

Аграрный вестник Верхневолжья



Научный журнал Верхневолжского государственного агробиотехнологического университета

2/2026



Верхневолжский
государственный
агробиотехнологический
университет

ISSN 2307-5872

Уважаемые коллеги!

Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет предлагает всем желающим: преподавателям, научным работникам, аспирантам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Аграрный вестник Верхневолжья».

Журнал распространяется по РФ, издается на русском языке. Периодичность выхода: 1 раз в квартал.

Все материалы, направляемые в журнал, проходят обязательное внутреннее рецензирование.

Отрицательный отзыв означает отказ в публикации материала.

«Аграрный вестник Верхневолжья» включен в перечень ВАК по ветеринарии и зоотехнии, сельскохозяйственным и техническим наукам и в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Электронные версии журнала размещаются на сайтах Верхневолжского ГАУ (<http://www.ivgsha.ru>), Российской универсальной научной электронной библиотеки (<http://www.eilibrary.ru>) и электронно-библиотечной системы «Лань» (<http://www.e.lanbook.com>).

Обращаем ваше внимание, что статья должна обязательно включать следующие последовательно расположенные элементы:

- индекс (УДК) – справа, обычный шрифт
- заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные
- фамилия и инициалы автора(ов) – шрифт полужирный, название учебного заведения – шрифт обычный – слева
- аннотация (200–250 слов), ключевые слова (5–10 понятий) – шрифт курсив
- для цитирования – Фамилия, инициалы, название статьи, двойной слеш (косая черта), название журнала, год, номер (№)
- текст статьи, имеющий внутренние разделы (актуальность, цель, материал и методы, результаты и др.)
- список литературы на русском языке, выполняется по ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»
- сноски на литературу в тексте оформляются в квадратных скобках в соответствии с ГОСТ Р. 7.05.-2008. В списке используемой литературы источники располагаются в порядке их упоминания в тексте
- транслитерация, выполненная по ГОСТ (на автоматическом сервисе онлайн)
- заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные, фамилия и инициалы автора(ов) шрифт полужирный, название учебного заведения – шрифт обычный – слева; аннотация (200–250 слов), ключевые слова (5–10 понятий) – шрифт курсив – на английском языке
- элементы друг от друга отделяются одной пустой строкой
- межстрочный интервал 1,5, абзацный отступ 0,5, шрифт Times New Roman

С более подробными требованиями можно ознакомиться на сайте журнала: vestnik.v-gau.ru

Таблицы принимаются строго в книжной ориентации формата А4.

Статьи можно выслать по адресу:

153012, Ивановская область, г. Иваново,
ул. Советская, 45.

Любую информацию можно получить по телефону:
8(4932) 32-81-44.

E-mail: vestnik@ivgsha.ru или vestnik-igsha@mail.ru
(с пометкой для редакции журнала).

Точка зрения авторов публикаций может не совпадать с мнением редакционной коллегии. Автор несет ответственность за содержание статьи. Согласие автора на публикацию материала на указанных условиях и на его размещение в электронных версиях предполагается.

Подписной индекс журнала в интернет-каталоге
«Пресса России» 91820

Цена свободная.



Научный журнал

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»

Редакционная коллегия:

- Е. Е. Малиновская, главный редактор, кандидат ветеринарных наук (Иваново);
 А. Л. Тарасов, заместитель главного редактора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Иваново);
 Н. А. Балакирев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
 В. С. Буяров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Орел);
 А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Самара);
 М. С. Волхонов, доктор технических наук, профессор (Кострома);
 А. А. Гвоздев, доктор технических наук, профессор (Иваново);
 М. Ф. Григорьев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Кузбасский ГАУ»;
 О. В. Гонова, доктор экономических наук, профессор (Иваново);
 П. А. Горбунов, кандидат ветеринарных наук, доцент (Иваново);
 А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
 В. А. Исайчев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН (Ульяновск);
 Л. В. Клетикова, ответственный редактор, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
 В. В. Комиссаров, доктор исторических наук, профессор (Иваново);
 Е. Н. Крючкова, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);
 Н. В. Муханов, кандидат технических наук, доцент (Иваново);
 В. В. Окорков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Суздаль, Владимирская область);
 В. А. Пономарев, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
 В. В. Пронин, доктор биологических наук, профессор (Владимир);
 С. А. Родимцев, доктор технических наук, доцент (Орел);
 В. А. Смелик, доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург);
 Н. П. Сударев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Тверь);
 С. С. Терентьев, кандидат биологических наук, доцент (Иваново);
 В. Е. Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Брянск).

Международный редакционный совет:

- А. Ш. Иргашев, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);
 Р. З. Нургазиев, академик РАН, академик Национальной академии наук Кыргызской республики, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан).

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Реестровая запись ПИ № ФС77-81461 от 16 июля 2021 г.

Журнал издается с 2012 г.

Журнал «Аграрный вестник Верхневолжья» включен ВАК РФ в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

В редакции Перечня ВАК от 21.10.2022 года

4. Сельскохозяйственные науки

4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.2. Зоотехния и ветеринария

- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки);
 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки);
 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки)

4.3. Агроинженерия и пищевые технологии

- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)



Constitutor and Publisher: FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB»

Editorial Staff:

E. E. Malinovskaya, Editor-in-chief, Cand. of Sc, Veterinary (Ivanovo);
A. L. Tarasov, Deputy Editor-in-Chief, Assoc. Prof., Cand. Of Sc., Agriculture (Ivanovo);
N. A. Balakirev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);
V. S. Buyarov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Oryol);
A. V. Vasin, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Samara);
M. S. Volkhonov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Kostroma);
A. A. Gvozdev, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);
M. F. Grigoriev, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuzbass State Agrarian University";
O. V. Gonova, Professor, Doctor of Sc., Economics (Ivanovo);
P. A. Gorbunov, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor (Ivanovo);
A. A. Zavalin, Academician of Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);
V. A. Isaitchev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Ulyanovsk);
L. V. Kletikova, Executive Secretary, Professor, Doctor of Sc., Biology (Ivanovo);
V. V. Komissarov, Professor, Doctor of Sc., History (Ivanovo);
E. N. Kryuchkova, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Ivanovo);
N. V. Mukhanov, Assoc. Prof., Cand. of Sc., Engineering (Ivanovo);
V. V. Okorkov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Suzdal, Vladimirskaya oblast);
V. A. Ponomarev, Professor, Doctor of Sc., Biology (Ivanovo);
V. V. Pronin, Professor, Doctor of Sc., Biology (Vladimir);
S. A. Rodimtsev, Assoc. prof., Doctor of Sc., Engineering (Oryol);
V. A. Smelik, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Saint-Petersburg);
N. P. Sudarev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Tver);
S. S. Terentiev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor (Ivanovo);
V. E. Torikov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Bryansk).

International Editorial Board:

A. Sh. Irgashev, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Bishkek, Kyrgyzstan);
R. Z. Nurgaziev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Bishkek, Kyrgyzstan).

Corrector: N.F. Skokan.

Translator: A.A. Emelyanov.

Format 60x84 1/8

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media.
Register entry ПИ № ФС77-81461 on 16.07.2021.

The journal has been published since 2012.

"Agrarian journal of the Upper Volga Region" is peer-reviewed and recommended by the Supreme Attestation Commission of the Russian Federation to publish main results of Doctors and Candidates of Sciences dissertations in the following disciplines and their respective fields of science:

Issued on 21.10.2022

4. Agricultural sciences

4.1. Agronomy, forestry and water management

4.1.1. General agriculture and crop production;

4.1.3. Agrochemistry, agro-soil science, plant protection and quarantine;

4.2. Animal science and veterinary medicine

4.2.1. Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology;

4.2.4. Special animal husbandry, feeding, technologies of feed preparation and production of livestock products

4.2.5. Breeding, selection, genetics and biotechnology of animals;

4.3. Agroengineering and food technologies

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for agro-industrial complex (technical sciences)

АГРОНОМИЯ

- Мосяков М.А., Михеев М.А.* РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ И ОРАНЖЕРЕЙНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ 7
- Ториков В.Е., Мельникова О.В., Поленок А.В., Рожнов Н.И.* БОРЬБА С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА 17

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

- Алексеева Е.С.* ТАКТИКА ЛЕЧЕНИЯ ПРОНИКАЮЩЕГО РАНЕНИЯ ГЛАЗА У СОБАКИ 23
- Андреянов О.Н., Постевой А.Н.* СВОЙСТВА КАШТАНА КОНСКОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM L., 1753*) С МОЛЛЮСКОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ 28
- Апиева Э.Ж., Абузярова Г.А., Генгин И.Д.* ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ УРОЛИТИАЗА СОБАК И КОШЕК 34
- Галкина Е.А., Кузьмина И.В.* ОСОБЕННОСТИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ДУОДЕНАЛЬНОМ ХИМУСЕ И КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ И ИХ ВЛИЯНИИ НА МЕТАБОЛИЗМ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО СТРЕССА ПРИ ЭМИ-ОБРАБОТКЕ 43
- Гатина В.Р., Сеитов М.С., Биктеев Ш.М.* ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРОПОСТРОЕНИЯ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ ТЕЛЯТ 52
- Гизатуллина Ф.Г., Смирнов Н.Г., Мерзжакыпова Г.Б.* ВЛИЯНИЕ ГУМАТА НАТРИЯ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН ДОЙНЫХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОГЕННОЙ ЗОНЫ 58
- Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е.* КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ВИРУСНОЙ ЛЕЙКЕМИИ КОШЕК В УСЛОВИЯХ Г. САРАТОВА 66
- Козлов С.В., Строгов В.В., Мариничева М.П., Древко Я.Б., Манаенкова Ю.В., Денисова Н.И., Шелковая А.А.* ИЗУЧЕНИЕ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ ИНЪЕКЦИОННОЙ ФОРМЫ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОГО ПРЕПАРАТА 73
- Смирнов Н.Г., Гизатуллина Ф.Г.* БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КОРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДОБАВКИ «ГУВИТАН» И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ 80
- Таов И.Х., Карашаев М.Ф.* ДЕЙСТВИЕ ЭРГОМЕТРИНА И МЕТИЛЭРГОМЕТРИНА НА ФУНКЦИЮ ВОСПРОИЗВОДСТВА, РЕАКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА КОРОВ И СОКРАТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ МАТКИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ 89

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

- Иовлев Г.А., Голдина И.И.* ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРА ВЛАДИМИРСКОГО ТРАКТОРНОГО ЗАВОДА 94
- Картошкин А.П., Агапов Д.С., Антипов А.В.* КРИТЕРИЙ ПОДОБИЯ ПРИ ТРЕНИИ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ 102
- Новиков М.А., Павлов С.Б., Гунбина Е.С.* АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВОРОШЕНИЯ ЛЕНТ ЛЬНА 108

<i>Терентьев В.В., Смирнов С.Ф., Краснов А.А., Кувишинов В.В.</i> О РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ВЕНЦА МАХОВИКА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Д-240/243	113
<i>Терентьев В.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	122
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	
<i>Бредихин А.В.</i> «ДЕШЁВОЕ МЯСО, ИЛИ КРОЛИКОВОДСТВА...»: СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАЗВЕДЕНИЯ КРОЛИКОВ В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ	130
<i>Емельянов А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ЛАТИНСКОГО ЯЗЫКА В ВЕТЕРИНАРНОМ КОЛЛЕДЖЕ	135
Abstract	140
Список авторов	150

AGRONOMY

- Mosyakov M.A., Mikheev M.A.* RESULTS OF RESEARCH ON LABORATORY AND GREENHOUSE GERMINATION OF SUGAR BEET SEEDS 7
- Torikov V.E., Melnikova O.V., Polenok A.V., Rozhnov N.I.* WEED CONTROL IN SPRING RAPESEED CROPS 17

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

- Alekseeva E.S.* TREATMENT TACTICS FOR A PENETRATING EYE INJURY IN A DOG 23
- Andreyanov O.N., Postevoy A.N.* PROPERTIES OF HORSE CHESTNUT (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L., 1753) WITH MOLLUSCOCIDAL EFFICACY 28
- Apieva E.Z., Abuzyarova G.A., Gengin I.D.* PRECLINICAL STUDIES OF A PHARMACEUTICAL SUBSTANCE FOR THE PREVENTION OF UROLITHIASIS IN DOGS AND CATS 34
- Galkina E.A., Kuzmina I.V.* ENZYME ACTIVITY IN DUODENAL CHYME AND BLOOD OF BROILER CHICKENS AND THEIR EFFECT ON METABOLISM UNDER CONDITIONS OF HEAT STRESS DURING EMI TREATMENT 43
- Gatina V.R., Seitov M.S., Bikteev Sh.M.* FEATURES OF BLOOD SERUM STRUCTURE IN CALVES WITH GASTROENTERITIS 52
- Gizatullina F.G., Smirnov N.G., Merzhakypova G.B.* THE EFFECT OF SODIUM HUMATE ON THE MINERAL METABOLISM OF DAIRY COWS IN A BIOGEOCHEMICAL TECHNOGENIC ZONE 58
- Kopchekchi K.A., Ziruk I.V., Kopchekchi M.E.* A CLINICAL CASE OF FELINE VIRAL LEUKEMIA IN SARATOV 66
- Kozlov S.V., Strogov V.V., Marinicheva M.P., Drevko Y.B., Manaenkova Y.V., Denisova N.I., Shelkovaya A.A.* STUDY OF CHEMICAL-PHARMACEUTICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES OF A NEW INJECTABLE FORM OF A HEPATOPROTECTIVE DRUG 73
- Smirnov N.G., Gizatullina F.G.* BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF COWS WHEN USING THE GUVITAN SUPPLEMENT AND ORGANIC ACIDS 80
- Taov I.Kh., Karashaev M.F.* EFFECTS OF ERGOMETRINE AND METHYLERGOMETRINE ON REPRODUCTIVE FUNCTION, REACTIVITY OF THE COW'S BODY, AND UTERINE CONTRACTILE CAPACITY: EXPERIMENTAL AND CLINICAL DATA 89

ENGINEERING, AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

- Iovlev G.A., Goldina I.I.* A STUDY OF THE TRACTOR PERFORMANCE PROPERTIES OF THE VLADIMIR TRACTOR PLANT 94
- Kartoshkin A.P., Agapov D.S., Antipov A.V.* SIMILARITY CRITERION FOR FRICTION IN BEARINGS SLIDING OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT 102
- Novikov M.A., Pavlov S.B., Gunbina E.S.* AGITATION EFFICIENCY ANALYSIS OF FLAX RIBBONS 108
- Terentyev V.V., Smirnov S.F., Krasnov A.A., Kuvshinov V.V.* ABOUT THE MAINTAINABILITY OF THE RING OF THE FLYWHEEL OF DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES D-240/243 113
- Terentyev V.V.* IMPROVING THE PROCESS OF LASER HARDENING OF METAL SURFACES 122

SOCIAL-ECONOMIC AND HUMANITIES SCIENCES

<i>Bredikhin A.V.</i> “CHEAP MEAT, OR RABBIT BREEDING...”: THE SOCIO-ECONOMIC ASPECT OF RABBIT BREEDING IN THE RUSSIAN EMPIRE	130
<i>Emelyanov A.A.</i> INCREASING MOTIVATION TO LEARN LATIN AT VETERINARY COLLEGE	135
Abstract	140
List of authors	150

АГРОНОМИЯ

УДК 631.559.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ И ОРАНЖЕРЕЙНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Мосяков М.А., Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Михеев М.А., Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Несмотря на повышение технического уровня сельскохозяйственных машин, проблема полной реализации биологического потенциала растений остается нерешенной. Особенно это ощущается при сохранности биологического потенциала в свекловодстве, где все технологические операции выполняются с применением машинных комплексов. Внедрение новой техники на базе устаревших технологий возделывания сахарной свеклы, как и внедрение новых технологий при устаревшей сельскохозяйственной технике, приводит к снижению эффективности отрасли в целом. Для отрасли свекловодства важно полностью использовать производственный биологический потенциал растений с тем, чтобы можно было контролировать его реализацию в условиях хозяйств при внедрении современной техники и технологий. В статье представлены результаты лабораторных и оранжерейных экспериментальных исследований, прошедшие графическую регистрацию и анализ данных с помощью статистической обработки в программе Statistica 13.5.0. Определена всхожесть семян сахарной свеклы сорта Митика, производитель АО «Щелково Агрохим». Установлено, что порционная подача гидрогеля внутрпочвенно в концентрации раствора 1 г на 1 литр воды, с одновременным высевом семян, позволяет повысить всхожесть семенного материала до 91–94 % и исключить его дальнейшее выдувание из почвы, с одновременным внесением полезных для роста и развития микроэлементов и биопрепаратов. Полученные результаты являются основанием для разработки технического задания на опытно-экспериментальную конструкцию модуля для внутрпочвенного внесения гидрогеля.

Ключевые слова: семена сахарной свеклы, лабораторная всхожесть, оранжерейная всхожесть, гидрогель, результаты эксперимента

Для цитирования: Мосяков М.А., Михеев М.А. Результаты исследований лабораторной и оранжерейной всхожести семян сахарной свеклы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 7–16.

Актуальность. Сравнение и анализ урожайности сахарной свеклы показали, что за последние десять лет полнота использования биологического потенциала при выращивании составляет около 65–70 %, районированные гибриды сахарной свеклы имеют потенциальную урожайность 74–79 т/га [1], урожайность в производственных условиях по данным Союзроссахара составляет в среднем 40,9 т/га [2].

Резервы для повышения урожайности сахарной свеклы остаются очень высокими. Повышение всхожести семенного материала за счет использования гидрогеля позволит исключить и его выдувание, что положительно отразится на урожайности культуры.

Учеными агроинженерного центра ВИМ были проведены экспериментальные исследования по повышению всхожести семенного материала в лабораторных и оранжерейных условиях с использованием гидрогеля [3, с. 22–28].

Для проведения исследований по лабораторной и оранжерейной всхожести семян сахарной свеклы был выбран сорт Митика, предоставленный АО «Щелково Агрохим». Семена были обработаны раствором Тирам (ТМТД), контактным фунгицидом (дозировка 6 грамм на килограмм).

Результаты исследований прошли графическую регистрацию и анализ данных с помощью статистической обработки в программе Statistica 13.5.0.

Цель и задачи исследований: повышение всхожести семян сахарной свеклы в лабораторных и оранжерейных условиях.

Задачи исследований:

- статистическая обработка результатов исследований повышения лабораторной и оранжерейной всхожести гибридов сахарной свеклы;
- рекомендации по разработке технического задания на опытно-экспериментальную конструкцию модуля для внутрripочвенного внесения гидрогеля.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования были проведены в соответствии с ранее описанной методикой. Количество рядков – 3; семян, размещенных в одном ящике, – 30 шт. Размещение семян в рядках чередовалось: контрольное – экспериментальное–контрольное и экспериментальное–контрольное–экспериментальное. На ящиках была нанесена соответствующая маркировка (рис. 1) [3, с. 22–28].



Рисунок 1 – Всхожесть семян сорта Митика АО «Щелково Агрохим»

Результаты трехкратной повторности эксперимента были сведены в таблицу 1.

Перед планированием и проведением эксперимента, ставящего своей целью повышение всхожести семян сахарной свеклы в оранжерейных условиях, был выбран критерий оптимизации, то есть параметр, по которому оценивается исследуемый объект и который связывает факторы в математическую модель [4]. В качестве критерия оптимизации была выбрана итоговая всхожесть семян растений, выраженная в процентном соотношении.

