V – объем погружаемого тела, м^3 ;

G – нормативная сила тяжести, Н/кг .

Нормативная сила тяжести определяется по формуле:

$$G = m_{\text{бл}} \cdot g \cdot k_3 \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$m_{\text{бл}}$ – общая масса блока, кг .

Масса блока понтона, согласно расчетам, равняется $m_{\text{бл}} = 8,38 \text{ кг}$, ускорение свободного падения - $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, тогда нормативная сила тяжести равняется $G = 247 \text{ Н}$. Объем полученной конструкции блока $V = 0,053 \text{ м}^3$, тогда выталкивающая сила $F_b = 10866 \text{ Н}$.

Вертикально вниз на блок действует только нормативная сила тяжести, отсюда неравенство выглядит так: $F_b = 10866 \text{ Н} > G = 247 \text{ Н}$. Условия плавучести выполняются.

Проведем проверочный прочностной расчет по максимальным нормальным и касательным напряжениям в сечении блока τ_{max} и сравним их с предельным значением $[\tau]$ согласно действующих методик [8].

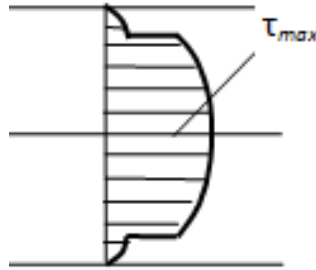


Рисунок 3 – Эпюра максимальных нормальных и касательных напряжений

Максимальные нормальные и касательные напряжения в сечении блока определяется по формуле:

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} \cdot S_{H.O.}}{I_{H.O.} \cdot b(y)} \quad (7)$$

где Q_{max} – максимальная приложенная сила к блоку, Н ;

$S_{H.O.}$ – статический момент сечения блока, m^3 ;

$I_{H.O.}$ – осевой момент инерции блока, m^4 ;

$b(y)$ – размер металлической части сечения блока, м.

Статический момент сечения блока $S_{H.O.}$ определяется по формуле, m^3 :

$$S_{H.O.} = 0,488 \cdot \frac{b \cdot h^2}{8} \quad (8)$$

где b – ширина блока, м;

h – высота блока, м.

Размер металлической части сечения блока определим по формуле, м:

$$b(y) = 2 \cdot t \quad (9)$$

где t – толщина алюминиевого листа, м.

Осевой момент инерции блока определяется по формуле, m^4 :

$$I_{H.O.} = 0,5904 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (10)$$

Согласно ТУ, блок понтона должен выдерживать нагрузку не менее $Q_{max} = 800$ Н. Остальные параметры, исходя из формул 8, 9, 10, равны: $I_{H.O.} = 0,3 \cdot 10^{-5} m^4$; $S_{H.O.} = 8,7 \cdot 10^{-5} m^3$, $b(y) = 1,6 \cdot 10^{-3} m$. Тогда максимальные нормальные и касательные напряжения в блоке $\tau_{max} = 14,5$ МПа. Предельные нормальные и касательные напряжения в блоке из сплава АМг-2 и с полиуретановым наполнителем $[\tau] = 60$ МПа. Отсюда $\tau_{max} < [\tau]$. Условия прочности передней проставки выполнены.

Дополнительно рассчитаем прочность блока при нагрузках в 2200 и 3200 Н. Исходя из формулы 7, максимальные нормальные и касательные напряжения в блоке $\tau_{max} = 40$ Мпа и $\tau_{max} = 58$ Мпа соответственно. При этом нагрузку в 3200 Н считаем предельной для блока понтона.

Произведем проверочный расчет прочности блока в программе КОМПАС-3D с помощью специального инструмента АРМ FEM: прочностной анализ по установленной методике. Расчет будем производить по изгибу блока. Согласно ОТГ-75.180.00-КТН-203-12, изгиб одиночного блока, установленного на опорах не должен превышать 10 мм при нагрузке в 800 Н [9]. На рисунке 4 изображены деформации блока при: а) 800 Н; б) 2200 Н; в) 3200 Н.