Агрономия

Таблица 1 – Данные трех экспериментов

№	Влажность, % (Гель)	Влажность, % (Контроль)	Всхожесть, % (Гель)	Всхожесть, % (Контроль)	Объем, мл
1	40	38,5	91	88	1,5
2	42,2	39,2	96	91	1
3	39,4	37,8	92	89	1,5
4	44,1	41,3	97	93	1
5	36,6	35,8	86	84	0,5
6	36,8	36	86	84	0,5
7	41,7	39,1	94	90	1
8	39,1	37,2	90	88	1,5
9	37,1	36,5	88	85	0,5

№	Влажность, % (Гель)	Влажность, % (Контроль)	Всхожесть, % (Гель)	Всхожесть, % (Контроль)	Объем, мл
1	42,1	39,3	94	90	0,5
2	43,9	40,5	95	92	1
3	39,2	36,7	90	85	1,5
4	44,7	41,9	96	93	1
5	37,5	35,4	88	85	0,5
6	36,4	35	86	85	0,5
7	38,5	36,8	89	86	1,5
8	39,3	37,8	90	87	1,5
9	42,9	39,7	94	91	1

№	Влажность, % (Гель)	Влажность, % (Контроль)	Всхожесть, % (Гель)	Всхожесть, % (Контроль)	Объем, мл
1	40,4	37,8	92	87	0,5
2	42,5	39,2	92	90	1,5
3	41,8	38,5	93	88	0,5
4	43,6	40,1	93	92	1,5
5	44,2	40	95	93	1
6	45,4	42,8	97	94	1
7	42,1	39,1	94	90	1,5
8	44,7	41,2	96	93	1
9	40,8	37,5	92	87	0,5

Согласно литературным источникам и результатам исследований физико-механических свойств почвы, а также исходя из задач исследования, определены факторы, наибольшим образом оказывающие влияние на процесс всхожести семян сахарной свеклы: x_1 – влажность почвы в момент проведения эксперимента (г/м³; x_2 – объем раствора гидрогеля, нанесённого на семя растения (мл);

В результате была достигнута область оптимума и определены ориентирующие границы почти стационарной зоны: $x_1 = 36...45$ г/м³, $x_2 = 0,5...1,5$ мл.

Для каждого фактора были выбраны два уровня варьирования – нижний и верхний, в пределах которых фактор изменялся в эксперименте (табл. 2).

Таблица 2 – Факторы и область их исследования

Фактор	Обозначение	Уровень реального значения фактора			Код	Уровень кодированного значения фактора		
		Нижний	Основной	Верхний		Нижний	Основной	Верхний
Влажность почвы в момент проведения эксперимента, г/м ³	φ	36	40	44	x_1	-1	0	+1
Объем раствора, нанесённого на семя растения, мл	V_p	0,5	1	1,5	x_2	-1	0	+1

После этого был определён основной – нулевой уровень, вокруг которого симметрично располагались экспериментальные точки и был установлен интервал варьирования факторов [5].

Переход от натуральных значений факторов к кодированным производился по формуле [6]:

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\varepsilon}, \quad (1)$$

где x_i – натуральное значение фактора; x_{i0} – натуральное значение на нулевом уровне фактора; i – номер фактора; ε – натуральное значение интервала варьирования фактора, который определяется по формуле [7]:

$$\varepsilon = \frac{x_i^B - x_i^H}{2}, \quad (2)$$

где x_i^B – значение фактора на верхнем уровне; x_i^H – значение фактора на нижнем уровне.

Значения факторов принимались нами в соответствии с полученными морфологическими признаками, физико-механическими свойствами семян сахарной свеклы в процессе прорастания.

Одной из целей нашего исследования являлось получение математического описания, зависимостей между всхожестью семенного материала и принятыми факторами.

В качестве математической модели процесса были приняты функции:

$$K = f(\varphi, V_p). \quad (3)$$

Такая корреляционная зависимость была представлена в виде:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (4)$$

где y – критерий оптимизации (отклик); b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты регрессии; i, j – номера факторов.

Для аппроксимации рассматриваемого процесса использовали линейную часть корреляционной зависимости:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3, \quad (5)$$

а при её адекватности – квадратичную:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 \quad (6)$$

Для дальнейшего, более тщательного, изучения области оптимума строили план 2-го порядка. Для реализации нами был принят композиционный план второго порядка Бокса-Бенкина. Матрица композиционного плана второго порядка для двух факторов представлена в таблице 3 [8].

Таблица 3 – Матрица проведения композиционного плана второго порядка Бокса-Бенкина в закодированном виде

Обозначение	Факторы		Значение критерия оптимизации
	Влажность почвы в момент проведения эксперимента, г/м ³	Объем раствора, нанесённого на семя растения, мл	Всхожесть семян, %
	x_1	x_2	
1	-1	-1	91
2	0	0	88
3	1	1	84
4	-1	0	93
5	0	1	89
6	1	-1	87
7	-1	1	92
8	0	-1	89
9	1	0	86

Адекватность модели второго порядка проверяли с помощью критерия Фишера F :

$$F = \frac{S_{LF}^2}{S_y^2}, \quad (7)$$

где S_{LF}^2 – дисперсия адекватности математической модели; S_y^2 – дисперсия ошибки опыта.

Дисперсию адекватности математической модели определяли по формуле [6]:

$$S_{LF}^2 = \frac{m \cdot \sum_{u=1}^{N_0} (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2}{N_0 - k - 1}, \quad (8)$$

где m – число повторности опыта ($m = 3$); \bar{y}_u – среднее значение критерия оптимизации по результатам опытов u -й строке, проц; \hat{y}_u – расчетное значение критерия оптимизации в u -й строке, проц.; N_0 – количество опытов ($N_0 = 9$); k – число факторов в матрице плана ($k = 2$).

Дисперсию ошибки опыта определяли по формуле:

$$S_y^2 = \frac{m \cdot \sum_{u=1}^{N_0} \cdot \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y}_u)^2}{N_0 \cdot (m - 1)}, \quad (9)$$

где y_{iu} – значение критерия оптимизации в i -м опыте, в u -й строке, проц.

Значимость коэффициентов регрессии рассчитывали по критерию, путём нахождения доверительного интервала для каждого коэффициента регрессии по формуле:

$$\Delta b_i = \pm t S_y / \sqrt{N_i} \quad (10)$$

При получении адекватной математической модели второго порядка определяли координаты оптимума и изучали свойства поверхности в окрестностях оптимума [9].

$$Y - Y_s = B_{11} \cdot x_1^2 + B_{22} \cdot x_2^2, \quad (11)$$

где Y – значение критерия оптимизации; Y_s – значение критерия оптимизации в оптимальной точке; x_1, x_2 – новые оси координат; B_{11}, B_{22} – коэффициенты регрессии в канонической форме.

Для определения коэффициентов в канонической форме решали характеристическое уравнение [10]:

$$f(B) = \left[\begin{array}{l} (b_{11} - B) \cdot \frac{1}{2} \cdot b_{12} \\ \frac{1}{2} \cdot b_{12} (b_{22} - B) \end{array} \right] = B^2 - (b_{12} + b_{22}) \cdot B + \left(b_{11} \cdot b_{12} - \frac{1}{4} \cdot b_{12}^2 \right) = 0. \quad (12)$$

Угол поворота α_{Π} старых осей координат определяли из выражения [10]:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{b_{\dot{y}}}{b_{\ddot{u}} - b_{\dot{y}}}. \quad (13)$$

Результаты исследований. В результате проведения оранжерейных исследований по определению факторов, влияющих на всхожесть семенного материала, были получены следующие данные среднего отклонения критерия оптимизации, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследований оранжерейной всхожести семян сахарной свеклы

№ эксперимента	Влажность почвы в момент проведения эксперимента, г/м ³	Объем раствора, нанесённого на семя растения, мл	Всхожесть семян, %
1	42,2	1	91
2	38,5	1,5	88
3	36	0,5	84
4	44,1	1	93
5	37,8	1,5	89
6	36,5	0,5	87
7	42,4	1	92
8	38,1	1,5	89
9	35,4	0,5	86

После обработки результатов полнофакторного эксперимента в программной среде Statistica 13.5.0 было получено уравнение регрессии второго порядка, описывающее зависимость влажности почвы в момент проведения эксперимента (г/м³) и объема раствора, нанесённого на семя (мл) на всхожесть семян (%) $\Delta_o = f(\varphi, V_p)$ в закодированном виде:

$$Y = 94,7 + 2,17x_1 - 0,17x_2 + 2x_1^2 - 4,5x_2^2 - 1,5x_1x_2 \quad (14)$$

Для проверки адекватности модели второго порядка проводим статистический анализ уравнения регрессии [11].

Расчёт дисперсии адекватности модели и дисперсии ошибки опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчётов дисперсии адекватности модели и дисперсии ошибки опыта

№	y_1	y_2	y_3	\bar{y}_u	\hat{y}_u	S_{LF}^2	S_y^2
1	86	86	86	86	86,1	0,01	0
2	94	95	95	94,7	94,7	0	0,33
3	92	93	93	92,7	92,6	0,01	0,33
4	94	94	93	93,7	93,8	0,01	0,33
5	90	90	92	89,7	89,8	0,01	0,33
6	94	94	93	93,7	93,6	0,01	0,33
7	90	89	90	89,7	89,6	0,01	0,33
8	88	88	89	88,3	88,4	0,01	0,33
9	96	97	97	96,7	96,6	0,01	0,33
Σ	–	–	–	825,2	825,2	0,08	2,64

Расчеты доверительных интервалов для коэффициентов регрессии приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчётов доверительных интервалов

Параметр	Числовые значения определяемых параметров для плана Бокса-Бенкина
Количество опытов, N	9
Число факторов в матрице плана, k_ϕ	2
Число опытов в центре плана, n_0	3
Дисперсия ошибки опыта, S_y^2	0,293
Дисперсия ошибки свободного члена, $S_{b_0}^2$	0,033
Дисперсия ошибки $S_{b_i}^2$	0,49
Дисперсия ошибки $S_{b_{ii}}^2$	0,033
Значение табличного – критерия, $t_{0,05}$	2,101
Доверительный интервал, Δb_0	0,38
Доверительный интервал Δb_i	0,46
Доверительный интервал, Δb_{ii}	0,38

Расчёт показал, что все коэффициенты уравнения можно считать значимыми с 95 %-ой вероятностью [12].

Для использования уравнения (14) в качестве расчётной формулы и интерпретации результатов опытов необходимо его раскодировать.

Раскодированное уравнение регрессии (14) примет вид:

$$K = 225,34 - 8,71 \cdot x_1 + 65,66 \cdot x_2 + 0,125 \cdot x_1^2 - 18 \cdot x_2^2 - 0,75 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (15)$$

Для определения значения факторов, обеспечивающих минимальное отклонение продольной оси культиватора от линии, задаваемой навигационным оборудованием в соответствии с агротребованиями, решали уравнение при $x_1 = 0$:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = 4x_1 - 1,5x_2 + 2,17 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = -1,5x_1 - 9x_2 - 0,17 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Оптимальные значения параметров, при которых всхожесть семян не ниже 95 %, занесены в таблицу 7.

Таблица 7 – Оптимальные значения факторов

Фактор	Обозначение	Код	Оптимальное значение факторов	
			в закодированном виде	в раскодированном виде
Влажность почвы в момент проведения эксперимента, г/м ³	φ	x_1	-0,52	37,9
Объем раствора, нанесённого на семя, мл	V_p	x_2	0,07	1,04

После расчёта коэффициентов уравнения регрессии в канонической форме, получили:

$$B_{12} = 2,08, B_{22} = -4,58, \alpha = -6,5^\circ.$$

Тогда уравнение регрессии (16) в канонической форме запишется как

$$Y - 94,1 = 2,08x_1^2 - 4,58x_2^2 \quad (16)$$

По результатам расчета строилось двухмерное сечение поверхности отклика (рис. 2).

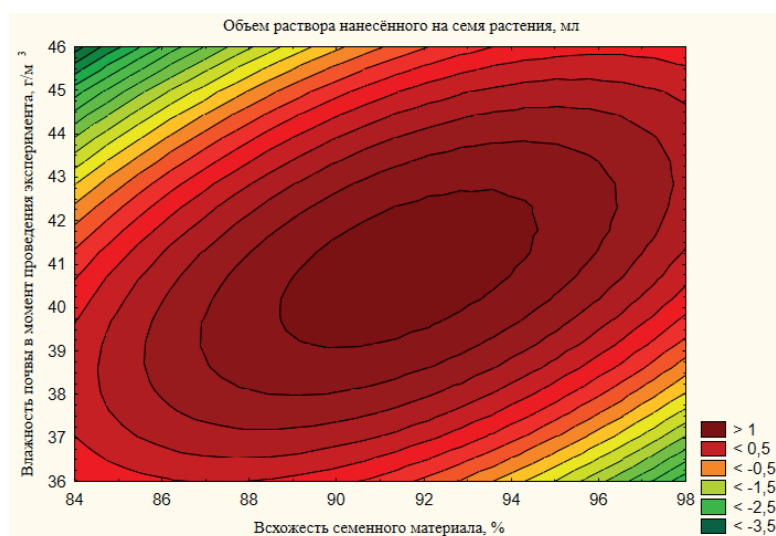


Рисунок 2 – Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость влажности почвы в момент проведения эксперимента, г/м³ и объема раствора, нанесённого на семя, мл на всхожесть семян, %

Выводы. Результаты экспериментальных исследований по определению лабораторной и оранжерейной всхожести семян сахарной свеклы, сорта Митика, предоставленные АО «Щелково Агрохим», позволяют утверждать о всхожести в пределах 91–94 %, за счет одновременного внесения гидрогеля с посевным материалом, 1 мл на 1 семя. Концентрация приготовленного раствора 1 г гидрогеля на 1 литр воды содержала Корневин СП (производитель Агросинтез).

Полученные результаты являются основанием для разработки технического задания на опытно-экспериментальную конструкцию модуля для внутрипочвенного внесения гидрогеля.

Использование данного модуля для внутрипочвенного внесения гидрогеля повысит всхожесть семенного материала и позволит исключить его выдувание из почвы.

Список используемой литературы

1. Щелково агрохим: [официальный сайт]. // URL: <https://betaren.ru/catalog/semena/drazhirovannye-semena-sakharnoy-svekly/gibridy-novogo-pokoleniya-selektcii-soyuzsvekla/> (дата обращения: 23.01.2026). – Текст электронный.
2. Шугар компания: [официальный сайт] // URL: <https://www.sugar.ru/node/48834> (дата обращения: 23.01.2026). – Текст электронный.
3. Мосяков М.А. Методика повышения лабораторной и оранжерейной всхожести семян сахарной свеклы. / М.А. Мосяков, С.Н. Петухов, М.М. Годяева. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2025. – № 3 (53). – С. 22–28.
4. Пономарев В.Б. Математическое моделирование технологических процессов: курс лекций. / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. – 129 с. – Текст: непосредственный.
5. Спиринов Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов). / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2004. – 257 с. – Текст: непосредственный.
6. Махмутов М.М. Планирование и анализ эксперимента: Методические указания по изучению дисциплины и задания для практических занятий. / М.М. Махмутов – М., 2024. – 15 с. – Текст: непосредственный.
7. Спевак В.Я. Методы исследований сельскохозяйственных машин и оборудования: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. / В.Я. Спевак. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. – 49 с. – Текст: непосредственный.
8. Лаевский Д.В. Математическое моделирование гидропневмосистем : практикум по выполнению лаборатор. работ по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения. / Д.В. Лаевский, Д.Л. Стасенко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 45 с. – Текст: непосредственный.
9. Маслов Г.Г. Моделирование в агроинженерии: Учебн. пособие для сельскохозяйственных ВУЗов. / Г.Г. Маслов, Е.И. Трубилин, В.В. Цыбулевский. – Краснодар, 2019. – 304 с. – Текст: непосредственный.
10. Шварц А.А. Оптимизация параметров варьируемых факторов на примере аппарата точного посева. / А.А. Шварц, С.А. Шварц, А.В. Ходаревский. – Текст: непосредственный. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 2. – С. 78–80.
11. Дядик В.Ф. Статистические методы контроля и управления: учебное пособие. Томский политехнический университет. / В.Ф. Дядик, Т.А. Байдали, С.А. Байдали. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 144 с. – Текст: непосредственный.
12. Симушкин С.В. и др. Теоретические основы выполнения курсовой работы по математической статистике. / С.В. Симушкин, А.А. Заикин, И.А. Кареев, Р.Ф. Салимов. – Казань: Казан. ун-т, 2020. – 106 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Shhelkovo agrochim: [oficial'ny`j sajt]. URL: <https://betaren.ru/catalog/semena/drazhirovannye-semena-sakharnoy-svekly/gibridy-novogo-pokoleniya-selektcii-soyuzsvekla/> (data obrashheniya: 23.01.2026). – Tekst e`lektronny`j.
2. Shugar kompaniya: [oficial'ny`j sajt]. URL: <https://www.sugar.ru/node/48834> (data obrashheniya: 23.01.2026). – Tekst e`lektronny`j.

3. Mosyakov M.A. Metodika povы`sheniya laboratornoj i oranzherejnoj vsxozhesti semyan saxarnoj svekly` . / M.A. Mosyakov, S.N. Petuxov, M.M. Godyaeva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2025. – № 3(53). – S. 22–28.
4. Ponomarev V.B. Matematicheskoe modelirovanie texnologicheskix processov: kurs lekcij. / V.B. Ponomarev, A.B. Loshkarev. – Ekaterinburg : GOU VPO UGTU–UPI, 2006. – 129 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
5. Spirin N.A. Metody` planirovaniya i obrabotki rezul'tatov inzhenernogo e`ksperimenta: Konspekt lekcij (otdel`ny`e glavy` iz uchebnika dlya vuzov). / N.A. Spirin, V.V. Lavrov. – Ekaterinburg: GOU VPO UGTU–UPI, 2004. – 257 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
6. Maxmutov M.M. Planirovanie i analiz e`ksperimenta: Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu discipliny` i zadaniya dlya prakticheskix zanyatij. / M.M. Maxmutov – M., 2024. – 15 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
7. Spevak V.Ya. Metody` issledovaniy sel`skoxozyajstvenny`x mashin i oborudovaniya: kratkij kurs lekcij dlya aspirantov napravleniya podgotovki 35.06.04 Texnologii, sredstva mexanizacii i e`nergeticheskoe oborudovanie v sel`skom, lesnom i ry`bnom xozyajstve. / V.Ya. Spevak. – Saratov: FGBOU VPO «Saratovskij GAU», 2014. – 49 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
8. Laevskij D.V. Matematicheskoe modelirovanie gidropnevmosistem : praktikum po vy`polneniyu laborator. rabot po odnoim. discipline dlya studentov special`nosti 1–36 01 07 «Gidropnevmosistemy` mobil`ny`x i texnologicheskix mashin» dnev. i zaoch. form obucheniya. / D.V. Laevskij, D.L. Stasenko. – Gomeľ: GGTU im. P. O. Suxogo, 2016. – 45 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
9. Maslov G.G. Modelirovanie v agroinzhenerii: Uchebn. posobie dlya sel`skoxozyajstvenny`x VUZov. / G.G. Maslov, E.I. Trubilin, V.V. Cybulevskij. – Krasnodar, 2019. – 304 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
10. Shvarcz A.A. Optimizaciya parametrov var`iruemy`x faktorov na primere apparata tochnogo vy`seva. / A.A. Shvarcz, S.A. Shvarcz, A.V. Xodarevskij. – Tekst: neposredstvenny`j. / Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 2. – S. 78–80.
11. Dyadik V.F. Statisticheskie metody` kontrolya i upravleniya: uchebnoe posobie. Tomskij politexnicheskij universitet. / V.F. Dyadik, T.A. Bajdali, S.A. Bajdali. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politexnicheskogo universiteta, 2011. – 144 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
12. Simushkin S.V. i dr. Teoreticheskie osnovy` vy`polneniya kursovoj raboty` po matematicheskoj statistike. / S.V. Simushkin, A.A. Zaikin, I.A. Kareev, R.F. Salimov. – Kazan`: Kazan. un-t, 2020. – 106 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

БОРЬБА С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА

Ториков В.Е., ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», кафедра агрономии, селекции и семеноводства.

Мельникова О.В., ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», кафедра агрономии, селекции и семеноводства.

Поленок А.В., ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», кафедра агрономии, селекции и семеноводства.

Рожнов Н.И., Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Брянской области.