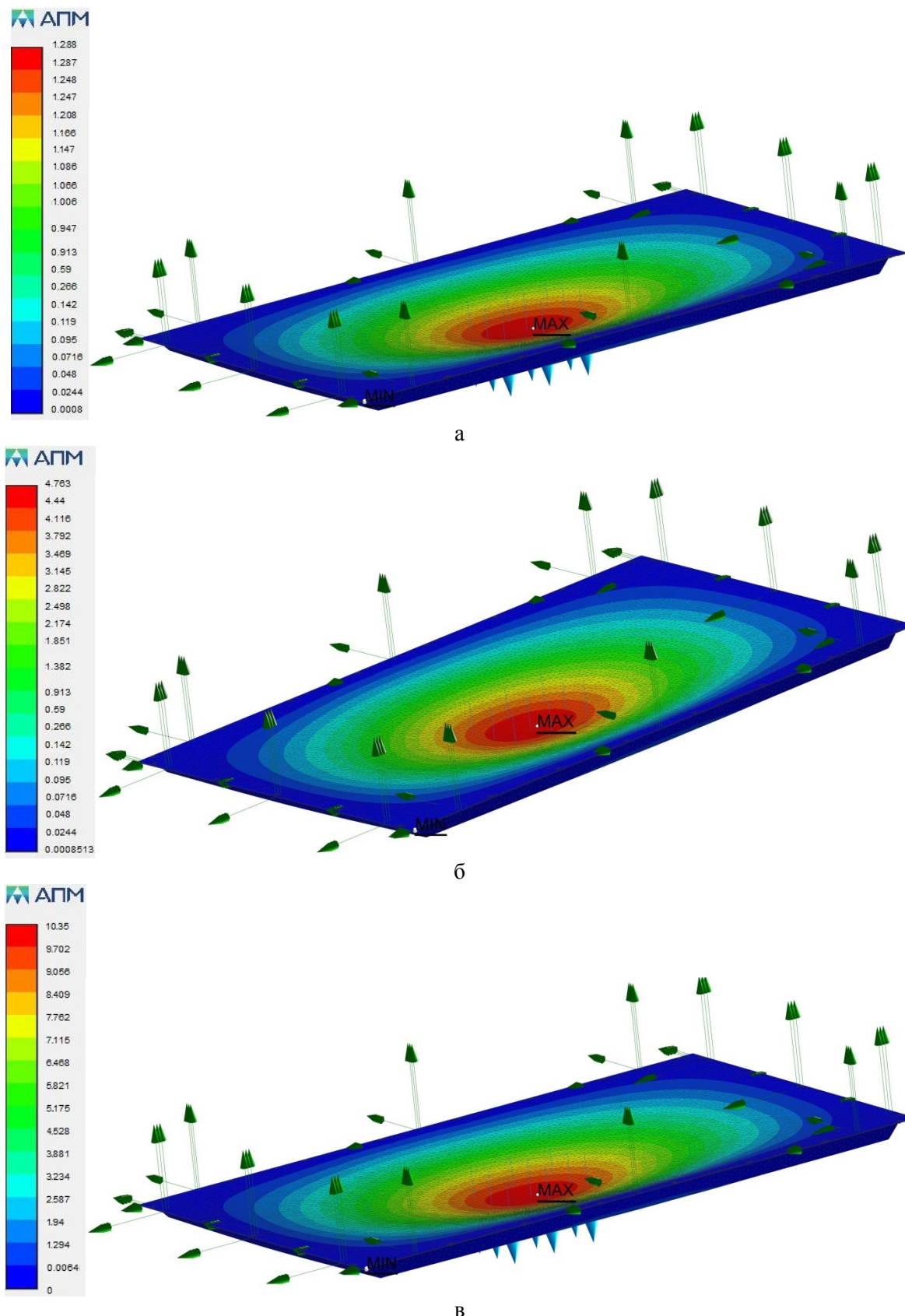


Рисунок 4 – Деформации блока понтона при разных нагрузках: а) 800 Н; б) 2200 Н; в) 3200 Н

Выводы. Проведены расчеты объема полиуретанового наполнителя блока понтона. Установлено, что 39907 см^3 наполнителя достаточно для сохранения плавучести всей конструкции. Исходя из объема наполнителя, найдена высота блока, равная 40 мм. Таким образом, полный размер алюминиевого блока равняется $1480 \times 890 \times 40 \text{ мм}$.

Построена модель блока и проведены прочностные расчеты. Как они показали, при приложении усилия в 800 Н по центру блока, максимальная его деформация составит 1,29 мм; при приложе-

нии усилия в 2200 Н по центру блока, максимальная его деформация составит 4,77 мм; при приложении усилия в 3200 Н по центру блока, максимальная его деформация составит 10,35 мм. Таким образом, блок выдерживает нормативную нагрузку, превышенную практически в 4 раза, что подтверждает правильность наших расчетов. Таким образом, блок с такими параметрами рекомендован к изготовлению и проверке в реальных условиях.

Список источников

1. Адьлин И.П., Шилин А.С. Пожаротушение транспортных средств как способ снижения риска возникновения ЧС в сельскохозяйственном кластере России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (94). С. 181-186.
2. Сакович Н.Е., Адьлин И.П., Шилин А.С. Обеспечение пожарной безопасности транспортных средств в сельскохозяйственном производстве // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 57-63.
3. Андреев А.А. ООО "СЭП": Инновационные технологии и поставки оборудования нового поколения // Экспозиция Нефть Газ. 2017. № 5 (58). С. 106-107.
4. Ченин А.Н., Коломейцева А.А. Анализ защитных мероприятий на нефтехранилищах от возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сборник материалов национальной научно-технической конференции, Брянск, 18–19 января 2024 года. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. С. 189-195.
5. ГОСТ Р 58619-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Оборудование резервуарное. Понтоны. Общие технические условия.
6. https://tapemark.narod.ru/vodnik/1_05.html.
7. [https://ru.wikihow.com/вычислить-плаучность-\(выталкивающую-силу\)](https://ru.wikihow.com/вычислить-плаучность-(выталкивающую-силу)).
8. <https://prosopromat.ru/zadachi/izgib-zadachi/raschet-na-prochnost/raschyot-balok-na-prochnost-pri-izgibe.html>
9. ОТТ-75.180.00-КТН-203-12. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Понтоны из алюминиевых сплавов. Общие технические требования.

Информация об авторе:

А.Н. Ченин – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, aleksej.chenin@mail.ru.

Information about the author:

A.N. Chenin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University.

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

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

Статья поступила в редакцию 06.05.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024.

The article was submitted 06.05.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Ченин А.Н.

Научная статья
УДК 664.8.047

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ СЕМЯН ТЫКВЫ

Алексей Иванович Купреенко, Хафиз Мубариз-оглы Исаев,
Роман Александрович Фролов, Артур Александрович Грибанов
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Влажность сырых семян тыквы после их выпуска составляет около 40 %. Такие семена не хранятся, поэтому их сначала подсушивают в течение 2...3 часов на солнце или под навесом на решетках, а затем досушивают с помощью активного вентилирования при температуре воздуха 18...30 °С до влажности 6,5...7,0 %, но не более 10 %. Если сушка семян проходила ускоренным методом при более высокой температуре, то на кожуре семян появляются трещинки, что впоследствии снижает их всхожесть. Недопустима и длительная сушка семян при 10...15 °С, так как вызывает развитие на поверхности семян патогенной микрофлоры. Для сушки семян тыквы рационально использование барабанных гелиосушилок, обеспечивающих требуемый режим энергоэффективной и экологичной сушки. Представлены результаты определения продолжительности процесса сушки семян тыквы в лабораторных условиях. Приведены кривые сушки и скорости сушки семян. Отклонение фактического от расчетного значения времени сушки для рассматриваемого случая равно 0,18 ч. Незначительное расхождение фактического и расчетного значения времени сушки свидетельствует об адекватности использования предложенного выражения для прогнозирования времени сушки. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии сушки семян тыквы в барабанных гелиосушилках. При средней урожайности тыквы 250 ц/га количество семян составит 1 % или 250 кг/га. В переводе на объем сушильного барабана, с учетом объемной массы семян тыквы 347 кг/м³, это составит 0,72 м³/га. Учитывая коэффициент заполнения сушильного барабана равный 0,75, требуемый объем сушильного барабана в расчете одномоментной сушки всей партии семян с одного гектара составит 0,96 м³/га. Таким образом, при наличии 1 га посевов тыквы, требуемый объем сушильного барабана составит 0,96 м³. При диаметре сушильного барабана 0,7 м требуемая его ширина составит 2,5 м.

Ключевые слова: семена тыквы, продолжительность сушки, барабанная гелиосушилка.

Для цитирования: К определению продолжительности процесса сушки семян тыквы / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, Р.А. Фролов, А.А. Грибанов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 74-77.