*Применение баковой смеси гербицидов Галион, ВР + Эток, ВДГ (0,31 л/га + 0,025 кг/га); Квикстеп, МКЭ (0,8 л/га) на посевах ярового рапса обеспечило достаточно высокую биологическую эффективность против всех произраставших сорняков, за исключением отдельных растений пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit*). Растения имели признаки угнетения, находились в нижнем и среднем ярусе и серьезной конкуренции за питательные вещества рапсу не оказывали. Выживание растений пикульника обыкновенного можно объяснить тем, что на момент обработки гербицидами они находились в стадии 3–4 листьев, частично были прикрыты основной культурой и не получали полную дозу гербицида. Биологическая эффективность баковых смесей гербицидов: Галион, ВР; Эток, ВДГ; Квикстеп, МКЭ в вегетационный период 2022 и 2023 гг. составила – 98 %. При оценке эффективности гербицидной обработки до появления всходов растений ярового рапса следует отметить отличное действие против двудольных и злаковых сорняков баковой смеси Питон, КЭ + Трейсер, КЭ из расчета 2,5 л/га + 0,2 л/га. После применения баковой смеси гербицидов Питон, КЭ + Трейсер, КЭ наблюдалась лёгкая фитотоксичность на культуре. После этой обработки практически никаких двудольных сорных растений не наблюдалось. Через месяц после химобработки начали вегетировать растения куриного проса и пырея ползучего. Обработка посевов препаратом Миура, КЭ при норме расхода 1,2 л/га в борьбе с куриным просом и пыреем ползучим при их высоте от 10 до 20 см оказалась высокоэффективной. Применяемые гербициды обеспечили 100 %-ную гибель сорняков и стабильную урожайность семян рапса. Среди изучаемых сортов и гибридов в среднем за годы полевых опытов наибольшую урожайность семян 3,21 и 3,32 т/га сформировали сорт Новосёл селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и Прометей селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию».*

Ключевые слова: яровой рапс, сорная растительность, гербициды, биологическая эффективность, урожайность семян.

Для цитирования: Ториков В.Е., Мельникова О.В., Поленок А.В., Рожнов Н.И. Борьба с сорной растительностью в посевах ярового рапса // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 17–22.

Актуальность. Сорные растения оказывают отрицательное действие на рост, развитие культурных растений и формирование урожайности, затрудняют обработку почвы и создают серьезные помехи при уборке урожая. При низкой культуре земледелия выращиваемые растения заглушаются сорняками, что приводит к значительному недобору, или даже к полной потере урожая [1, 3]. Многолетние сорняки размножаются как семенами, подобно однолетним и двулетним, так и вегетатив-

ным путем: надземными частями стебля (полевица стелющаяся), частями подземных стеблей (хвощ полевой, пырей ползучий и др.), корневыми отпрысками (бодяк полевой, вьюнок полевой и др.) [4].

Сорные растения иссушают корнеобитаемый слой почвы, выносят большое количество питательных веществ, вносимых с удобрениями, осложняют уборку урожая, требуют дополнительных затрат на очистку и сушку зерна. Для борьбы с ними приходится применять гербициды, которые часто вызывают гибель полезных насекомых. Сорняки являются источниками распространения болезней и вредителей культурных растений, снижают урожай и качество продукции всех сельскохозяйственных культур [5].

На пашне сорняки чаще всего встречаются в сообществах с определенными полевыми культурами, к ритму жизненных циклов которых они приспособились. Сорняки отличаются более быстрым ростом, поскольку они менее требовательны к теплу. Они более приспособлены к местным условиям и вследствие этого менее чувствительны к капризам погоды, чем культурные растения. В большинстве случаев сорные сообщества состоят из генетически более разнородных популяций, которые не так поражаются вредителями и болезнями, как селекционные сорта культурных растений [6].

В агрономической практике для организации эффективной борьбы с сорной растительностью в посевах ярового рапса важно знать биологические особенности сорняков, их поведение по отношению к культурным растениям, а также степень вредного действия на агрофитоценоз [7].

Важно отметить, что на численность доминирующей сорной растительности в агрофитоценозах большое влияние оказывают почвенно-климатические условия региона и технологические приемы возделывания ярового рапса или иной сельскохозяйственной культуры. Как правило, уменьшение затрат по мере минимализации обработки почвы ведет к увеличению засоренности посевов и делает необходимым применение гербицидов [8, 9].

Условия и методика проведения исследований. Динамику изменения видового состава сорной растительности агрофитоценозов изучали в звене севооборота на демонстрационном опытном поле Брянского ГАУ со следующим чередованием полевых культур: яровой ячмень, яровой рапс, озимая пшеница, картофель, яровая пшеница.

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 3,26–3,33 % (по Тюрину), подвижных форм P_2O_5 – 246–265 мг и K_2O – 183–194 мг на 1 кг почвы (по Кирсанову), $pH_{кел}$ 5,7–5,9.

Осенняя обработка почвы включала дискование и отвальную вспашку. Весной была проведена культивация, внесение азофоски из расчета 300 кг/га и предпосевная обработка. Посев ярового рапса проводили 5–6 мая с нормой высева семян – 5 кг/га. Массовое появление всходов отмечено 10–12 мая. В 2022–2023 гг. на посевах ярового рапса в фазе 4–5 листьев развития культуры при 2–4 листьях у однолетних сорняков применяли баковые смеси гербицидов – Галион, ВР + Эсток, ВДГ + Квикстеп, МКЭ (01 июня) с помощью опрыскивателя ОП – 2000 при рабочем расходе жидкости – 200 л/га. Схема защиты посевов ярового рапса от двудольных и злаковых сорных растений в 2024–2025 гг. представлена в таблице 2.

Учет сегетальной растительности проводили в период вегетации ярового рапса (до обработки посевов 01.06 и после обработки – 10.06 и 21.06). На пробных площадках 100 м² определяли видовой состав сорняков, выражали их численность в шт./м². Наблюдения и учеты в опытах проводили на основе действующих в научной агрономии методических рекомендаций и указаний [10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение. В полевом севообороте изучили изменение видового состава сорной растительности в звене севооборота при применении гербицидов на посевах ярового рапса. Основными видами сорной растительности были марь белая (*Chenopodium album* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), ромашка полевая (*Leucanthemum vulgare*), щетинник (*Setaria Beauv*), куриное просо (*Echinochloa crusgalli* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), щирица (*Amaranthus*).

Динамика изменения численности сорной растительности в посевах ярового рапса и биологическая эффективность применения гербицидов за вегетационный период 2022 и 2023 годов представлена в таблице 1.

Агрономия

Таблица 1 – Изменение численности сорной растительности в посевах ярового рапса и биологическая эффективность применения гербицидов, 2022–2023 гг.

Наименование сорняков	Препараты Галион, ВР + Эсток, ВДГ + Квикстеп, МКЭ				Биологическая эффективность, %
	количество сорняков шт./м ²				
	до обработки посевов	после обработки			
на 10-й день		на 20-й день	перед уборкой		
Вегетационный период 2022 года					
Марь белая	3	3у	0	0	100
Щирица	1	1у	0	0	100
Пикульник обыкновенный	2	2у	2у	1у	98
Подмаренник цепкий	1	1у	1у	0	100
Ромашка полевая	3	3у	1у	1	98
Щетинник	4	4у	0	0	100
Куриное просо	15	15у	0	0	100
ИТОГО	29	29у	4у	2у	98
Вегетационный период 2023 года					
Марь белая	2	2у	0	0	100
Щирица	1	1у	0	0	100
Пикульник обыкновенный	2	2у	2у	1	98
Подмаренник цепкий	2	2у	1у	0	100
Ромашка полевая	5	5у	1у	0	100
Щетинник	3	3у	0	0	100
Куриное просо	12	12у	0	0	100
ИТОГО	27	27у	4у	1	98

Примечание: буква (у) показывает на наличие погибших (засохших) сорняков.

В эти годы после применения баковой смеси гербицидов все сорные растения погибли, за исключением отдельных растений пикульника обыкновенного, ромашки полевой и подмаренника цепкого, которые были угнетены и находились в нижнем ярусе. Конкуренцию растениям рапса за питательные вещества и освещение эти сорняки не составляли. Представители второй волны сорняков в посевах ярового рапса практически отсутствовали, а их угнетение объясняется хорошим развитием основной культуры. Растения ярового рапса за счёт сильного затенения подавляли всю сорную растительность, находящуюся в посевах.

Применение в 2022 и 2023 гг. баковой смеси гербицидов Галион, ВР; Эсток, ВДГ; Квикстеп, МКЭ в рекомендованных дозах на посевах ярового рапса показало достаточно высокую биологическую эффективность против всех произрастающих сорняков, за исключением отдельных растений пикульника обыкновенного. Растения имели признаки угнетения, находились в нижнем и среднем ярусе, но серьезной конкуренции за питательные вещества рапсу не оказывали.

Выживание растений пикульника обыкновенного можно объяснить тем, что на момент обработки гербицидами они уже находились в стадии 3–4 листьев и частично были прикрыты основной культурой, т.е. они не получали полную дозу гербицида. Биологическая эффективность баковых смесей гербицидов в вегетационный период 2022 и 2023 гг. составила – 98 %.

В 2024–2025 годах схема защиты ярового рапса несколько изменилась, так как в посевах начали вегетировать куриное просо и пырей ползучий (табл. 2). При оценке эффективности гербицидной обработки против сорной растительности до появления всходов растений ярового рапса следует отметить отличное действие против двудольных и злаковых сорняков баковой смеси Питон, КЭ + Трейсер, КЭ из расчета 2,5 л/га + 0,2 л/га.

После применения баковой смеси гербицидов Питон, КЭ и Трейсер, КЭ наблюдалась легкая фитотоксичность на культуре. После нее практически никакие двудольные сорняки не проросли. Через месяц начали появляться единичные растения куриного проса и пырея ползучего. Здесь отличное действие проявил препарат Миура, КЭ.

Таблица 2 – Схема защиты посевов ярового рапса от двудольных и злаковых сорных растений (2024–2025 гг.)

Наименование препаратов	Норма расхода, л/га	Вредный объект	Способ и сроки обработки
Питон, КЭ + Трейсер, КЭ	2,5 л/га + 0,2 л/га	двудольные и злаковые сорные растения	опрыскивание посевов до всходов культуры
Миура, КЭ	1,2 л/га	однолетние и многолетние злаковые сорняки, в т.ч. пырей ползучий и куриное просо.	опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков при высоте пырея 10–20 см.

Гербицид Миура, КЭ при норме расхода 1,2 л/га показал высокую эффективность в борьбе с куриным просом и пыреем ползучим при его высоте от 10 до 20 см. Применяемые в полевых опытах гербициды обеспечили 100 %-ую биологическую эффективность и стабильную по годам урожайность семян ярового рапса.

В результате проведенных исследований выявлено, что более эффективным оказалось использование гербицидов по всходам рапса после массового появления сорняков, когда имеется возможность подобрать смесь гербицидов, обладающих необходимым спектром действия на доминирующие в посевах виды сорной растительности. При этом важно, чтобы всходы ярового рапса появились раньше сорняков и ко времени применения гербицида культурные растения имели 3–4 настоящих листа, а сорняки находились бы в фазу семядолей или 1–2-го листа. В других случаях применение почвенных гербицидов может быть более эффективным. Гербицидный экран почвенных гербицидов уменьшает численность сорняков и позволяет провести химические обработки в более поздние сроки. Наибольший фитосанитарный эффект в борьбе сорняками обеспечивает комплексное применение сначала гербицидов почвенного действия, а затем – послевсходовую обработку против их поздних всходов.

Используя почвенные гербициды, необходимо учитывать следующие факторы: верхний слой почвы должен быть увлажнен; при обильных дождях на супесях с низким содержанием органического вещества, особенно при мелком посеве семян, возможно угнетение рапса от почвенного гербицида; дозы гербицида на малогумусных супесях должны быть меньше, а на высокогумусных суглинках – больше; заделка гербицида в почву культивацией или боронованием иссушает посевной слой почвы, что может снизить полевую всхожесть семян рапса.

Заключение. В условиях полевых опытов применяемая химическая система защиты на посевах ярового рапса в фазу 4–5 листьев развития культуры при 2–4 листьях у однолетних сорняков, против которых применяли баковые смеси гербицидов: Галион, ВР + Эсток, ВДГ + Квикстеп, МКЭ (01 июня) с помощью опрыскивателя ОП – 2000 при рабочем расходе жидкости – 200 л/га, обеспечила высокую биологическую эффективность. Альтернативная система защиты посевов ярового рапса, включающая опрыскивание Питон, КЭ + Трейсер, КЭ из расчета 2,5 л/га + 0,2 л/га и препаратом Миура, КЭ 1,2 кг/га в ранние фазы роста сорняков (при высоте пырея 10–20 см) обеспечила полное

уничтожение сорной растительности и способствовала получению стабильной по годам урожайности семян. Среди изучаемых сортов и гибридов в среднем за годы полевых опытов наибольшую урожайность семян 3,21 т/га сформировал сорт Новосёл селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (принят в системе ГСУ по Брянской области за стандарт) и Прометей – 3,32 т/га сорт селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». По данным учреждения-оригинатора, сорт Прометей в условиях Республики Беларусь обеспечил максимальную урожайность семян – 4,46 т/га с содержанием жира 44,7 %. Сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию – 5 баллов и осыпанию семян – 4 балла. Этот сорт рекомендуется возделывать на масло-семена, которые идут на пищевые цели.

Список используемой литературы

1. Воловик Т.В. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы / Т.В. Воловик, Т.С. Шпаков, А.Д. Кабашов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 3–8.
2. Ториков В.Е. Агрехимические и экологические основы адаптивного земледелия: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., стер. / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова. – СПб.: Лань, 2022. – 228 с. – Текст: непосредственный.
3. Ващенко В. Ф. Адаптивный потенциал и размещение посевов ярового рапса в России. / В. Ф. Ващенко. – Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 2005. – 148 с. – Текст: непосредственный.
4. Ториков В.Е. Интегрированная система защиты посевов озимого и ярового рапса, кукурузы и озимой пшеницы от сорняков, вредителей и болезней. / В.Е. Ториков, В.В. Ториков, И.И. Воробей. – Текст: непосредственный. // Вестник Брянской ГСХА. – 2013. – № 4. – С. 18–20.
5. Ториков В.Е. Возделывание рапса по интегрированной научно-производственной системе «CLEARFIELD». / В.Е. Ториков, И.И. Фокин, В.В. Ториков, Д.И. Седов. – Текст: непосредственный. // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XX международной научной конференции, Брянск, 14 марта 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 234–249.
6. Зайцев Н.И. Подмаренник цепкий в посевах озимого рапса. / Н.И. Зайцев, Э.Г. Устарханова, И.Н. Фролова. – Текст: непосредственный. // Защита и карантин растений. – 2009. – № 11. – С. 20.
7. Веневцев В.З. Посевы ярового рапса нуждаются в защите. / В.З. Веневцев, М.Н. Захарова, Л.В. Рожкова. – Текст: непосредственный. // Защита и карантин растений. – 2015. – № 6. – С. 17–18.
8. Виноградов Д.В. Эффективность химпрополки ярового рапса на семена. / Д.В. Виноградов. – Текст: непосредственный. // Защита и карантин растений. – 2010. – № 1. – С. 33.
9. Саскевич П.А. Применение гербицидов в агрофитоценозах ярового рапса. / П.А. Саскевич, Ю.Л. Тибец. – Текст: непосредственный. // Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 16–17.
10. Методические материалы / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур; [Подгот. Ю. А. Роговский и др.]. Вып. 37: Изменения и дополнения к методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на 1990 год. – Москва : Б. и., 1989. – 25 с. – Текст: непосредственный.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 351. – Текст: непосредственный.

References

1. Volovik T.V. Proizvodstvo rapsa v Central'noj Rossii: sostoyanie i perspektivy` / T.V. Volovik, T.S. Shpakov, A.D. Kabashov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Kormoproizvodstvo. – 2020. – № 10. – S. 3–8.
2. Torikov V.E. Agroximicheskie i e`kologicheskie osnovy` adaptivnogo zemledeliya: ucheb. posobie dlya vuzov. 2-e izd., ster. / V.E. Torikov, N.M. Belous, O.V. Mel`nikova. – SPb.: Lan`, 2022. – 228 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
3. Vashhenko V. F. Adaptivny`j potencial i razmeshhenie posevov yarovogo rapsa v Rossii. / V. F. Vashhenko. – Eлец: EGU im. I. A. Bunina, 2005. – 148 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
4. Torikov V.E. Integrirovannaya sistema zashhity` posevov ozimogo i yarovogo rapsa, kukuruzy` i ozimoy pshenicy ot sornyakov, vreditel'ej i boleznej. / V.E. Torikov, V.V. Torikov, I.I. Vorobej. – Tekst: neposredstvenny`j. // Vestnik Bryanskoj GSXA. – 2013. – № 4. – S. 18–20.

5. Torikov V.E. Vozdely`vanie rapса po integrirovannoj nauchno-proizvodstvennoj sisteme «CLEARFIELD». / V.E. Torikov, I.I. Fokin, V.V. Torikov, D.I. Sedov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Agroe`kologicheskie aspekty` ustojchivogo razvitiya APK : Materialy` XX mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Bryansk, 14 marta 2023 goda. – Bryansk: Bryanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2023. – S. 234–249.
6. Zajcev N.I. Podmarennik cepkij v posevax ozimogo rapса. / N.I. Zajcev, E`.G. Ustarxanova, I.N. Frolova. – Tekst: neposredstvenny`j. // Zashhita i karantin rastenij. – 2009. – № 11. – S. 20.
7. Venevcev V.Z. Posevy` yarovogo rapса nuzhdayutsya v zashhite. / V.Z. Venevcev, M.N. Zaxarova, L.V. Rozhkova. – Tekst: neposredstvenny`j. // Zashhita i karantin rastenij. – 2015. – № 6. – S. 17–18.
8. Vinogradov D.V. E`ffektivnost` ximpropolki yarovogo rapса na semena. / D.V. Vinogradov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Zashhita i karantin rastenij. – 2010. – № 1. – S. 33.
9. Saskevich P.A. Primenenie gerbicidev v agrofitocenozah yarovogo rapса. / P.A. Saskevich, Yu.L. Tibecz. – Tekst: neposredstvenny`j. // Kormoproizvodstvo. – 2004. – № 3. – S. 16–17.
10. Metodicheskie materialy` / Gos. komis. po sortoispy`taniyu s.-x. kul`tur; [Podgot. Yu. A. Rogovskij i dr.]. Vy`p. 37: Izmeneniya i dopolneniya k metodike gosudarstvennogo sortoispy`taniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur na 1990 god. – Moskva : B. i., 1989. – 25 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
11. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij). – 5-e izd., dop. i pererab. / B.A. Dospexov. – M.: Agropromizdat, 1985. – S. 351. – Tekst: neposredstvenny`j.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК619:617.7

ТАКТИКА ЛЕЧЕНИЯ ПРОНИКАЮЩЕГО РАНЕНИЯ ГЛАЗА У СОБАКИ

Алексеева Е.С., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

В статье описан клинический случай, где представлено комбинированное хирургическое и медикаментозное лечение проникающего ранения глазного яблока у собаки породы чихуахуа. Травма была нанесена агрессивной собакой той же породы, прокусившей глазное яблоко в драке. Хирургическое вмешательство проведено на третьи сутки, первая помощь после получения травмы была оказана в сторонней клинике. На момент осмотра состояние левого глаза было крайне тяжелым: проникающая рана в области лимба, пролапс радужной оболочки, гифема, закрывающая 80 % передней камеры, гипотония, слепота. Для лечения применялась агрессивная противовоспалительная медикаментозная терапия, включающая применение капель «Неванак» 3 раза в день, «Дексаметазон» 4 раза в день, «Мидримакс» для профилактики задних и передних синехий, системно – «Преднизалон» 1 мг/кг с последующим постепенным снижением дозы до полной отмены, и хирургическое лечение, включающее в себя санацию, некроэктомию тканей радужной оболочки, иссечение фиброзного кольца, которое образовалось за 2,5 суток и вправление «живых тканей» радужной оболочки в полость глазного яблока с ушиванием дефекта прерывистым швом. После хирургии применена субконъюнктивальная инъекция СПВС+А/Б. Финально – тарзорафия на 18 дней. Через 18 суток после операции проведено снятие швов под седацией и полное офтальмологическое обследование левого глаза, включающее в себя биомикроскопию, офтальмоскопию, проведение диагностических тестов. Результат лечения – полное восстановление зрения, анизокория – зрачок имел крупную синехию и фиброзный сгусток в области оперативного вмешательства, нормотензия – как главный положительный прогностический признак.

Ключевые слова: собака, рана зоны лимба, пролапс радужной оболочки, гифема передней камеры, гипотония, слепота, комбинированное лечение.

Для цитирования: Алексеева Е.С. Тактика лечения проникающего ранения глаза у собаки // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 23–27.

Актуальность. Травма глаза – часто встречающаяся проблема у мелких домашних животных [1, 2]. Большое количество случаев приходится на травмы, нанесенные кошачьим когтем, которые имеют ряд сложностей в лечении из-за изогнутой формы когтя и эффекта «зацепа», а также обсеменения глаза патогенной флорой [3]. Нередко травмы глазного яблока, нанесенные собаками, наиболее часто имеют контузионный характер, что является очень тяжелым состоянием для органов зрения [4, 5]. Глаз в момент «тупого» удара испытывает колоссальный скачок внутриглазного давления, и хорошо развитая сосудистая сеть глаза реагирует повышением пролиферации таким образом, что во внутриглазную жидкость попадают клетки крови, являющиеся чужеродными для среды. Внутри глаза начинается процесс, схожий с аутоиммунным, при этом вязкость внутриглазной жидкости повышается и возникает риск нарушения ее оттока через передний угол глаза, следовательно, давление в глазу растет, тем самым запуская замкнутый цикл увеальной глаукомы. Такая комбинация

является прямой угрозой потери зрения [6, 7]. Нередко такая глаукома переходит в рефрактерную форму [8, 9]. Именно по этой причине – нормотензия глаза является основным положительным прогностическим признаком после тяжелых повреждений связанных с контузией, обширных кровоизлияний (более 30 % передней камеры) и проникающих ранений, так как патофизиологический процесс будет развиваться ориентировочно по одному сценарию [10].

Цель исследования: диагностика и тактика лечения комбинированного типа поражения глаза у собаки.

Материал и методы исследования. Четвертого декабря 2025 г. собака породы чихуахуа, возраст один год, кличка Лола получила травму глаза в результате нападения собаки той же породы. Владелец напавшей собаки объясняет агрессивное поведение послеродовым стрессом. Обе собаки вакцинированы согласно графику, принимают участие в выставках.

На следующий день, пятого декабря 2025 г., в сторонней клинике был проведен осмотр врачом общей практики, выполнено УЗИ глаза и назначено лечение с применением антибактериальных препаратов «Вигамокс» и «Синуксол». В этот же день владелец животного обратился в клинику «Доктор кот» (г. Владимир), где установлена сочетанная контузионная травма с проникающим ранением через конъюнктиву, склеру, сосудистую оболочку глаза за зоной лимба в сторону ресничного тела, что усугубляет течение заболевания. При таком типе повреждения глазное яблоко испытывает экстремальное давление на внутриглазные структуры и проникновение микрофлоры, находящейся в ротовой полости и зубах собаки, нанесшей травму (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сочетанная контузионная травма с проникающим ранением левого глаза собаки

На первом этапе терапии было скорректировано лечение, для инстилляций в глаз назначены антибактериальные препараты «Тобрекс» и «Флоксал» по 1 капле 4 раза в день, противовоспалительный препарат «Преднизолон» в дозе 1,5 мг/кг, антимикробное средство «Доксициклин» в дозе 10 мг/кг 1 раз в день. На следующий день, шестое декабря 2025 г., запланирована операция.

Результаты и их интерпретация. Шестого декабря собака по кличке Лола прибыла в клинику для проведения хирургического лечения.

При осмотре пациента общее состояние удовлетворительное, аппетит и жажда сохранены.

Собаке проведено полное офтальмологическое обследование, включающее биомикроскопию с помощью щелевой лампы Reichert PSL (США), офтальмотонометрию тонометром TonoVet (Icare, Финляндия), проведен тест с флюорисцеином для оценки состояния роговицы, слезной пленки и проходимость слезных путей и осмотр с помощью устройства ультрафиолетового спектра. Офтальмоскопия невозможна по причине непрозрачности передней камеры, оценка хроматических рефлексов неинформативна по той же причине. УЗИ при проникающих ранениях противопоказано, т.к. небольшое давление датчиком может значительно усугубить состояние негерметичного глазного яблока.

Ветеринария и зоотехния

В результате при офтальмологическом осмотре в левом глазу визуализировался пролапс радужной оболочки с очагами некроза, в зоне лимба, в передней камере гифема, закрывавший радужную оболочку на 80 %, отсутствие визуализации зрачка; на периферии в зоне досягаемости для осмотра радужная оболочка имела нормальную структуру. Внутриглазное давление 19 мм.рт.ст, рефлекс угрозы отрицательный, что субъективно говорит о слепоте.

Таким образом, состояние левого глаза критическое, прогноз восстановления зрения на момент осмотра неблагоприятный. После проведения хирургического вмешательства возможны осложнения, такие как эндофтальмит, панофтальмит, глаукома, травматическая катаракта, слепота.

Однако владелец заинтересован в сохранении глаза.

Перед операцией пациенту проведены стандартные предоперационные обследования, включающие общий анализ крови, биохимическое исследование сыворотки крови и ЭХО-скрининг сердца. Патологий не выявлено, противопоказаний к операции не обнаружено.

Вначале провели обработку поверхности глаза и окружающих тканей раствором «Бетадин» в концентрации 1:10; двукратно с интервалом 30 минут инстиллировали по 1–2 капли раствора «Инокаин».

Пациента накрыли стерильной одноразовой салфеткой, подготовили хирургический и микрохирургический инструментарий, установили векорасширитель. Выполнили некроэктомию, иссекли фиброзное кольцо вокруг пролапса радужной оболочки; вправили пролапс радужной оболочки, наложили ситуационные швы (рисунок 2). Затем наложили основные узловатые швы, используя пропиленовую мононить 8/0 (Ethicon, США).

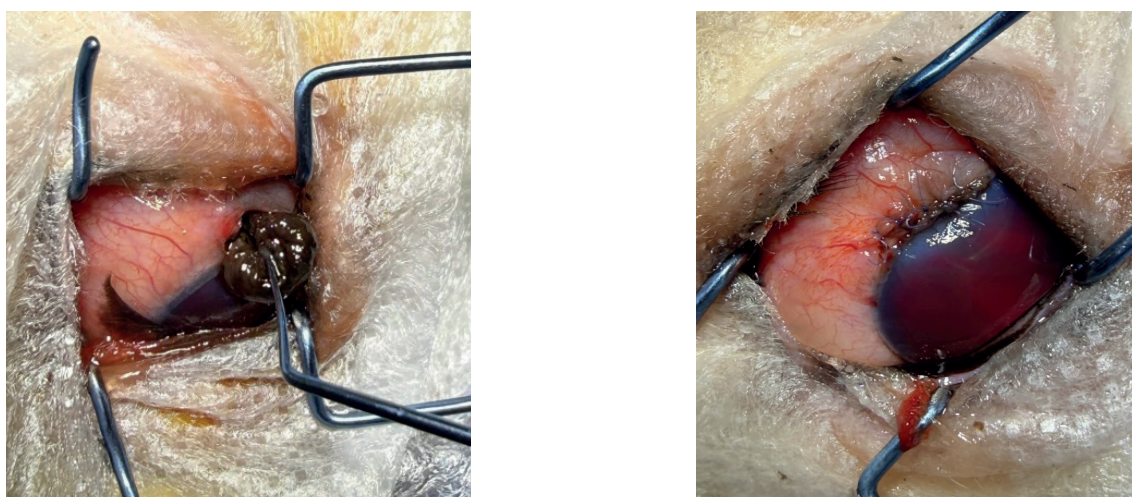


Рисунок 2 – Установка векорасширителя, некроэктомия, ушивание дефекта

Субконъюнктивально собаке ввели линкомицин в дозе 60 мг и дексаметазон в дозе 1 мг. В заключении выполнили тарзорафию для временного закрытия глазной щели.

В качестве послеоперационной терапии собаке назначили ношение защитного воротника на весь период лечения; инстилляция «Данцил» по 1 капле 4 раза в день в течение 14 дней; таблетированный препарат «Юнидокс салютаб 100» в дозе 10 мг/кг 1 раз в сутки 14 дней. Для нивелирования симптомов воспаления в задней камере глаза был назначен «Преднизолон» по 1 мг/кг 2 раза в сутки 5 дней, с последующим снижением дозы – в течение 6–10-х суток по 0,5 мг/кг 2 раза в сутки, 11–12-х суток по 0,5 мг/кг 1 раз в сутки. Системное применение стероидных противовоспалительных средств является золотым стандартом для лечения хориоидоциклита в тяжелых и острых формах, так как местно применяемые капли накапливаются преимущественно в передней камере глаза, но в задний отдел капли проникают в крайне малых терапевтических дозах. Благодаря хорошо развитой сосудистой оболочке глаза и способности стероидных противовоспалительных и нестероидных противовоспалительных средств преодолевать гемато-офтальмологический барьер, мы получаем хороший противовоспалительный эффект.

С целью коррекции нарушений аккомодации в схему лечения внедрили «Мидримакс» по 1 капле 2 раза в день в течение 3 дней; в качестве нестероидного противовоспалительного средства «Неванак» по 1 капле 3 раза в день в течение 10 дней, с 11-го дня и до снятия швов 2 раза в день; капли «Дексаметазон» 0,1 %-й концентрации закапывать 3 раза в день 10 дней подряд.

Снятие швов рекомендовано через 18 дней. Контроль состояния глаза производился каждые 5 дней.

После снятия тарзорафии глаз доступен для осмотра (рисунок 3). Роговица преимущественно прозрачная, в верхнем своде фиброз и слабо выраженная васкуляризация, также в области хирургической травмы в передней камере сгусток фибринозно-геморрагического экссудата 2×2 мм в диаметре. Зрачок имеет деформацию и синехии в месте травмы, частично задние синехии. Хрусталик прозрачный, правильно лоцирован. Хроматические рефлексы и рефлекс угрозы в норме, при офтальмоскопии – вариант нормы. Внутриглазное давление 21 мм. рт. ст. Швы сняты полностью, глазное яблоко герметично, заживление полное.

При контрольном осмотре через 1 месяц фиброз уменьшился в 2 раза, внутриглазное давление составило 17 мм. рт. ст.

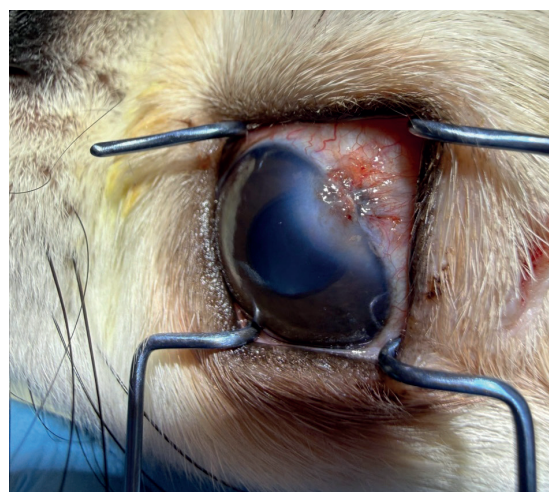
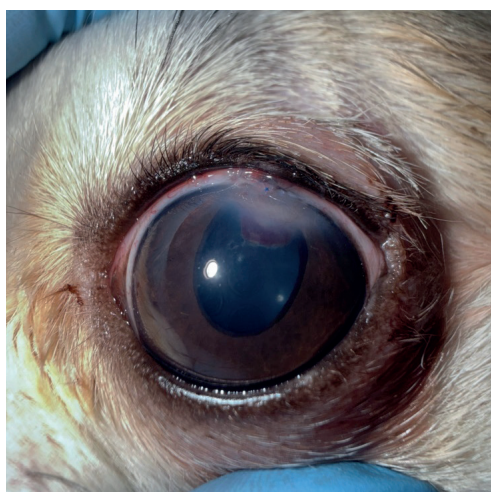


Рисунок 3 –Левый глаз пациента через 18 дней после операции

Заключение. Пациент поступил на прием на вторые сутки после травмы. Уникальность данного клинического случая состояла в том, что левый глаз Лолы имел три фактора поражения: контузию при укусе, гифему 80 % передней камеры и проникающее ранение. Такая комбинация требовала агрессивной терапии и максимально быстрой хирургической помощи, т. к. из статистических данных известно, что подобные случаи чаще заканчиваются слепотой.

На третьи сутки после травмы проведено хирургическое лечение, что вызывало тревогу и отягчало прогноз.

Приведенный клинический случай подтверждает, что грамотно подобранная комбинационная терапия и ответственное выполнение назначений владельцами могут привести к положительному исходу заболевания.

В статье приведены все этапы лечения и выполнения операции врачом-офтальмологом, и в дальнейшем это может служить инструментом для оказания помощи пациентам с тяжелыми травмами глаз.

Список используемой литературы

1. Алексеева Е.С. Причины и факторы, влияющие на возникновение заболеваний глаз у собак. Обзор./ Е.С. Алексеева. – Текст непосредственный. // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2025. – № 4. – С. 5–8.
2. Barnett K. Equine Ophthalmology: An Atlas and Text, 2 edition / K. Barnett, S. Crispin, J.D. Lavach // USA: Medical-Books, 2004. – 256 p. – Text: direct.

3. Spiess B.M. Augenverletzung durch Katzenkrallen beim Hund [Eye injuries in the dog caused by cat claws] / Spiess B.M., Rühli M.B., Bolliger J. – Text: direct. // Schweiz Arch Tierheilkd. 1996. – № 138(9). – P. 429–433. German. PMID: 9005543. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9005543/>.
4. Стекольников А. А. Ветеринарная офтальмология: учебник / А.А. Стекольников, Л. Ф. Сотникова // СПб: Проспект Науки, 2017. – 288 с. – Текст: непосредственный.
5. Лебедев А.В. Ветеринарная офтальмология / А.В. Лебедев, В.А. Черванев, Л.П. Трояновская // М.: КолосС, 2004. – 200 с. – Текст: непосредственный.
6. Гундорова Р.А. Современная офтальмотравматология. / Р.А. Гундорова, А.В. Степанов, Н.Ф. Курбанова. – Москва: Медицина, 2007. – 256 с. – Текст: непосредственный.
7. Бояринов С.А. Применение ультразвукового метода исследования в диагностике вторичной глаукомы у собак / С.А. Бояринов. – Текст: непосредственный. // Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология. – 2015. – № 10. – С. 6–12.
8. Johnsen DA, Maggs DJ, Kass PH. Evaluation of risk factors for development of secondary glaucoma in dogs: 156 cases (1999–2004). / D.A. Johnsen, D.J. Maggs, P.H. Kass. – Text: direct. // J. Am. Vet. Med. Assoc. – 2006. – № 229(8). – P. 1270–1274. doi: 10.2460/javma.229.8.1270. PMID: 17042730. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17042730/>.
9. Pumphrey S. Canine Secondary Glaucomas / S. Pumphrey. – Text: direct. // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 2015. – 45 (6). P. 1335–1364, vii. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.06.009. Epub 2015 Aug 28. PMID: 26319444. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26319444/>.
10. Федорова Ю.О. Синдром септической имплантации в офтальмологии. / Ю.О. Федорова, Е.В. Васильева. – Текст: непосредственный. // Ветеринарный Петербург. – 2021. – № 1. URL: [https://spbvet.info/zhurnaly/1-2021/sindrom-septicheskoy-implantatsii-v-oftalmologii-/\(18.04.2026\)](https://spbvet.info/zhurnaly/1-2021/sindrom-septicheskoy-implantatsii-v-oftalmologii-/(18.04.2026)).

References

1. Alekseeva E.S. Prichiny` i faktory`, vliyayushhie na vzniknovenie zabolevanij glaz u sobak. Obzor./ E.S. Alekseeva. – Tekst neposredstvenny`j. // Aktual`ny`e voprosy` sel`skoxozyajstvennoj biologii. – 2025. – № 4. – S. 5–8.
2. Barnett K. Equine Ophthalmology: An Atlas and Text, 2 edition / K. Barnett, S. Crispin, J.D. Lavach // USA: Medical-Books, 2004. – 256 r. – Text: direct.
3. Spiess B.M. Augenverletzung durch Katzenkrallen beim Hund [Eye injuries in the dog caused by cat claws] / Spiess B.M., Rühli M.B., Bolliger J. – Text: direct. // Schweiz Arch Tierheilkd. 1996. – № 138(9). – R. 429–433. German. PMID: 9005543. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9005543/>.
4. Stekol`nikov A. A. Veterinarnaya oftal`mologiya: uchebnik / A.A. Stekol`nikov, L. F. Sotnikova // SPb: Prospekt Nauki, 2017. – 288 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
5. Lebedev A.V. Veterinarnaya oftal`mologiya / A.V. Lebedev, V.A. Chervanev, L.P. Troyanovskaya // M.: KolosS, 2004. – 200 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
6. Gundorova R.A. Sovremennaya oftal`motravmatologiya. / R.A. Gundorova, A.V. Stepanov, N.F. Kurbanova. – Moskva: Medicina, 2007. – 256 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
7. Boyarinov S.A. Primenenie ul`trazvukovogo metoda issledovaniya v diagnostike vtorighnoj glaukomy` u sobak / S.A. Boyarinov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Veterinariya, Zootexniya i Biotexnologiya. – 2015. – № 10. – S. 6–12.
8. Johnsen DA, Maggs DJ, Kass PH. Evaluation of risk factors for development of secondary glaucoma in dogs: 156 cases (1999–2004). / D.A. Johnsen, D.J. Maggs, P.H. Kass. – Text: direct. // J. Am. Vet. Med. Assoc. – 2006. – № 229(8). – R. 1270–1274. doi: 10.2460/javma.229.8.1270. PMID: 17042730. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17042730/>.
9. Pumphrey S. Canine Secondary Glaucomas / S. Pumphrey. – Text: direct. // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 2015. – 45 (6). R. 1335–1364, vii. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.06.009. Epub 2015 Aug 28. PMID: 26319444. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26319444/>.
10. Fedorova Yu.O. Sindrom septicheskoy implantatsii v oftal`mologii. / Yu.O. Fedorova, E.V. Vasil`eva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Veterinarny`j Peterburg. – 2021. – № 1. URL: [https://spbvet.info/zhurnaly/1-2021/sindrom-septicheskoy-implantatsii-v-oftalmologii-/\(18.04.2026\)](https://spbvet.info/zhurnaly/1-2021/sindrom-septicheskoy-implantatsii-v-oftalmologii-/(18.04.2026)).

СВОЙСТВА КАШТАНА КОНСКОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L., 1753) С МОЛЛЮСКОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Андреянов О.Н., ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Постевой А.Н., ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Моллюски считаются не только вредителями сельскохозяйственных культур растений, но и являются промежуточными хозяевами возбудителей паразитарных заболеваний человека, животных и птиц. Одним из опасных трематодозных заболеваний для человека является фасциолез. Гельминт передаётся к окончательному хозяину через загрязнённую воду и огородную зелень. Личинки паразита локализуются в летнее время на листьях кресс-салата, клоповника, рукколы и т.д. Для профилактики инвазии требуется разработка совершенных методов и средств борьбы против промежуточного хозяина – малого прудовика (*Lymnaea truncatula* R., 1815). Для реализации поставленной цели требуется разработка современных экологических и дешёвых средств борьбы с брюхоногими. В статье публикуются лабораторные испытания моллюскоцидного средства на основе каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L., 1753). Описана простая технология получения средства и применение его на модели лабораторных моллюсков. Для испытаний использовались малый и болотный прудовик. Для моделирования полевых испытаний малого прудовика заражали личинками обыкновенной фасциолы (*Fasciola hepatica* L., 1758). Моллюски в течение трех месяцев содержались на искусственных биотопах площадью 1 м². Грунт, растения и воду привозили из естественных мочажин, где существуют и размножаются малый и болотный прудовик. Жизнеспособность моллюсков определяли под лупой по регистрации двигательной активности. Определена концентрация водного рабочего раствора (от 6,7–20 %). Действующими веществами средства являются тритерпеновые сапонины растительного происхождения. Расход препарата составлял 50 мл на 1 м² биотопа. Эффективность средства в отношении малого и болотного прудовика оказалась от 99,8 до 100 %. Проведенные эксперименты показали, что дешевое и быстро приготовленное средство из семян каштана конского обладает моллюскоцидным действием. Его можно использовать для сокращения численности или уничтожения моллюсков – промежуточных хозяев возбудителей паразитарных инвазий.