Original article

TO DETERMINE THE DURATION OF THE DRYING PROCESS OF PUMPKIN SEEDS

Alexey I. Kupreenko, Hafiz M. Isaev, Roman A. Frolov, Artur A. Gribanov
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The moisture content of raw pumpkin seeds after their release is about 40%. Such seeds are not stored, so they are first dried for 2-3 hours in the sun or under a canopy on sieves, and then dried using active ventilation at an air temperature of 18 ... 30 °C to a humidity of 6.5 ... 7.0%, but not more than 10%. If the seeds were dried using an accelerated method at a higher temperature, cracks appear on the seed peel, which subsequently reduces their germination. Prolonged drying of seeds at 10 ... 15 °C is also unacceptable, as it causes the development of pathogenic microflora on the seed surface. For drying pumpkin seeds, it is rational to use drum solar dryers that provide the required mode of energy-efficient and environmentally friendly drying. The results of determining the duration of the drying process of pumpkin seeds in the laboratory conditions have been presented. The drying curves and seed drying speed have been provided. The deviation of the actual and the calculated values of the drying time for the case under consideration is 0.18 hours. A slight discrepancy between the actual and calculated values of the drying time indicates the adequacy of using the proposed expression to predict the drying time. The results obtained can be used in the development of technology for drying pumpkin seeds in the drum solar dryers. With an average pumpkin yields of 250 kg/ha, the amount of seeds will be 1% or 250 kg/ha. In terms of the volume of the drying drum, taking into account the volume weight of pumpkin seeds of 347 kg/m³, this will amount to 0.72 m³/ha. Taking into account the filling factor of the drying drum equal to 0.75, the required volume of the drying drum in the calculation of simultaneous drying of the entire batch of the seeds from one hectare will be 0.96 m³/ha. Thus, if there is 1 ha of pumpkin sowings, the required volume of the drying drum will be 0.96 m³. With a diameter of 0.7 m of the drying drum, its required width will be 2.5 m.

Keywords: pumpkin seeds, drying time, drum solar dryer.

For citation: To determine the duration of the drying process pumpkin seeds / A.I. Kupreenko A.I., H.M. Isaev, R.A. Frolov., A.A. Gribanov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 4 (104). 74-77.

Введение. В среднем выход семян с плодов тыквы составляет 1 % от массы урожая. Влажность сырых семян тыквы после их выпуска составляет около 40 %. Такие семена не хранятся, поэтому их сначала подсушивают в течение 2...3 часов на солнце или под навесом на решетках, а затем

досушивают с помощью активного вентилирования при температуре воздуха 18...30 °С до влажности 6,5...7,0 %, но не более 10 %.

Если сушка семян проходила ускоренным методом при более высокой температуре, то на кожуре семян появляются трещинки, что впоследствии снижает их всхожесть. Недопустима и длительная сушка семян при 10...15 °С, так как вызывает развитие на поверхности семян патогенной микрофлоры.

Для сушки семян тыквы рационально использование барабанных гелиосушилок, обеспечивающих требуемый режим энергоэффективной и экологичной сушки (*Гелиосушилка: пат. 71744 Рос. Федерация / Купреенко А.И., Исаев Х.М., Тихий В.А., Байдаков Е.М. опубл. 20.03.2008. Бюл. № 8.*) [1,3,4]. Однако для определения соответствующих конструктивно-режимных параметров гелиосушилки необходимо определить закономерности процесса сушки семян тыквы.

Материалы и методы. Одним из важнейших свойств семян является их влажность, определяемая весовым способом путем высушивания в сушильном шкафу и последующем взвешивании (основной метод) или при помощи влагомеров.

В данном случае влажность семян определяли с помощью сушки в сушильном шкафу. Перед этим произвели отвешивание пробы семян в количестве 200 г. (рис. 1).



Рисунок 1 - Отмеривание пробы семян

Навеска была помещена в сушильный шкаф (рис. 2) и высушивалась при периодическом взвешивании через каждые 15 минут до прекращения убыли массы навески.



Рисунок 2 - Размещение навески в сушильном шкафу

Использовали стандартную методику сушки с замерами через каждые 5 минут убыли влаги до момента стабилизации высушиваемой массы в течение 20 минут.