Ключевые слова: водный раствор, каштан конский, моллюскоцид, прудовик, сапонин, *Aesculus hippocastanum*.

Для цитирования: Андреянов О.Н., Постевой А.Н. Свойства каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L., 1753) с моллюскоцидной эффективностью // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 28–33.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы в Российской Федерации, тема FNSE-2019-0009 направление 160 «Разработка современных, экологических моллюскоцидов (на основе сырья растительного происхождения) как профилактика фасциолеза жвачных животных».

Актуальность. Моллюски считаются вредителями растительных сельскохозяйственных культур, а многие из них могут быть промежуточными хозяевами возбудителей паразитарных трематодозов животных, птицы и человека. Одним из масштабных, экономически ощутимым и коварным, заболеваний является фасциолез [1–4]. Для его сокращения требуется регулярная и комплексная борьба с брюхоногими. При проведении дезинвазии, по сокращению и/или уничтожению популяции лимнейных моллюсков, на определенных территориях происходит разрыв биологических циклов многих гео- и биогельминтозов, тем самым достигается эффект сокращения инвазии. В организме мягкотелых происходит ряд обязательных стадий развития (преобразований) личиночных форм этого гельминта (партеногенез, линька и др.). Основными и обязательными промежуточными хозяевами фасциолеза являются малый и ушковидный прудовики.

Моллюски устойчивы к воздействиям многих факторов окружающей среды благодаря толщине мерцательного слоя покровного эпителия и плотности коллагеновых волокон, образующих кожно-мышечный мешок беспозвоночного. Обработку против них чаще всего проводят в период активного физиологического состояния моллюсков (икрометания, их развития и роста) при температуре окружающей среды не ниже 13 °С и рН грунта не выше 7,6 единиц [5, 6].

Способов уничтожения моллюсков множество. Их применение зависит от особенностей биологического цикла развития (экологии, условий применения, биотопов). В производстве часто применяется – опрыскивание, опыливание, рассев или разбрасывание отравленных приманок, введение моллюскоцидов в струю воды, пополняющей водоем, использование аэрозолей, капельное внесение, фумигация, покрытие поверхностей (пропитывание, вкрапление).

Моллюскоциды химического происхождения являются перспективными, но применение их на больших площадях относительно дорого [6, 7]. Большинство химических соединений обладают высокой моллюскоцидной активностью, однако для применения их в практических условиях необходима надежная безопасность для человека, животных, птиц, растений и других микроорганизмов. Препараты растительного происхождения являются экологичными и поэтому мало токсичны относительно млекопитающих, пресмыкающихся, земноводных, гидробионтов и растительности. Данная группа моллюскоцидов недорога, относительно доступна и безопасна в применении.

Экспериментально показано губительное воздействие фитонцидов, гликозидов, дубильных веществ листьев дрожащего тополя (осины) (*Populus tremula*), дуба (*pod Quercus*), различных видов полыни (род *Artemisia*), репейника (*Arctium lappa*), багульника (*Ledum palustris*), акации (род *Acacia*) и препаратов чеснока на яйцекладки и моллюсков *Planorbarius corneus* [6]. Моллюскоцидные средства, приготовленные из этих растений, эффективны против моллюсков видов – *Lymnaea goupili* R., 1815, *L. subangulata*, *L. truncatula*, *L. ovata*, *L. auricularia*, *L. peregra*, *L. stagnalis*, *L. palustris*, *Planorbis planorbis* R., 1815, *Planorbarius corneus* R., 1815, семейства *Physidae* и малотоксичны в отношении живых биологических объектов и растительности. Данные средства не обладают кумулятивными свойствами. С целью расширения ареала растительных моллюскоцидов и сырьевой базы предполагаем использовать препараты из семян (плодов) обыкновенного конского каштана (лат. *Aesculus hippocastanum* L., 1753), произрастающего повсеместно больше с декоративным назначением. Действующими веществами, обладающими моллюскоцидными свойствами, являются растительные фитонциды и дубильные вещества. Одним из сильнодействующих веществ на мягкотелых брюхоногих считаются поверхностно-активные вещества (ПАВы), в состав которых входит особая группа гликозидов – сапонины [6, 7]. Ими богаты ореховидные семена и кожура (плоды) этого растения [8, 9], успешнее всего произрастающее в умеренных широтах на свежей, рыхлой и плодородной почве.

Целью нашего исследования была разработка экологичного дешевого растительного средства для борьбы с моллюсками (рода *Lymnaea* R., 1815) – промежуточными хозяевами зоонозных трематод (*Fasciola gigantica* и *F. hepatica* L., 1758) и других гельминтозных заболеваний животных и человека, а также разработки средств дезинвазии территорий в системе сезонных профилактических противопаразитарных мероприятий.

Материал и методы. Материалом для исследования были плоды конского каштана (*A. hippocastanum*), собранные возле частного дома, села Желудёво Рязанской области Шиловского района в августе-сентябре месяце 2023 года. Подсушивали семена в естественных условиях в течение одного месяца под навесом без доступа солнечных лучей и открытой влаги.

Технология приготовления жидкой формы средства, согласно фармакопее [10], на основе семян каштана, включала в себя сбор зрелых семян растения, промывание от загрязнений, сушку, измельчение для получения первичной сырьевой продукции (кашицеобразной пасты), экстракцию на воде и фильтрацию. Пасту из семян растения готовили разрезанием перочинным ножом (на 4 и 8 частей, в зависимости от размера семян) и пропусканием через мясорубку для измельчения до размера частиц 3–4 мм и меньше. Навеску пасты помещали в емкость и добавляли водопроводной воды в соотношении 1:5–15 и выдерживали несколько суток при температуре 6 ± 2 °С, получая при этом водный экстракт. Далее, контролируя выход действующего вещества, взбалтывали раствор до получения на поверхности стойкой пены (выделение ПАВов). Полученный продукт пропускали через мельничный газ с размером ячеек 0,34×0,34 мм (фильтрующее синтетическое капроновое сито) и использовали в распылителях для обработки опрыскиванием мест обитания прудовиков. Расход средства составлял 50 мл на 1 м². Время экспозиции от 30 минут до 2 часов. Рабочий раствор средства имел вид мутно-белой жидкости с белым крахмальным осадком.

В качестве контроля моллюскоцидных свойств использовался 0,2 %-ный водный раствор медного купороса из расчета 2 г на 1 м² с экспозицией в 2 часа, используемый согласно инструкции для дезинвазии неблагополучных территорий.

Предварительную работу в условиях лаборатории эпизоотологии и санитарной паразитологии проводили на базе ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, на искусственных биотопах для беспозвоночных. Моллюски в течение трех месяцев содержались на искусственных биотопах площадью 1 м². Грунт, растения и воду привозили из естественных мочажин, где существуют и размножаются малый и болотный прудовик. Исследования проводились на «чистых» и инвазированных популяциях мягкотелых – *L. truncatula* R., 1815 (малый прудовик) и *L. palustris* R., 1815 (болотный прудовик) культурами мирацидий возбудителя *Fasciola hepatica* L., 1758. Жизнеспособность моллюсков выявляли микроскопированием под бинокулярным микроскопом (лупой) Levenhuk 3ST во время нагревания беспозвоночных на столике Морозова в течение 5–15 минут по регистрации двигательной активности. В лабораторных экспериментах учитывали наличие нарушения нормальных процессов жизнедеятельности у моллюсков (наличие отеков, обезвоживания, выделение слизи, кровоизлияний и др.).

Результаты и обсуждение. Рабочий раствор средства вносили методом опрыскивания в искусственно созданные биотопы с наличием свободных от личинок паразитических гельминтов лабораторных культур прудовиков и инвазированных мирацидиями трематоды *F. hepatica* L., 1758. Обработку раствором культур брюхоногих проводили опрыскиванием ручным пульверизатором. Плотность прудовиков в кюветах составляла 250–647 экз. на 1 м². Возраст моллюсков на момент проведения исследований составлял 0,5–3 месяцев. Температура грунта, на котором развивались брюхоногие, была 18 ± 2 °С, а рН среды 6,8–7,1 единиц. Оценку эффективности применения (ЭП) средств против моллюсков проводили по формуле Аббота (1):

$$\text{ЭП} = \frac{\% \text{ смертности в опыте} - \% \text{ смертности в контроле}}{100 - \% \text{ смертности в контроле}} \times 100 \quad (1)$$

В контрольном биотопе для опрыскивания использовали водопроводную воду.

Свежий подготовленный рабочий водный раствор предлагаемого средства в условиях лаборатории оказал моллюскоцидный эффект в отношении двух видов лимнеид (табл.). Несколько больший эффект регистрировался у моллюсков инвазированных возбудителем фасциоза. В первом контрольном биотопе, обработанном медным купоросом, в течение двух часов погибли все находящиеся моллюски. Во втором контроле, обработанном водопроводной водой, гибели брюхоногих не отмечено.

Ветеринария и зоотехния

Таблица – Эффективность рабочего раствора против моллюсков на основе семян конского каштана (*Aésculus hippocástanum L., 1753*) в условиях лаборатории

№ биотопа, п/п	Вид брюхоногих	Всего лимнеид, экз.	Жизнеспособных, экз.	ЭП, %
1	<i>L. truncatula</i>	421	14	99,9
	<i>L. truncatula</i> (инвазионы)	647	0	100
	<i>L. palustris</i>	250	35	99,8
2	<i>L. truncatula</i>	573	11	99,9
	<i>L. truncatula</i> (инвазионы)	291	291	100
	<i>L. palustris</i>	279	44	99,8
Контроль 1 (0,2 %-ный р-р купороса)	<i>L. truncatula</i>	352	0	100
	<i>L. truncatula</i> (инвазионы)	402	0	100
Контроль 2	<i>L. truncatula</i>	411	411	–
	<i>L. truncatula</i> (инвазионы)	308	307*	–
	<i>L. palustris</i>	395	395	–

Примечание: * – гибель моллюска в контроле отмечается от инвазирования возбудителем фасциолеза

Согласно данным многих авторов [6, 11] средства по сокращению численности и/или уничтожению брюхоногих беспозвоночных имеют действующие вещества (растительные фитонциды, дубильные вещества, ПАВЫ), обладающие моллюскоцидными свойствами. Одним из сильнодействующих веществ для мягкотелых брюхоногих считается особая группа гликозидов – сапонины [6]. Ими и богаты семена (плоды) этого растения [7, 12, 13]. Сапонины оказывают местное раздражающее действие на слизистую брюхоногих с высокой гемолитической активностью [6].

Предлагаемое растение содержит естественные мыла (ПАВЫ). Известно, что порошок из плодов в стоячей воде вызывает отравление рыбы, чем ранее пользовались рыболовы [7]. Химический состав плодов каштана состоит из тритерпеновых сапонинов, кумаринов, крахмала, флавоноидов, жирных масел, белков, дубильных веществ, витаминов В, С, К, минеральных веществ. Горькие на вкус плоды, особенно незрелые, немного ядовиты. При употреблении их в пищу возможно отравление. Некоторые жвачные, в частности олени, способны есть их безопасно. В прошлом семена конского каштана, содержащие мыльную жидкость, использовали в Европе для отбеливания текстиля. Лен, отмытый в этой жидкости, приобретал небесно-голубой цвет. Плоды дерева используют в производстве женских украшений, мыльной воды, крахмала и лекарственных препаратов [12, 13].

В традиционной медицине плоды каштана применяют как венотонизирующие и антитромбические средства [13] при посттравматических и послеоперационных отеках, травматических повреждениях, обширных посттравматических гематомах, заболеваниях вен нижних конечностей у пациентов с недостаточностью кровообращения, заболеваниях шейного отдела позвоночника с корешковым синдромом, а также для предупреждения послеоперационных гематом.

Заключение. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показали, что дешевое и быстро приготовленное средство из семян конского каштана обладает моллюскоцидным действием, которое можно использовать для сокращения численности и/или уничтожения моллюсков – промежуточных хозяев возбудителя паразитарного заболевания – фасциолеза животных и человека с целью профилактики инвазии.

Список используемой литературы

1. Ганбаров Г. Эпизоотологические особенности и профилактика фасциолеза у овец на территории Джульфинского района. / Г. Ганбаров. – Текст: непосредственный. // Бюллетень науки и практики. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 147–153. DOI: 10.33619/2414-2948/98/20.
2. Абдушукуров А.А. Случай фасциолеза в Узбекистане. / А.А. Абдушукуров, Ж.А. Анваров, Н.А. Давис и др. – Текст: непосредственный. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2016. – № 3. – С. 60–63.
3. Бронштейн А.М. Симпатичная обструкция желчевыводящих путей при холестазе, вызванном *Fasciola hepatica* у пациента, путешествовавшего в Туркменистан: отчет о случае и обзор литературы. / А.М. Бронштейн, Н.А. Малышев, Л.В. Федянина и др. – Текст: непосредственный. // Эпидемиология и инфекционные заболевания. – 2016. – № 21 (2). – С. 92–98. DOI: 10.18821/1560-9529-2016-21-2.
4. Горегляд Н.С. Случай фасциолеза у подростка на фоне аутоиммунного гепатита. / Н.С. Горегляд, А.Н. Оскирко, М.В. Каминская, Т.Л. Томашева. – Текст: непосредственный. // Педиатрия. Восточная Европа. – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 543–550.
5. Постевой А.Н. К профилактике гельминтозов сельскохозяйственных животных. / А.Н. Постевой, О.Н. Андреев, А.В. Даниленко. – Текст: непосредственный. // Ветеринария. – 2022. – № 8. – С. 30–32.
6. Горохов В.В. Моллюскоциды и их применение в сельском хозяйстве. / В.В. Горохов, В.С. Осетров. – М.: Колос, 1987. – 224 с. – Текст: непосредственный.
7. Орипов А.О. Новые моллюскоциды для профилактики фасциолёза, шистосомоза (ориентобильгарциоза) и парамфистоматидозов. / А.О. Орипов, Н.Э. Юлдашов, Ш.А. Джаббаров и др. – Текст: непосредственный. // Экология и животный мир. – 2021. – № 2. – С. 53–58. DOI: 10.47612/2224-1647-2021-2-53-58.
8. Кремер Б.П. Деревья: Местные и завезенные виды Европы. / Б.К. Кремер. – М.: «Астрель» «АСТ», 2002. – 288 с. – Текст: непосредственный.
9. Каштан конский. Словарь-справочник пчеловода. / Х.Н. Абрикосов, Л.В. Александрова, Ф.М. Алексеенко и др. Сост. Федосов Н.Ф. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 140 с. – Текст: непосредственный.
10. Горяев М.И. Растения, обладающие противоопухолевой активностью. / М.И. Горяев, Ф.С. Шарипова. – Алма-Ата, 1983. – 174 с. – Текст: непосредственный.
11. Горчаков В.В. Растительный моллюскоцид из лапчатки прямостоячей – *Potentilla Erecta* (L.) Raensch. / В.В. Горчаков. – Текст: непосредственный. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9. – С. 147–152.
12. Барабанов Е.И. Ботаника: учебник для студ. высш. учеб. заведений. / Е.И. Барабанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с. – Текст: непосредственный.
13. Пешкова Г.И. Растения в домашней косметике и дерматологии. Справочник. / Пешкова Г.И., Шретер А.И. – МСП, 2001. – 684 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Ganbarov G. E`pizootologicheskie osobennosti i profilaktika fascioleza u ovez na territorii Dzhul`finskogo rajona. / G. Ganbarov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Byulleten` nauki i praktiki. – 2024. – T. 10, № 1. – S. 147–153. DOI: 10.33619/2414-2948/98/20.
2. Abdushukurov A.A. Sluchaj fascioleza v Uzbekistane. / A.A. Abdushukurov, Zh.A. Anvarov, N.A. Davis i dr. – Tekst: neposredstvenny`j. // Medicinskaya parazitologiya i parazitarny`e bolezni. – 2016. – № 3. – S. 60–63.
3. Bronshtejn A.M. Simpatichnaya obstrukciya zhelchevy`vodyashhix putej pri xolestaze, vy`zvanom Fasciola hepatica u pacienta puteshestvovala v Turkmenistan: otchet o sluchae i obzor literatury`. / A.M. Bronshtejn, N.A. Maly`shev, L.V. Fedyanina i dr. – Tekst: neposredstvenny`j. // E`pidemiologiya i infekcionny`e zabolevaniya. – 2016. – № 21 (2). – S. 92–98. DOI: 10.18821/1560-9529-2016-21-2.
4. Goreglyad N.S. Sluchaj fascioleza u podrostka na fone autoimmunnogo gepatita. / N.S. Goreglyad, A.N. Oskirko, M.V. Kaminskaya, T.L. Tomasheva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Pediatriya. Vostochnaya Evropa. – 2017. – T. 5, № 4. – S. 543–550.
5. Postevoj A.N. K profilaktike gel`mintozov sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / A.N. Postevoj, O.N. Andreyanov, A.V. Danilenko. – Tekst: neposredstvenny`j. // Veterinariya. – 2022. – № 8. – S. 30–32.

Ветеринария и зоотехния

6. Goroxov V.V. Mollyuskocidy` i ix primenenie v sel`skom xozyajstve. / V.V. Goroxov, B.C. Osetrov. – M.: Kolos, 1987. – 224 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
7. Oripov A.O. Novy`e mollyuskocidy` dlya profilaktiki fasciolyoza, shistosomoza (orientobil`garcioza) i paramfistomatidozov. / A.O. Oripov, N.E`. Yuldashov, Sh.A. Dzhabbarov i dr. – Tekst: neposredstvenny`j. // E`kologiya i zhivotny`j mir. – 2021. – № 2. – S. 53–58. DOI: 10.47612/2224-1647-2021-2-53-58.
8. Kremer B.P. Derev`ya: Mestny`e i zavezenny`e vidy` Evropy`. / B.K. Kremer. – M.: «Astrel`» «AST», 2002. – 288 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
9. Kashtan konskij. Slovar`-spravochnik pchelovoda. / X.N. Abrikosov, L.V. Aleksandrova, F.M. Alekseenko i dr. Sost. Fedosov N.F. – M.: Sel`hozgiz, 1955. – 140 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
10. Goryaev M.I. Rasteniya, obladayushhie protivoopuxolevoj aktivnost`yu. / M.I. Goryaev, F.S. Sharipova. – Alma-Ata, 1983. – 174 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
11. Gorchakov V.V. Rastitel`ny`j mollyuskocid iz lapchatki pryamostoyachej – *Potentilla Erecta* (L.) Raensch. / V.V. Gorchakov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 9. – S. 147–152.
12. Barabanov E.I. Botanika: uchebnik dlya stud. vy`ssh. ucheb. zavedenij. / E.I. Barabanov. –M.: Izdatel`skij centr «Akademiya», 2006. – 448 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
13. Peshkova G.I. Rasteniya v domashnej kosmetike i dermatologii. Spravochnik. / Peshkova G.I., Shreter A.I. – MSP, 2001. – 684 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ УРОЛИТИАЗА СОБАК И КОШЕК

Апиева Э.Ж., ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ
Абузярова Г.А., ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ
Генгин И.Д., ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Мелкие непродуктивные животные (собаки, кошки) подвержены образованию уролитов в лоханках почек, мочеточников и полости мочевого пузыря. Наиболее восприимчивы породистые кошки и собаки мелких пород. Этиологические факторы образования уролитов различаются по своему характеру и происхождению, но зачастую ими является инфекция мочевыводящих путей или погрешности в рационе животного. Для решения данной проблемы на базе ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ при сотрудничестве Фонда содействия инновациям и программы «УМНИК» были проведены доклинические испытания фармацевтической субстанции на основе ферментированных растительных субстратов. Лабораторные исследования субстанции основывались на эффективности ферментации растений для повышения высвобождения действующих веществ из матрикса растительных клеток. Доклинические испытания проводились на крысах линии Wistar для оценки токсичности препарата и оценки возможности применения его на собаках и кошках. В ходе исследования было выяснено, что энзим ксиланаза положительно сказывается на лизисе целлюлозы клеточной стенки растений, вследствие чего при экстракции действующих веществ в горячей воде их концентрация повышается. Лабораторные крысы не проявили токсических эффектов после потребления субстанции в предельном режиме дозирования, проявились лишь побочные эффекты ряда растений. После доклинических исследований были пересчитаны навески растений, оценены риски применения, составлен перечень противопоказаний к применению фармацевтической субстанции, разработан режим дозирования с минимальными и предельными дозировками. К клинической апробации препарат уже был полностью безопасен для собак и кошек.

Ключевые слова: фармакология, токсикология, лабораторные исследования, лабораторные крысы, уролитиаз.

Для цитирования: Апиева Э.Ж., Абузярова Г.А., Генгин И.Д. Доклинические исследования фармацевтической субстанции для профилактики уролитиаза собак и кошек. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2. (55) С. 34–42.

Актуальность темы. Уролитиаз собак и кошек – частая патология, с которой ежедневно сталкиваются специалисты в области ветеринарной медицины. По внутренним статистическим данным ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ среди кошек наиболее подвержены такие породы, как британская и шотландская. Среди собак такая предрасположенность выявлена у пород: чихуахуа, йоркширский терьер, немецкий и померанский шпиц, джек рассел терьер и пудели.

Для решения данной проблемы была разработана фармацевтическая субстанция, которая включала в себя растительные субстраты, обработанные ферментами. Все лабораторные, доклинические и клинические исследования фармацевтической субстанции проходили на базе ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ, а именно в виварии, научно-образовательном центре ветеринарной медицины и межкакультетской лаборатории университета при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям по программе «УМНИК», договор № 19090ГУ/2023.

Ветеринария и зоотехния

На основе исследований фармацевтических свойств ферментированных цветков бессмертника песчаного, коры дуба, корней солодки и корней лопуха большого, которые в составе комплексного фитопрепарата обладают салуретическим, противовоспалительным и диуретическим свойством на организм целевых животных (кошки, собаки). Вещества растительного происхождения имеют меньший токсический эффект на организм животного, что минимизирует побочные эффекты при применении фармацевтической субстанции [5, 8].

Бессмертника песчаного цветки (*Helichrysi arenari flores*) – щитковидные соцветия из 20–35 мелких корзинок или отдельные части данных соцветий. Корзинки диаметром $5,5 \pm 1,5$ мм и длиной не более 10 мм. Обертка корзинки состоит из 3–4 рядов листочков лимонного цвета, сами листочки в виде пленки, на ощупь сухие и блестящие. Органолептические качества: слабый характерный запах, пряно-горький вкус водного извлечения. Фармакологические качества действующих веществ в субстрате: противовоспалительное, слабое диуретическое* и усредненное спазмолитическое действие, салуретическое свойство в отношении струвитов. Побочные действия: холекинетическое, холеретическое и противогельминтное свойство.

Дуба кора (*Quercus cortex*) – куски коры дуба различной морфологии длиной $2,5 \pm 0,5$ см. Наружная поверхность субстрата глянцевая (реже матовая), слегка морщинистая с гладкими прожилками, внутренняя поверхность с многочисленными продольными ребрами. Органолептические качества: слабый своеобразный запах, вяжущий вкус. Фармакологическое действие: противомикробное, противовоспалительное и дубящее свойство при местном применении. Пероральное применение в комплексе фитопрепарата направлено в качестве профилактики ахоличного несформированного кала на фоне повышенной секреции желчного пузыря.

Лопуха большого корни (*Arctii lappa radices*) – цельные или отдельные куски корней длиной 20 ± 10 см и толщиной $2,7 \pm 0,7$ см, Корни конусовидной формы с глубокими морщинами, снаружи темно-коричневого цвета. Органолептические качества: слабый характерный запах, горьковатый вкус водного извлечения. Фармакологическое действие: диуретическое, противовоспалительное, антимикробное свойство, стимуляция минерального обмена. Побочное действие: холекинетическое, холеретическое, потогонное свойство и стимуляция выработки инсулина.

Солодки корни (*Glycyrrhizae radices*) – куски корней и подземных побегов различной морфологии. Корни продольно-морщинистые, покрытые светло-желтой или коричневатой пробкой. Органолептические свойства: слабый запах, сладковато-приторный вкус водного извлечения. Фармакологическое действие: салуретический эффект в сторону оксалатов, спазмолитическое и противовоспалительное свойство. Побочные эффекты: муколитическое, противоязвенное, антикоагулирующие свойство.

Ксиланаза (*Xylanase*) – ферментативная биологически активная добавка (далее – БАД), активная по отношению ксилана, входящая в состав клеточной стенки растений и некоторых водорослей. Повышает долю выхода белковых веществ, пигментов, крахмала и биологически активных веществ (далее – БАВ) из растений при их пищеварении или термической обработке в водных и спиртовых растворах. Фермент получается *in vitro* путем культивирования штамма *Penicillium spp.* без применения генной инженерии. Многочисленные исследования в сфере ветеринарии сельскохозяйственных животных установили положительный эффект применения ксиланазы в качестве премикса для повышения насыщаемости животных после поедания объемных кормов и увеличения численности нормофлоры в подвздошной и слепой кишке [1, 2, 10, 11]

Дозирование ксиланазы по рекомендациям производителя составляет 1500 ± 500 ед на 1 кг зеленого корма, что при концентрации 10000 ед/г составляет $0,15 \pm 0,05$ г на 1 кг субстрата. Так как для научного исследования в лабораторных условиях были использованы меньшие дозы субстратов, велся перерасчет $0,015 \pm 0,005$ г на 100 г субстрата. Для орошения субстрата был изготовлен раствор ксиланазы 0,15 % объемом 10,0 мл [3, 4, 6].

Целью данной работы является количественная оценка эффективности применения ферментирования для повышения выхода действующих веществ из лекарственных растений, а также оценка токсичности субстанции при применении на лабораторных животных.

Материалы и методы исследований. Материалами исследования стали субстраты растительного происхождения: цветки бессмертника песчаного, кора дуба, корни лопуха большого и корни солодки, а также ферментативная добавка ксиланаза invitro.

Растительные субстраты были получены от ООО «Парафарм», сертифицированные по ГОСТ Р ИСО 9001:2015 и ГОСТ Р ИСО 22000:2005. Ксиланаза была закуплена у ООО «Биопрепарат», сертифицированная по ГОСТ 13867-68.

Было создано 4 экспериментальные группы по 5 равных проб из каждого растительного субстрата. Первая группа растений не была ферментирована, вторая группа была обработана ферментом ксиланаза в концентрации 0,10 %, третья группа была также обработана ферментом ксиланаза в концентрации 0,15 %, и четвертая группа аналогично прошлым двум ферментировалась ксиланазой в концентрации 0,20 %. Каждая проба из группы исследовалась индивидуально для достижения наибольшей точности результата и вычисления стандартной ошибки измерения в общей группе. Лабораторные исследования также для наибольшей точности проводились в три последовательных анализа для исключения ошибки измерительного прибора.

Экстракция действующих веществ из растительных субстратов производилась путем заваривания их в воде при температуре 95 ± 5 градусов по Цельсию. Экстрагирование путем перегонки растворов в камере Сокслета не проводилось в связи с нелипидным происхождением ряда действующих веществ. Время экстракции в кипяченой воде подбиралось согласно общим клиническим рекомендациям по употреблению этих лекарственных форм. В пронумерованные чашки Петри были заложены мелко нарезанные субстраты общей массой 100 г, после чего каждый отдельный образец орошали раствором ксиланазы согласно вышеописанной концентрации и, закрыв чашку Петри, поместили в термостат на 1 час при температуре 38 градусов по Цельсию. После процесса ферментирования полученные пробы подвергли дегидратации в сухожаре при температуре 45°C в течение 2 часов [7, 9].

Микроскопия осуществлялась на цифровом микроскопе Levenhuk MED D40T с предварительной калибровкой цифровых приборов специализированными калибровочными предметными стеклами. Фотофиксация полученных данных проводилась камерой микроскопа.

Спектрофотометрия растворов проводилась на спектрофотометре КФК-2 с использованием холостых проб (на дистиллированной воде) для предварительной калибровки. Данные показателей приборов с помощью алгебраических расчетов переводились в искомые значения [7].

Общий анализ крови проводился на ветеринарном гематологическом анализаторе Mindray BC-2800Vet с предварительной автоматической калибровкой в сервисном центре ДиаконВет.

Биохимический анализ сыворотки крови был получен на автоматическом биохимическом анализаторе iMagic V-7 с наборами реагентов ДиаконВет. Калибровка аппарата производилась самостоятельно посредством мультикалибровочной сыворотки «BSBE» и контроль сывороткой «Trulab-N».

Общий анализ мочи проводился качественным методом посредством тест-полоски «CentriVet», однако плотность мочи измерялась рефрактометром.

Распределение t-критерия Стьюдента осуществлялось на основании табличных данных перевода. Числовые данные после обработки формулами округлялись до сотых.

Результаты исследования. Для отслеживания разницы между 1-й и 2–4-й пробами в последствии эксперимента были произведены измерения неферментированных субстратов. Субстраты перед исследованием были измельчены вручную до фракции 7 ± 2 мм.

Формула перерасчета концентрации действующих веществ в растворе имеет вид:

$$\frac{C_1}{C_0} \cdot K \cdot 100\% \quad (1)$$

где C_1 – длина волны опытного раствора, C_0 – длина волны дистиллированной воды, K – поправочный коэффициент для субстрата (цветки бессмертника песчаного = 0,1424; кора дуба = 0,9761; корни лопуха большого = 0,6236; корни солодки = 0,0541).

Ветеринария и зоотехния

Таблица 1 – Показатели растворов при лабораторных исследованиях 1-й группы растений, $M \pm m$, $n = 3$, нм, %

Вид исследования \ Субстрат	Ед. изм.	Цветки бессмертника песчаного	Кора дуба	Корни лопуха большого	Корни солодки
Спектрофотометрия	нм	0,125±0,008	0,113±0,009	0,225±0,012	0,139±0,007
Перерасчет	%	1,78±0,03	11,06±0,03	14,03 ±0,78	0,70±0,02

Количественная оценка проводилась между тремя группами растений, которые были обработаны 0,10 %, 0,15 % и 0,20 % раствором ксиланазы. Настройки КФК-2: светофильтр +2, основная длина волны 540нм, калибровка дистиллированной водой до 0 нм.

Таблица 2 – Дозирование действующих веществ трех групп растений после ферментирования, $M \pm m$, $n = 3$, мг

№ п/п	С	Ед.	Субстрат			
			ЦБП (1)	КД (2)	КЛБ (3)	КСГ (4)
1	0,10 %	мг	38,87	341,14	172,11	10,14
2	0,15 %	мг	27,98*	237,19**	139,37*	7,61*
3	0,20 %	мг	27,34#	245,97##	122,55###	12,93#

Примечания: ЦБП – цветки бессмертника песчаного; КД – кора дуба; КЛБ – корни лопуха большого; КСГ – корни солодки голой; К – ксиланаза.

* – различия достоверности по сравнению 1-й группы с 2-й группой, * – $P \leq 0,5$; ** – $P \leq 0,1$;

– различия достоверности по сравнению 1-й группы с 3-й группой # – $P \leq 0,5$; ### – $P \leq 0,1$.

В таблице 3 предоставлено дозирование действующих веществ в самих растениях после ферментирования. Наиболее предпочтительные концентрации выделены жирным шрифтом. Корни лопуха большого не отмечены, так как после обработки их ксиланазой произошел отрицательный клиренс концентрации действующих веществ.

Таблица 3 – Концентрация действующих веществ всех групп растений, $M \pm m$, $n=3$

№ п/п	Группа	Растение	Показатели		
			λ , нм	%	m. мг
1	1	ЦБП	0,125±0,008	1,78±0,03	26,70
2		КД	0,113±0,009	11,06±0,03	165,90
3		КЛБ	0,225±0,012	14,03 ±0,78	210,45
4		КСГ	0,139±0,007	0,70±0,02	10,50
5	2	ЦБП	0,182±0,005	2,59±0,03	38,87
6		КД	0,233±0,003	22,74±0,06	341,14
7		КЛБ	0,184±0,002	11,47±0,17	172,11
8		КСГ	0,125±0,003	0,67±0,02	10,14
9	3	ЦБП	0,131±0,007*	1,87±0,03	27,98
10		КД	0,162±0,008**	15,81±0,09	237,19
11		КЛБ	0,149±0,005*	9,29±0,02	139,37
12		КСГ	0,100±0,012*	0,51±0,01	7,61

продолжение Таблицы 3

13	4	ЦБП	0,128±0,009 ^{##}	1,83±0,08	27,34
14		КД	0,168±0,009 ^{##}	16,39±0,06	245,97
15		КЛБ	0,131±0,009 ^{##}	8,17±0,03	122,55
16		КСГ	0,170±0,009 ^{##}	0,86±0,03	12,93

Примечания: ЦБП – цветки бессмертника песчаного; КБ – кора дуба; КЛБ – корни лопуха большого; КС – корни солодки голой; К – ксиланаза.

* – различия достоверности по сравнению 1-й группы с 2-й группой, * – $P \leq 0,5$; ** – $P \leq 0,1$;

– различия достоверности по сравнению 1-й группы с 3-й группой # – $P \leq 0,5$; ## – $P \leq 0,1$.

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать ряд выводов про клиренс концентрации действующих веществ всех групп растений в полученных растворах:

- 1) цветки бессмертника песчаного: была динамика на рост концентрации, которая после 0,10 %-ого раствора ксиланазы пошла по нисходящей;
- 2) кора дуба: динамика аналогична с ЦБП;
- 3) корни лопуха большого: отрицательный темп роста концентрации действующих веществ после обработки ксиланазой;
- 4) корни солодки голой: отрицательный темп роста до 0,15 %, после чего появилась тенденция на рост.

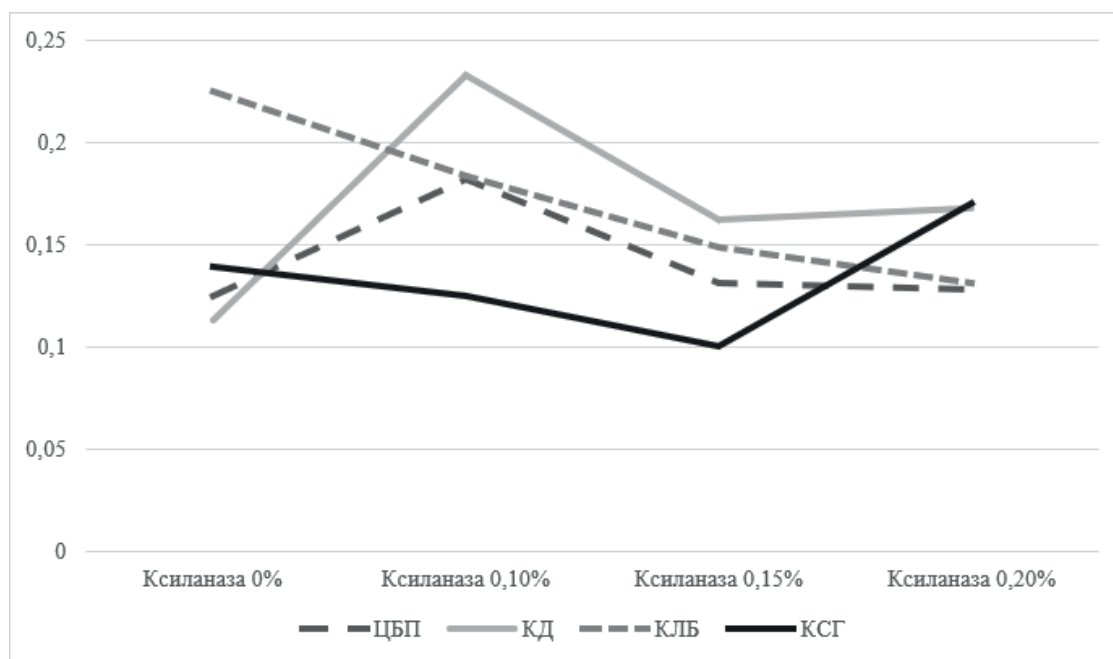


Рисунок 1 – График клиренса концентрации действующих веществ в рабочих растворах растительных субстратов, нм

На рисунке 1 представлен график изменения оптической плотности растворов, которые были получены экстракцией фармацевтических субстанций. Рисунок 1 дополняет таблицу 3 для наибольшей наглядности количественных данных.

Лабораторным животным по вышеописанной технике применяли разработанную фармацевтическую субстанцию на протяжении 30 суток. Так как крысы весили в среднем 320 ± 20 г, использовался режим дозирования 0,1 мл готового раствора на 100 г истинной массы веса животного.

Ветеринария и зоотехния

Контрольные замеры показателей мочи представлены в таблице 2 отчета. Мочу для ОАМ забирали утром, за несколько часов до планируемого сбора мочи крыс перемещали в индивидуальные клетки без подстилки. Преаналитика анализа согласно клиническим рекомендациям для ОАМ.

Таблица 4 – Клиренс показателей мочи у опытной группы крыс, n=10

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Норма	1-е сутки	5-е сутки	10-е сутки	15-е сутки	20-е сутки	25-е сутки	30-е сутки
1	RBC	Ед/л	0	0	0	0	0	0	0	0
2	WBC	Ед/л	0–15	15	10	0	0	0	0	0
3	TBil	Мг/мл	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ket	Мг/мл	0	0	0	0	0	0	0	0
5	TP	Мкг/мл	0–10	10	10	0	0	0	0	0
6	ALB	Мкг/мл	0–10	8	5	0	0	0	0	0
7	Glu	Мг/мл	0	0	0	0	0	0	0	0
8	SG	Нет	1,01–1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01
9	pH	Нет	6,0–7,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0
10	Vit C	Мг/мл	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PCR	Ед/л	0–20	20	10	10	5	0	0	0

Примечания: RBC – эритроциты, WBC – лейкоциты, TBil – общий билирубин, Ket – кетоновые тела, TP – общий белок, ALB – альбумин, Glu – глюкоза, SG – относительная плотность, pH – кислотно-щелочной баланс, Vit C – аскорбиновая кислота, PCR – бактериальная контаминация.

Результаты ОАМ для холостой группы крыс не имели значительных численных отклонений на протяжении 30 дней, поэтому статистико-математический анализ для этой группы излишен и для научного исследования имеет исключительно академический интерес.

Таблица 5 – Клиренс биохимических показателей у опытной группы крыс, n = 10

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Норма	1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки	30-е сутки
1	AST	Ед/л	65–253	134,09±62,98	138,24±68,24	142,78± 72,12	145,34±74,36
2	ALT	Ед/л	34–135	87,27±40,53	96,43±42,98	102,49± 48,23	112,21±51,78
3	TBil	Мг/дц	4–15	9,18±4,18	14,24±4,16	9,26± 4,15	9,24±4,21
4	ALP	Ед/л	131–318	209,64±83,81	218,38±78,82	226,98± 63,24	240,47±58,81
5	TBA	Мкмоль/л	0–0,6	0,29±0,19	0,27±0,16	0,23± 0,12	0,18±0,06
6	Crea	Мкмоль/л	156–415	288,55±117,11	292,28±112,78	291,21± 116,16	297,53±113,87
7	Urea	Мкмоль/л	4,5–23,9	10,75±6,88	10,61±6,65	10,45± 6,42	10,31±6,28
8	α	Ед/л	489–609	547,36±69,21	553,72±71,28	559,76± 75,98	561,36±78,25
9	Lip	Ед/л	16–24	21,64±3,39	22,43±3,21	25,29± 3,16	28,92±3,08

Примечание: AST – аспаратаминотрансфераза, ALT – аланинаминотрансфераза, TBil – общий билирубин, ALP – щелочная фосфатаза, TBA – общие желчные кислоты, Crea – креатинин, Urea – мочевины, α -Ату – альфа-амилаза, Lip – липаза.

По данным таблицы 2 заметен клиренс лейкоцитов и бактериальной контаминации к нижней границе нормы, что опосредовано противовоспалительным и бактериостатическим свойствами фармацевтической субстанции. Аналогично и с клиренсом общего белка с альбумином: его тенденция к снижению также связана с действием фармакологической субстанции, но уже через механизм усиления диуреза. Сдвиг кислотной реакции мочи ближе к нижней границе связан с общей кислотностью препарата, что по требованиям к нему должно снизить риск образования ряда минеральных камней в почках и полости мочевого пузыря. Понижение общей плотности мочи имеет прямую корреляцию со снижением концентрации белка и белых кровяных телец.