Для расчета продолжительности сушки на практике распространен метод А.В. Лыкова, предложившего производить расчет с использованием коэффициента скорости сушки K_c [2, 4]. Он предложил оценивать в периоде постоянной скорости сушки продолжительность сушки по выражению:

$$\tau_1 = \frac{\omega_{з.н} - \omega_{кр1}}{N}, \quad (1)$$

где $\omega_{з.н}$ - влажность зерна начальная, %;

$\omega_{кр1}$ - первая критическая влажность, %;

N - скорость сушки, %/ч.

Для периода, когда скорость сушки убывает, уравнение кривой скорости сушки имеет вид:

$$N = \frac{d\omega}{d\tau} K_c (\omega_{к.н} - \omega_p), \quad (2)$$

где K_c - коэффициент скорости сушки первого периода, предложенный А.В. Лыковым;

$\omega_{к.н}$ - влажность материала в начале второго периода сушки, %.

ω_p - равновесная влажность, %.

$$K_c = \frac{N}{\omega_{к.н} - \omega_p} \tag{3}$$

Таким образом, во втором периоде сушки кривая ее скорости аппроксимируется прямой линией.

Интегрируя выражения (2) в пределах от $\omega_{з.н}$ до $\omega_{з.к}$ (конечная влажность материала), а также, учитывая выражение (1) и то, что $\omega_{к.р1} = \omega_{к.н}$ получим общую продолжительность сушки:

$$\tau_{суш} = \tau_1 + \tau_2 = \frac{1}{N} \left[\omega_{з.н} - \omega_{к.н} + 2,3 \cdot (\omega_{к.н} - \omega_p) \cdot \lg \frac{\omega_{к.н} - \omega_p}{\omega_{з.н} - \omega_p} \right] \tag{4}$$

Значения коэффициентов $N_{к.н}$ и влажности $\omega_{к.н}$ определяются на основании результатов экспериментальных исследований.

Результаты и их обсуждение. Результаты лабораторных исследований процесса сушки семян тыквы представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты лабораторных исследований процесса сушки

№ п/п	Время сушки, мин	Масса навески, г	Влажность семян, %	№ п/п	Время сушки, мин	Масса навески, г	Влажность семян, %
1	0	200,9	38,7	24	115	127,2	2,5
2	5	193,2	36,3	25	120	126,7	2,1
3	10	184,5	33,3	26	125	126,2	1,9
4	15	175,5	29,9	27	130	125,8	1,7
5	20	168,2	26,8	28	135	125,5	1,4
6	25	161,6	23,8	29	140	125,2	1,3
7	30	156,3	21,2	30	145	124,9	1,1
8	35	151,7	18,9	31	150	124,7	1,0
9	40	147,7	16,7	32	155	124,5	0,8
10	45	144,2	14,6	33	160	124,3	0,6
11	50	141,6	13,1	34	165	124,1	0,6
12	55	139,2	11,6	35	170	123,9	0,5
13	60	137,1	10,2	36	175	123,8	0,4
14	65	135,4	9,1	37	180	123,7	0,3
15	70	133,9	8,1	38	185	123,6	0,2
16	75	132,6	7,2	39	190	123,5	0,2
17	80	131,4	6,3	40	195	123,4	0,1
18	85	130,3	5,5	41	200	123,3	0,1
19	90	129,4	4,9	42	205	123,2	0,1
20	95	128,6	4,3	43	210	123,1	0,0
21	100	127,8	3,7	44	215	123,1	0,0
22	105	127,2	3,2	45	220	123,1	0,0
23	110	126,7	2,8	46	225	123,1	0,0

По данным таблицы 1 построена кривая сушки семян тыквы (рис. 3).

На основании графического дифференцирования кривой сушки (рис. 3) получили данные для построения кривой скорости сушки (рис. 4).