БХСК для групп крыс проводился путем пункции крови методом ампутации части хвоста и оттоку крови в пробирку с активатором свертывания. Для анестезиологической поддержки крыс во время забора крови был выбран наркотный эфир: в пластиковую герметичную емкость помещалась крыса, в емкость закладывалась медицинская вата, смоченная эфиром. Ножницами отрезалась часть хвоста с позвонком, полученную рану ушивали узловым швом и обрабатывали антисептиками.

Рассматривая таблицу 3, можно заметить, что имели тенденцию к повышению показатели печени и желчного пузыря. Изосалипурпозид в цветках бессмертника песчаного является желчегонным веществом, что обуславливает такую динамику. Также ряд химически активных веществ из фармацевтической субстанции способствуют экскреции поджелудочного сока, что вызвало повышение альфа-амилазы и липазы в сыворотке крови.

Заключение. Уролитиаз остается серьезной проблемой в ветеринарной практике, требующей постоянного поиска новых и эффективных методов лечения. Разработанная фармацевтическая субстанция на основе растительных компонентов, обработанных ферментами, представляет собой перспективный подход к решению данной проблемы. Результаты проведенных исследований демонстрируют потенциал ферментированных растительных экстрактов в качестве салуретических, противовоспалительных и диуретических средств для кошек и собак, страдающих уролитиазом.

Анализ данных, полученных в ходе исследований, выявил, что ферментативная обработка растительных субстратов оказывает влияние на выход действующих веществ. В частности, концентрация ксиланазы 0,10%-ная показала наиболее высокую эффективность в экстракции активных компонентов из цветков бессмертника песчаного, коры дуба, корней лопуха большого и корней солодки. Однако важно отметить, что при повышении концентрации фермента до 0,15 % и 0,20 % наблюдалось снижение выхода некоторых действующих веществ, что может указывать на необходимость оптимизации дозировки фермента для достижения максимального терапевтического эффекта.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение влияния ферментированной фармацевтической субстанции на различные типы уролитов, а также на оценку ее безопасности и эффективности при длительном применении. Кроме того, необходимо провести дополнительные клинические испытания для подтверждения полученных результатов и разработки оптимальных схем лечения уролитиаза у кошек и собак с использованием данной фармацевтической субстанции.

В заключение проведенное исследование демонстрирует, что разработанная фармацевтическая субстанция оказывает определенное воздействие на организм лабораторных крыс при тридцатидневном применении. Анализ мочи выявил положительную динамику в клиренсе лейкоцитов и бактериальной контаминации, что свидетельствует о потенциальных противовоспалительных и бактериостатических свойствах субстанции. Тенденция к снижению концентрации общего белка и альбумина в моче, вероятно, связана с усилением диуреза под воздействием препарата. Сдвиг pH мочи в кислую сторону может указывать на снижение риска образования определенных видов мочевого камней, что является важным аспектом в контексте профилактики мочекаменной болезни.

В то же время биохимический анализ крови выявил тенденцию к повышению показателей, связанных с функцией печени и желчного пузыря. Это может быть обусловлено желчегонным эффектом изосалипурпозидов, содержащегося в цветках бессмертника песчаного, а также стимулирующим действием других компонентов субстанции на экскрецию панкреатических ферментов.

Повышение уровня альфа-амилазы и липазы в сыворотке крови указывает на усиление панкреатической секреции.

Необходимо отметить, что данные изменения не выходили за пределы физиологических норм для данного вида животного, но требуют дальнейшего изучения для определения долгосрочных последствий и механизма действия фармацевтической субстанции. Полученные результаты могут послужить основой для дальнейших исследований ее безопасности и эффективности, а также для оптимизации режима дозирования и состава препарата.

Список используемой литературы

1. Калинина А.Н. Экспрессия гена ксиланазы из *Rygomycetes finnis* в *Pichia pastoris* и характеристика рекомбинантного белка. / А.Н. Калинина, Л.Н. Борщевская, Т.Л. Гордеева, С. П. Синеокий. – Текст: непосредственный. // Биотехнология. – 2019. – Т. 35, № 4. – С. 24–32. DOI 10.21519/0234-2758-2019-35-4-24-32. – EDN OJRTRD.
2. Капитонова Е.А. Изучение стабильности сухой ферментной кормовой добавки. / Е.А. Капитонова, А.Ю. Чирвинский. – Текст: непосредственный. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 205–212. – EDN BVKGPB.
3. Мингазова Л.А. Влияние условий культивирования на целлюлазную и ксиланазную активности гриба *Rhizopus oryzae* F-1030. / Л. А. Мингазова, Е. В. Крякунова, А. Р. Галиева [и др.]. – Текст: непосредственный. // Химия растительного сырья. – 2024. – № 1. – С. 301–309. DOI 10.14258/jcprgm.20240112909. – EDN HGCWFD.
4. Мухаммадиев Р.С. Ферментативная активность ксиланаз и целлюлаз пробиотических штаммов *Vacillus subtilis*. / Р.С. Мухаммадиев, Л.Р. Валиуллин [и др.]. – Текст: непосредственный. // Ветеринарный врач. – 2019. – № 3. – С. 19–23. DOI 10.33632/1998-698X.2019-3-19-24. – EDN RNCBPT.
5. Назарова А.В. Оценка достоверности результатов клинического исследования препарата бовгиалуридазы азоксимера у кошек с урологическими болезнями. / А.В. Назарова, Б.С. Семенов, Т.Ш. Кузнецова. – Текст: непосредственный. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (54). – С. 165–171. DOI 10.18286/1816-4501-2021-2-165-171. – EDN JWBLZL.
6. Печникова К.С. Применение ферментов *Trichaptum abietinum*. / К.С. Печникова, М.А. Сысоева. – Текст: непосредственный. // Пищевые технологии и биотехнологии: XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, Казань, 18–21 апреля 2023 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. – С. 234–237. – EDN PTZMRK.
7. Сафаров С.С. Качественное и количественное определение биологически активных веществ в урологическом сборе. / С.С. Сафаров. – Текст: непосредственный. // Молодая фармация – потенциал будущего: Сборник материалов XII всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием, Санкт-Петербург, 14 марта – 18 2022 года. – Санкт-Петербург: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2022. – С. 263–267. – EDN UDTKRJ.
8. Тухбатуллина И.И. Сравнительный фармакогностический анализ урологического сбора различных фирм производителей. / И.И. Тухбатуллина. – Текст: непосредственный. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 111. – EDN UNTLNT.
9. Фарманова Н.Т. Технология получения экстрактов из растительных сборов. / Н.Т. Фарманова, Д.Х. Нуруллаева, Е.В. Жохова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Химия растительного сырья. – 2023. – № 3. – С. 303–310. DOI 10.14258/jcprgm.20230311701. – EDN BWPUTA.
10. Щербинин С. Грамотно применяем ферментные препараты Ксиланазы и глюканы в рационах для свиней и птицы. / С. Щербинин. – Текст: непосредственный. // Животноводство России. – 2020. – № 11. – С. 48. – EDN AKTDXT.
11. Щербинин С. Ферменты для полигастрических животных. – Текст: непосредственный. / С. Щербинин. // Животноводство России. – 2023. – № 12. – С. 43–44. – EDN WUDDNM.

References

1. Kalinina A.N. E`kspressiya gena ksilanazy` iz *Pyromyces finnis* v *Pichia pastoris* i xarakteristika rekombinantnogo belka. / A.N. Kalinina, L.N. Borshhevskaya, T.L. Gordeeva, S.P. Sineokij. – Tekst: neposredstvenny`j. // Biotexnologiya. – 2019. – T. 35, № 4. – S. 24–32. DOI 10.21519/0234-2758-2019-35-4-24-32. – EDN OJRTRD.
2. Kapitonova E.A. Izuchenie stabil`nosti suxoj fermentnoj kormovoj dobavki. / E.A. Kapitonova, A.Yu. Chirvinskij. – Tekst: neposredstvenny`j. // Zootexnicheskaya nauka Belarusi. – 2023. – T. 58, № 1. – S. 205–212. – EDN BBKGPB.
3. Mingazova L.A. Vliyanie uslovij kul`tivirovaniya na cellyulaznuyu i ksilanaznuyu aktivnosti griba *Rhizopus oryzae* F-1030. / L.A. Mingazova, E.V. Kryakunova, A.R. Galieva [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Ximiya rastitel`nogo sy`r`ya. – 2024. – № 1. – S. 301–309. DOI 10.14258/jcprm.20240112909. – EDN HGCWFD.
4. Muxammadiev R.S. Fermentativnaya aktivnost` ksilanaz i cellyulaz probioticheskix shtammov *Bacillus subtilis*. / R.S. Muxammadiev, L.R. Valiullin [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Veterinarny`j vrach. – 2019. – № 3. – S. 19–23. DOI 10.33632/1998-698X.2019-3-19-24. – EDN RNCBPT.
5. Nazarova A.V. Ocenka dostovernosti rezul`tatov klinicheskogo issledovaniya preparata bovglialuronidazy` azoksimera u koshek s urologicheskimi boleznymi. / A.V. Nazarova, B.S. Semenov, T.Sh. Kuznecova. – Tekst: neposredstvenny`j. // Vestnik Ul`yanovskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2021. – № 2 (54). – S. 165–171. DOI 10.18286/1816-4501-2021-2-165-171. – EDN JWBLZL.
6. Pechnikova K.S. Primenenie fermentov *Trichaptum abietinum*. / K.S. Pechnikova, M.A. Sy`soeva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Pishhevye`e texnologii i biotexnologii: XVIII Vserossijskaya konferenciya molody`x ucheny`x, aspirantov i studentov s mezhdunarodny`m uchastiem, Kazan`, 18–21 aprelya 2023 goda. – Kazan`: Kazanskiy nacional`ny`j issledovatel`skij texnologicheskij universitet, 2023. – S. 234–237. – EDN PTZMRK.
7. Safarov S.S. Kachestvennoe i kolichestvennoe opredelenie biologicheskij aktivny`x veshhestv v urologicheskom sbore. / S.S. Safarov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Molodaya farmaciya – potencial budushhego: Sbornik materialov XII vserossijskoj nauchnoj konferencii studentov i aspirantov s mezhdunarodny`m uchastiem, Sankt-Peterburg, 14 marta – 18 2022 goda. – Sankt-Peterburg: federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshhego obrazovaniya «Sankt-Peterburgskij gosudarstvenny`j ximiko-farmaceuticheskij universitet» Ministerstva zdравоохraneniya Rossijskoj Federacii, 2022. – S. 263–267. – EDN UDTKRJ.
8. Tuxbatullina I.I. Sravnitel`ny`j farmakognosticheskij analiz urologicheskogo sbora razlichny`x firm proizvoditelej. / I.I. Tuxbatullina. – Tekst: neposredstvenny`j. // Byulleten` medicinskix internet-konferencij. – 2020. – T. 10, № 3. – S. 111. – EDN UNTLNT.
9. Farmanova N.T. Texnologiya polucheniya e`kstraktov iz rastitel`ny`x sborov. / N.T. Farmanova, D.X. Nurullaeva, E.V. Zhoxova [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Ximiya rastitel`nogo sy`r`ya. – 2023. – № 3. – S. 303–310. DOI 10.14258/jcprm.20230311701. – EDN BWPUTA.
10. Shherbinin S. Gramotno primenyaem fermentny`e preparaty` Ksilanaza i glyukanaza v racionax dlya svinej i pticy. / S. Shherbinin. – Tekst: neposredstvenny`j. // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2020. – № 11. – S. 48. – EDN AKTDXT.
11. Shherbinin S. Fermenty` dlya poligastrichny`x zhivotny`x. – Tekst: neposredstvenny`j. / S. Shherbinin. // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2023. – № 12. – S. 43–44. – EDN WUDDNM.

ОСОБЕННОСТИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ДУОДЕНАЛЬНОМ ХИМУСЕ И КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ И ИХ ВЛИЯНИИ НА МЕТАБОЛИЗМ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО СТРЕССА ПРИ ЭМИ-ОБРАБОТКЕ

Галкина Е.А., Научный центр АО «Концерн ГРАНИТ»
Кузьмина И.В., Научный центр АО «Концерн ГРАНИТ»

Исследования проводили на 80 цыплятах-бройлерах кросса «Смена 9» в учебно-производственном птичнике и лаборатории физиологии питания РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 году. В условиях теплового стресса изучали активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и крови птицы, а также биохимические показатели крови. В качестве метода изменения метаболизма использовали аппарат неинвазивной электромагнитной терапии «ТОР» (производитель АО «Концерн ГРАНИТ»). По результатам исследований значительно изменилась активность ферментов в химусе, что привело к изменению биохимических показателей крови: уровень трипсина был выше на 9,9 % в опытной группе, уровень липазы выше на 8,7 %, уровень щелочной фосфатазы ниже на 17 %, уровень амилазы демонстрировал большую физиологическую зрелость. Также изменились такие показатели метаболизма, как уровень белка, триглицеридов и мочевой кислоты. По результатам опыта воздействие ЭМИ привело к росту зоотехнических показателей птицы.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, электромагнитное излучение, тепловой стресс, активность ферментов, биохимические показатели крови.

Для цитирования: Галкина Е.А., Кузьмина И.В. Особенности активности ферментов в дуоденальном химусе и крови цыплят-бройлеров и их влиянии на метаболизм в условиях теплового стресса при ЭМИ-обработке // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 43–51.

Актуальность. Среди мясных отраслей, несомненно, наиболее успешной является птицеводческая промышленность. Стандарты производства бройлеров постоянно улучшались за последние несколько десятков лет, и в настоящее время бройлеры-самцы способны достигать живого веса 2,6 кг в возрасте 33–35 дней. Генетический отбор, осуществляемый коммерческими племенными компаниями, отвечает за большую часть улучшений в росте бройлеров [1, 2]. Необходимость достижения и поддержания улучшений генетического потенциала является движущей силой последних достижений в области питания птицы, и одновременно с этим происходит усовершенствование питания и кормления коммерческой птицы, начиная с вывода.

На пищеварительную функцию бройлеров влияет множество факторов, в том числе условия содержания. Плохая вентиляция может привести к накоплению аммиака и других вредных газов, что может вызвать раздражение дыхательных путей и ухудшение общего состояния птиц [3]. Освещение также влияет на поведение и аппетит птиц; исследования показывают, что использование различных режимов освещения может улучшить рост и развитие бройлеров [4]. Высокая плотность посадки может привести к повышенному уровню стресса и агрессии среди птиц, что может негативно сказываться на их аппетите и общем состоянии здоровья [5]. Температура окружающей среды является еще одним критически важным фактором, влияющим на пищеварение и метаболизм бройлеров. Высокие температуры могут вызвать тепловой стресс, который, как известно, негативно сказывается на аппетите и метаболизме [6].

Стрессовые условия могут вызывать изменения в гормональном фоне и снижать аппетит, что приводит к недостаточному поступлению питательных веществ [7]. Эти факторы подчеркивают необходимость создания оптимальных условий для содержания бройлеров, чтобы минимизировать стресс и поддерживать их здоровье.

Современные генотипы птиц обладают высоким потенциалом продуктивности, однако зачастую этот потенциал реализуется не полностью из-за воздействия стрессовых факторов [8]. Стресс считается одним из ведущих негативных факторов, ухудшающих метаболизм и процессы переваривания, особенно при условии содержания, транспортировки и социальных взаимодействий, которые могут возникать вследствие изменений окружающей среды и условий содержания.

Установлено, что пищеварительные ферменты (амилаза, липаза, трипсин) всасываются в кровь и постоянно циркулируют в кровяном русле, однако физиологическая роль панкреатических ферментов в крови полностью не изучена и существует противоречивое мнение об энтеропанкреатической циркуляции пищеварительных ферментов. Очевидно, что повышение конверсии корма в животноводческую продукцию невозможно без эффективной работы пищеварительных желез, способности их адаптироваться к изменяющимся условиям питания. Факт наличия панкреатических ферментов в крови подтверждает точку зрения о том, что они могут всасываться в кровоток, поступать с кровью в поджелудочную железу и секретироваться в кишечник повторно, не распадаясь в кишечнике до аминокислот. Высокая температура негативно влияет на продуктивность, вызывая изменения обменных процессов, дисбаланс кислотно-щелочного и электролитного балансов, а также снижая активность пищеварительных ферментов, таких как трипсин, химотрипсин и амилаза, а также уровни витаминов и минералов [9, 10].

Многолетняя селекция современных линий кур [11] привела к повышению их продуктивности, но к снижению устойчивости к болезням и повышенной чувствительности к температурным перепадам [12]. Быстрорастущие и высокоэффективные цыплята-бройлеры [13], ставшие результатом около 70 лет генетического прогресса, отличаются еще большей уязвимостью к тепловому стрессу из-за высокого метаболизма и недостаточного развития сердечно-сосудистой и дыхательной систем [14]. Их особенности делают значительно восприимчивыми к стрессу и связанным с ним метаболическим нарушениям.

Одним из инновационных подходов является использование электромагнитных воздействий (ЭМИ). Эта технология основана на воздействии электромагнитных полей различной интенсивности и частоты с целью стабилизации физиологических процессов у птиц. ЭМИ может оказывать благоприятное влияние на иммунную систему, повышая сопротивляемость организма к стрессам и инфекциям, а также снижая уровень кортизола – гормона стресса. Благодаря этим эффектам, птицы лучше адаптируются к неблагоприятным условиям, что способствует повышению их продуктивности, улучшению качества мяса и снижению необходимости использования медикаментов и антибиотиков.

Материал и методы. Исследования выполняли в учебно-производственном птичнике РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и лаборатории физиологии РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 году. Объектом исследования являлись цыплята-бройлеры, начиная с суточного и заканчивая 43-суточным возрастом, всего 80 цыплят. Эксперименты проводились в соответствии с нормами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в исследованиях и для научных целей (ETS 123, Страсбург, 1986). Исследователи и персонал руководствовались требованиями гуманного отношения к животным, при хирургических манипуляциях применялись седативные и обезболивающие средства. Для воздействия на цыплят опытной группы использовали аппарат неинвазивной электромагнитной терапии «ТОР» (производитель АО «Концерн ГРАНИТ»). Принцип обработки был основан на слабом неионизирующем нетепловом ЭМИ, непрерывно генерируемом высоковольтными импульсами амплитудой 5–8 кВ, которые способны воздействовать на рН изотонических растворов на дистанции до 700 м [15]. Частота импульсов составляла 100–150 Гц. Каждый волновой пакет с крутыми прямоугольными фронтами содержал частотные моды, кратные 25 кГц. Рабочая мощность прибора не превышала 80 Ватт, то есть была меньше мощности стандартной лампы накаливания в помещениях [16]. Воздействие на птицу производилось Аппаратом «ТОР», уста-

Ветеринария и зоотехния

новленным на штатив на расстоянии 2 м от клетки с птицей с использованием спектра «Росток+». Обработку птицы осуществляли на протяжении всего периода выращивания в следующем режиме: 1–21-е сутки – 3 мин – направленное воздействие электромагнитных излучений (ЭМИ), затем 57 мин – перерыв, 12 циклов с 08.00 до 20.00; 22–35-е сутки – трехминутное воздействие – 27 минут перерыв, 24 цикла с 08.00 до 20.00. Контрольная группа находилась вне зоны действия прибора.

Важным элементом исследования являлось то, что во все время проведения сохранялась жаркая погода, и цыплята подвергались воздействию теплового стресса, что позволило изучить воздействие ЭМИ на организм птицы в сложных стрессовых условиях, часто имеющих место на производстве.

Условия кормления и содержания. Цыплята были разделены на две группы, контрольную и опытную, случайным отбором. Кормление цыплят осуществлялось кормами производства ООО «Агроцентр». Корм для обеих групп (контрольной и опытной) был одинаковым, кормление производилось одновременно и в одинаковом объеме. В кормлении цыплят было 3 периода кормления: стартовый период (0–7 дн.), ростовой (8–28 дн.) и финишный – с 29 дня до убоя.