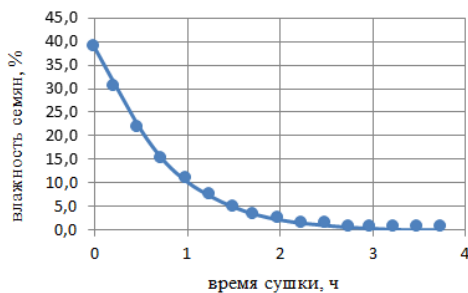


Рисунок 3 - Кривая сушки

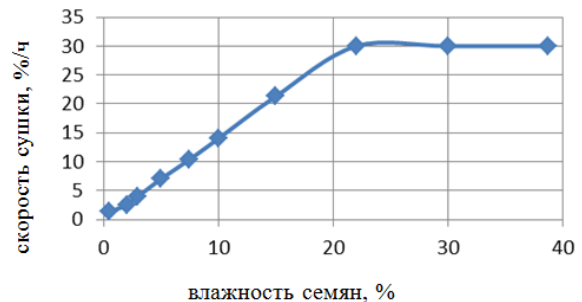


Рисунок 4 - Кривая скорости сушки

Анализ характера кривых показывает, что семена тыквы относятся к капиллярно-пористым телам. Кривая скорости сушки имеет выраженные участки постоянной и убывающей скорости сушки, а также характерные точки перегиба, которые используются при прогнозировании времени сушки.

На основании перегибов кривой скорости второго периода сушки определяем два критических значения влажности, используемых для прогнозирования времени по уравнению (4):

$$\omega_{к.п1} = 21\%, \quad \omega_{к.п2} = 3\%.$$

Тогда

$$\tau_{суш} = \frac{1}{30,0} \left[38,7 - 21,0 + 2,3 \cdot (21,0 - 3,0) \cdot \lg \frac{21,0 - 3,0}{7,0 - 3,0} \right] = 1,48 \text{ ч.}$$

Отклонение фактического от расчетного значения времени сушки для рассматриваемого случая равно 0,18 ч.

Незначительное расхождение фактического и расчетного значения времени сушки свидетельствует об адекватности использования выражения (4) для прогнозирования времени сушки.

Выводы. Таким образом, полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии сушки семян тыквы в барабанных гелиосушилках.

При средней урожайности тыквы 250 ц/га количество семян составит 1 % или 250 кг/га. В переводе на объем сушильного барабана, с учетом объемной массы семян тыквы 347 кг/м³, это составит 0,72 м³/га.

Учитывая коэффициент заполнения сушильного барабана равный 0,75, требуемый объем сушильного барабана в расчете одномоментной сушки всей партии семян с одного гектара составит 0,72/0,75 = 0,96 м³/га.

Таким образом, при наличии 1 га посевов тыквы требуемый объем сушильного барабана составит 0,96 м³. При диаметре сушильного барабана 0,7 м требуемая его ширина составит 2,5 м.

Список источников

1. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М. Результаты испытания барабанной гелиосушилки зерна // Вестник Брянской ГСХА. 2009. № 5. С. 69-73.
2. Купреенко А.И., Исаев Х.М.О., Исаев С.Х. Применение гелиоустановок для сушки семян сельскохозяйственных культур // Современные тенденции развития аграрной науки: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Брянск, 2022. С. 278-286.
3. Купреенко А.И., Исаев Х.М.О., Исаев С.Х. Расчет продолжительности процесса сушки яблок в сушилке аэродинамического нагрева // Современные тенденции развития аграрной науки: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Брянск, 2022. С. 325-332.
4. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. Развитие сектора энергетики в России на основе возобновляемых источников энергии // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 3 (85). С. 55-60.
5. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Исаев С.Х. Определение продолжительности сушки яблок в сушилке аэродинамического нагрева // Техника и технологии в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. междунауч.-практ. конф. Уссурийск, 2021. С. 73-78.
6. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Ченин А.Н. Применение гелиосушилок зерна в условиях Брянской области: теория и результаты: монография. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 174 с.

Информация об авторах:

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

Х.М.Исаев – заведующий кафедрой технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Р.А. Фролов - магистрант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

А.А. Грибанов - магистрант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

A.I. Kupreenko - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Equipment of Animal Husbandry and Processing Industries, Bryansk State Agrarian University.

H.M. Isaev - Head of the Department of Technological Equipment of Animal Husbandry and Processing Industries, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Bryansk State Agrarian University.

R.A. Frolov - Undergraduate Student, Bryansk State Agrarian University.

A.A. Gribanov – Undergraduate 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 17.01.2024; одобрена после рецензирования 25.07.2024, принята к публикации 31.07.2024 .

The article was submitted 17.01.2024; approved after reviewing 25.07.2024; accepted for publication 31.07.2024.

© Купреенко А.И., Исаев Х.М., Фролов Р.А., Грибанов А.А.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

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

СТРУКТУРА СТАТЬИ

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

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

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

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

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

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