Методы исследования: Получение дуоденального содержимого у птицы. Фистулирование проводили в возрасте 20–22 суток, вживляя канюлю напротив впадения панкреатических и желчных протоков в кишечник, по авторской методике (Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Кислова И.В., Кошечева М.В., 2019) [17]. В течение суток после операции птицу не кормили, а затем переходили на нормированное кормление, отслеживая прохождение химуса через кишечник. Швы снимались на пятые сутки. После операции птице предоставляли доступ к воде на 16–18 часов, при этом корм не давали.

Методы исследования: Лабораторные исследования. Биохимическое исследование химуса, полученного через фистулу, проводилось на 33-, 34-, 35-, 36-, 37-, 38-, 39-, 40-ые сутки. Взятие химуса проводилось дважды в день по 1 мл через фистулу: утром через 1 час после кормления, затем через 2 часа после кормления. Содержимое центрифугировалось на центрифуге Eppendorf MiniSpin plus для микропробирок 1,5/2,0 мл (Германия) при 5000 об/мин в течение 5 минут, надосадочная жидкость сразу же исследовалась. В качестве показателей для биохимического исследования были взяты ферменты: трипсин, щелочная фосфатаза, амилаза, липаза.

Для определения трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, кальция, фосфора использовался полуавтоматический биохимический анализатор Biochem SA (США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей. Активность трипсина определяли по методу Вертипрахова, Грозиной (2018) [18]. Для определения липазы использовался полуавтоматический биохимический анализатор BS-3000M (Китай), реактивы ДиаВетТест (Россия), в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей.

Биохимическое исследование крови проводилось на 29-е и 41-е сутки по 10 голов каждой группы. Взятие крови проводилось из подкрыльцовой вены, предварительно перья на месте процедуры удалялись, кожа обрабатывалась ватным тампоном со спиртом. Использовались инъекционные иглы размера 21G, 0,8X40 мм. Для сбора крови использовались пробирки с активатором свертывания 13×100 мм бмл (VacPlus, Китай). Сыворотка центрифугировалась на центрифуге Eppendorf MiniSpin plus для микропробирок 1,5/2,0 мл (Германия) при 5000 об/мин в течение 5 минут. Исследовались показатели: содержание кальция, фосфора и общего белка, глюкозы, активность трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, липазы, уровень холестерина и триглицеридов в плазме крови. Для определения трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, Ca, P использовался полуавтоматический биохимический анализатор Biochem SA (США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей. Для определения липазы использовался полуавтоматический биохимический анализатор BS-3000M (Китай), реактивы ДиаВетТест (Россия), в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей. Для определения глюкозы, мочевой кислоты, общего белка, триглицеридов, холестерина в крови использовался автоматический биохимический анализатор НТИ BioChem FC-120 (США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора.

Результаты. Птицы имеют высокий уровень метаболизма, что позволяет им поддерживать высокую активность и теплообмен. Пищеварение птиц характеризуется высокой активностью пищевари-

тельных ферментов, причем переваривание трудногидролизуемых кормов частично осуществляется микробами в слепой и толстой кишке [19].

В нашем исследовании в условиях теплового стресса цыплята значительно отставали в росте и развитии от нормативов, установленных для данного кросса птицы [20]. Низкий аппетит и нарушение процессов пищеварения привели к снижению зоотехнических показателей. Однако воздействие электромагнитной обработки оказало заметное влияние на рост данных показателей в опытной группе, сократив разницу между экспериментальными цыплятами и нормативом для кросса.



Рисунок 1 – Показатели живой массы цыплят-бройлеров ($m \pm SD$, $n = 40$)

На 41-й день (накануне убоя) разница по массе составляла 19,5 %, по приросту – 20 %, по потреблению корма – 9,16 %, а по затратам корма на 1 кг прироста живой массы – 8,53 %. Такую значительную разницу обуславливает рост активности пищеварительных ферментов в кишечнике цыплят опытной группы.

Поджелудочная железа играет ключевую роль в пищеварении, выделяя ферменты, которые гидролизуют питательные вещества до мономеров. Экзокринные секреты содержат два пула ферментов: синтезированные *de novo* и регенерированные. Исследования показали, что только 25–50 % панкреатических ферментов синтезируется *de novo*. Сложнорефлекторная регуляторная фаза панкреатической секреции продолжается в течение 120 мин после кормления с последующим переходом в нейрогуморальную фазу (опосредованную секрецией гормонов секретина и холецистокинина в кровоток), когда химус достигает кишечника [9]. Ферменты поджелудочной железы, участвующие в кишечном пищеварении, затем в основном попадают в кровоток, и только незначительная часть активированных ферментов выводится с калом. Ферменты поступают в кровоток неравномерно.

Таблица 1 – Активность ферментов в химусе цыплят, ед/л, $m \pm SD$, $n = 10$

Сутки	Время			
	1 час после кормления		2 часа после кормления	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Трипсин	140,95±43,16	155,10±32,14	139,85±4,67	154,77±31,24
Амилаза	3294,0±2264,16	4068,0±1346,01*	3530,0±230,52	9983,67±5115,47
Липаза	1512,1±454,6	1539,9±571,5	1219,8±121,3	2182,1±1384,8
Щелочная фосфатаза	3789±73,5	3238±1027,5	1908,5±210,0	4093±881,4*

*Примечание: Различия статистически значимы при $p \leq 0,05$

Ветеринария и зоотехния

Опытная группа демонстрирует увеличение активности трипсина в химусе и через час, и через два после кормления на ~10 %. Активность амилазы на 41-й день выращивания (накануне убоя) в опытной группе выше на 23,3 % через час после кормления и на 182,8 % через два часа после кормления, что говорит о доминировании нейрогуморальной фазы регуляции пищеварения. Активность липазы также выше в опытной группе – на 78,9 % через два часа после кормления. Уровень щелочной фосфатазы в опытной группе через час после кормления ниже на 14,5 %, а через два часа – выше на 114,5 %.

Эти данные говорят о значительном росте активности пищеварительных ферментов в опытной группе под влиянием электромагнитного облучения. Затем эти ферменты всасываются в кровоток, поступают с кровью в поджелудочную железу и секретируются в кишечник повторно, не распадаясь в кишечнике до аминокислот.

Таблица 2 – Активность ферментов, биохимические показатели в крови цыплят-бройлеров, $m \pm SD$, $n=10$

Показатель	Группы	
	контрольная	опытная
29-е сутки		
Трипсин, г/л	43,6±0,94	46,0±1,26
Амилаза, ед/л	604,00±91,52	670,75±155,09
Липаза, ммоль/л	–	–
Щелочная фосфатаза, ед/л	3010,0±692,1	2960,0±437,3
Общий белок, г/л	40,5±1,33	37,7±2,65
Глюкоза, ед/л	11,5±0,31	12,6±0,48
Триглицериды, ммоль/л	0,5±0,07	0,5±0,18
Холестерин, ммоль/л	4,0±0,01	3,5±0,03*
Мочевая кислота, ммоль/л	115,8±13,27	114,8±13,75
41 сутки		
Трипсин, г/л	61,54±8,76	67,62±6,99
Амилаза, ед/л	876,50±216,84	649,25±120,65
Липаза, ммоль/л	–	–
Щелочная фосфатаза, ед/л	6433,3±1447,2	4002,5±706,8**
Общий белок, г/л	42,9±1,57	43,7±3,35
Глюкоза, ед/л	14,2±0,68	14,1±0,32
Триглицериды, ммоль/л	0,6±0,11	0,9±0,20*
Холестерин, ммоль/л	4,0±0,01	4,7±0,29*
Мочевая кислота, ммоль/л	211,8±19,96	195,7±65,49

*Примечание: Различия статистически значимы при $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

Результаты исследований показали, что активность трипсина в сыворотке крови опытных цыплят на 9,9 % выше на 41-й день, что хорошо коррелирует с более высоким содержанием в химусе и более интенсивным ростом опытных цыплят, лучшим усвоением корма. В нашем опыте концентрация липазы в сыворотке крови опытных цыплят на 8,7 % выше, чем у контрольных, что свидетельствует о более раннем и активном развитии секреторной функции поджелудочной железы и улучшенной усвояемости жировых кормов. В ходе нашего опыта у контрольных цыплят уровень амилазы в крови постепенно повышался до 41-го дня, что, вероятно, отражало их меньшую физиологическую

зрелость. В то же время у опытной группы наблюдался рост уровней амилазы до 29-го дня с последующим снижением к 41-му дню. Такой тренд свидетельствует о более раннем и выраженном повышении ферментативной активности в ответ на развитие кишечного пищеварения: у опытных цыплят уровень амилазы на 29-е сутки был выше. Уровень щелочной фосфатазы в сыворотке крови у контрольной группы на 17 % выше, чем у опытных птиц. Повышенные показатели у контрольных птиц могут указывать на усиленную клеточную гибель или более активные процессы ремоделирования тканей. В то же время у опытных цыплят отмечается более низкий уровень этого фермента, что может свидетельствовать о более ранней и гармоничной зрелости организма.

У опытной группы уровень общего белка в крови был на 7 % ниже на 29-й день, чем у контрольных цыплят, уравниваясь с контрольной группой к 41-му дню. Такой показатель может отражать более эффективную и зрелую регуляцию обменных процессов, особенно учитывая рост функциональности пищеварительной системы и активное участие белковых ферментов в метаболизме.

Особенно яркое увеличение уровня триглицеридов – на 70 % относительно уровня на 29-й день – отмечается у птиц опытной группы, что составляло в целом на 46 % больше по сравнению с контрольной группой, и коррелировало с более высоким содержанием липазы (на 46 %) в пищеварительном соке, усиливая гидролиз жиров и их всасывание. Что касается холестерина, его уровень в крови опытных цыплят на 3 % превышал показатели контрольных.

Таким образом, повышение липидного обмена у опытной группы связано с более активной ферментативной регуляцией и более эффективным гидролизом жиров.

Содержание мочевой кислоты в крови опытной группы было меньше на 8,2 % на 41-й день, что говорит о более эффективной переработке и утилизации азотистых продуктов метаболизма. Можно предположить, что благодаря ускоренной ферментативной активности и более эффективной функции пищеварительной системы, цыплята лучше справляются с метаболическими отходами.

В крови опытных кур было на 3,4 % больше содержание глюкозы, что может свидетельствовать о более активной глюконеогенной и глюкозотрансформирующей функции организма, что способствует обеспечению энергией процессов роста и развития. В контексте повышения ферментативной активности (амилазы, липазы, щелочной фосфатазы, трипсина) это может означать, что электромагнитное воздействие способствует более эффективному превращению питательных веществ, увеличивая доступность глюкозы для тканей. Также умеренное повышение глюкозы может быть признаком улучшения метаболической регуляции и более высокой энергетической обеспеченности организма в ответ на стимуляцию ферментами.

Выводы. В условиях теплового стресса отмечается существенное угнетение пищеварительных процессов у птиц, что негативно сказывается на их продуктивности. Обработка цыплят электромагнитным излучением показывает положительный эффект: в опытной группе наблюдается увеличение активности ферментов в химусе и крови, что свидетельствует о более эффективной работе пищеварительной системы.

Повышение активности ферментов в дуоденальном химусе сопровождается повышением активности ферментов в крови, что подтверждают данные о всасывании панкреатических ферментов в кровь и важном значении нейрогуморальной регуляции пищеварения.

Повышение ферментативной активности сопровождается ростом содержания триглицеридов и более эффективной переработкой азотистых продуктов, что свидетельствует о более зрелой и регуляторно устойчивой метаболической системе. В целом электромагнитное воздействие способствует усилению обменных процессов, улучшая адаптацию и рост цыплят в стрессовых условиях.

Список используемой литературы

1. Havenstein G.B. Growth, liveability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. / G.B. Havenstein, P.R. Ferket, M.A. Qureshi. – Text: direct. // *Poult. Sci.* – 2003b. – № 82. – P. 1500–1508.
2. Zuidhof M.J. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978 and 2005. / M.J. Zuidhof, B.L. Schneider, V.L. Carney, [et al.]. – Text: direct. // *Poult. Sci.* – 2014. – № 93. – P. 2970–2982.

3. Медведский В.А. Создание комфортных условий содержания для птиц: учеб. – метод. пособие для студентов биотехнологического факультета по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» и слушателей факультета повышения квалификации. / В.А. Медведский, Н.В. Мазоло, В.В. Гуйван. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – 28 с. – Текст: непосредственный.
4. Балашов В.В. Эффективность программ освещения для цыплят-бройлеров с различной продолжительностью выращивания: специальность 06.02.10 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства»; автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Балашов Владимир Владимирович; Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. – Сергиев-Посад, 2013. – 23 с. – Текст: непосредственный.
5. Горшков В.В. Влияние плотности посадки на продуктивность цыплят-бройлеров. / В.В. Горшков. – Текст: непосредственный. // Вестник АГАУ. – 2015. – № 6 (128). – С. 93–97.
6. Nawaz A.H. Poultry response to heat stress: Its physiological, metabolic, and genetic implications on meat production and quality including strategies to improve broiler production in a warming world. / A.H. Nawaz, K. Amoah, Q.Y. Leng [et al.]. – Text: direct. // Front. Vet. Sci. – 2021. – № 8. – P. 699081. doi:10.3389/fvets.2021.699081
7. Seid M. Review on Effect of Stress on Animal Productivity and Response of Animal to Stressors. / M. Seid, E. Ahmed. – Text: direct. // Journal of animal & veterinary Advances. – 2021. – № 20. – P. 1–14. 10.36478/javaa.2021.1.14
8. Белановский А.С. Действие электромагнитных полей на живой организм и применение их в ветеринарии. / А.С. Белановский. – М.: МВА, 1978. – 69 с. – Текст: непосредственный.
9. Вертипрахов В.Г. Активность ферментов поджелудочной железы у цыплят-бройлеров на разных этапах пищеварения. / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, А.М. Долгорукова. – Текст: непосредственный. // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Том 51, № 4. – С. 509–515.
10. Вертипрахов В.Г. Возрастные изменения активности ферментов в поджелудочной железе, кишечнике и плазме крови цыплят-бройлеров кросса Смена 9. / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, Н.В. Овчинникова, И.В. Кислова. – Текст: непосредственный. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 3. – С. 62–67. – doi 10.31857/S2500262722030127. – EDN GDDNJS
11. Qanbari S. Genetics of adaptation in modern chicken. / S. Qanbari, C-J. Rubin, K. Maqbool [et al.]. – Text: direct. // PLOS Genet. – 2019. – № 15. – P. e1007989.
Balkissoon D. Low frequency of the Mx allele for viral resistance predates recent intensive selection in domestic chickens. / D. Balkissoon, K. Staines, J. McCauley [et al.]. – Text: direct. // Immunogenetics. – 2007. – № 59. – P. 687–691. doi: 10.1007/s00251-007-0235-5.
12. Tallentire C. W.. Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. / C.W. Tallentire, I. Leinonen, I. Kyriazakis. – Text: direct. // Sci. Rep. – 2018. – № 8. – P. 1168. doi:10.1038/s41598-018-19231-2.
13. Cahaner A. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low-fat content./ A. Cahaner, F. Leenstra. – Text: direct. // Poult. Sci. – 1992. – № 71. – P. 1237–1250. doi:10.3382/ps.0711237.
14. Pat. 2765973 RF: MPC A 61N 5/00. Device for suppression of pathogenic microorganisms and viruses by electromagnetic radiation. / Concern GRANIT JSC (RU). №. 2020124927; filed. 27.07.2020; publ.07.02.2022; bibl. no. 4. 7 с. –Text: direct.
15. Bondarchuk E.V. Weak pulsed electromagnetic fields increase the yield and immunity of potatoes. / E.V. Bondarchuk, O.V. Ovchinnikov, I.F. Turkanov [et al.] – Text: direct. // Potatoes and Vegetables. – 2023. – № 4. – С. 35–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004>.
16. Вертипрахов В.Г. Физиология кишечного пищеварения у кур (экспериментальный подход). / В.Г. Вертипрахов. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 175 с. – Текст: непосредственный.
17. Vertiprakhov V.G. Estimation of the state of the pancreas by determination of trypsin activity in poultry blood. / V.G. Vertiprakhov, A.A. Grozina. – Text: direct. // Veterinary Science. – 2018. – № 6. – С.51–54. doi: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
18. Svihus B. Starch digestion capacity of poultry. / B. Svihus. – Text: direct. // Poult. Sci. – 2014. – № 93. – P. 2394–2399.

19. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутоксесной материнской формой. / Д.Н. Ефимов, А.В. Егорова, Ж.В. Емануйлова [и др.]. – Сергиев Посад: ФНЦ «ВНИТИП» РАН, 2020. – 96 с.

References

1. Havenstein G.B. Growth, liveability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. / G.B. Havenstein, P.R. Ferket, M.A. Qureshi. – Text: direct. // *Poult. Sci.* – 2003b. – № 82. – P. 1500–1508.
2. Zuidhof M.J. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978 and 2005. / M.J. Zuidhof, B.L. Schneider, V.L. Carney, [et al.]. – Text: direct. // *Poult. Sci.* – 2014. – № 93. – P. 2970–2982.
3. Medvedskij V.A. Sozdanie komfortny`x uslovij sodержaniya dlya pticz: ucheb. – metod. posobie dlya studentov biotexnologicheskogo fakul'teta po special'nosti 1-74 03 01 «Zootexniya» i slushatelej fakul'teta povыsheniya kvalifikacii. / V.A. Medvedskij, N.V. Mazolo, V.V. Gujvan. – Vitebsk: VGAVM, 2020. – 28 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
4. Balashov V.V. E`ffektivnost` programm osveshheniya dlya cyplyat-brojlerov s razlichnoj prodolzhitel`nost`yu vy`rashhivaniya: special`nost` 06.02.10 «Chastnaya zootexniya, texnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva»; avtoreferat dissertaciy na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel`skoxozyajstvenny`x nauk. / Balashov Vladimir Vladimirovich; Vseros. nauch.-issled. i texnol. in-t pticevodstva. – Sergiev-Posad, 2013. – 23 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
5. Gorshkov V.V. Vliyanie plotnosti posadki na produktivnost` cyplyat-brojlerov. / V.V. Gorshkov. – Tekst: neposredstvenny`j. // *Vestnik AGAU.* – 2015. – № 6 (128). – S. 93–97.
6. Nawaz A.H. Poultry response to heat stress: Its physiological, metabolic, and genetic implications on meat production and quality including strategies to improve broiler production in a warming world. / A.H. Nawaz, K. Amoah, Q.Y. Leng [et al.]. – Text: direct. // *Front. Vet. Sci.* – 2021. – № 8. – P. 699081. doi:10.3389/fvets.2021.699081.
7. Seid M. Review on Effect of Stress on Animal Productivity and Response of Animal to Stressors. / M. Seid, E. Ahmed. – Text: direct. // *Journal of animal & veterinary Advances.* – 2021. – № 20. – P. 1–14. 10.36478/javaa.2021.1.14.
8. Belanovskij A.S. Dejstvie e`lektromagnitny`x polej na zhivoj organizm i primenenie ix v veterinarii. / A.S. Belanovskij. – M.: MVA, 1978. – 69 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
9. Vertipraxov V.G. Aktivnost` fermentov podzheludochnoj zhelezy` u cyplyat-brojlerov na razny`x e`tapax pishhevariya. / V.G. Vertipraxov, A.A. Grozina, A.M. Dolgorukova. – Tekst: neposredstvenny`j. // *Sel`skoxozyajstvennaya biologiya.* – 2016. – Tom 51, № 4. – S. 509–515.
10. Vertipraxov V.G. Vozrastny`e izmeneniya aktivnosti fermentov v podzheludochnoj zheleze, kishechnike i plazme krovi cyplyat-brojlerov krossa Smena 9. / V.G. Vertipraxov, A.A. Grozina, N.V. Ovchinnikova, I.V. Kislova. – Tekst: neposredstvenny`j. // *Rossiyskaya sel`skoxozyajstvennaya nauka.* – 2022. – № 3. – S. 62–67. – doi 10.31857/S2500262722030127. – EDN GDDNJS
11. Qanbari S. Genetics of adaptation in modern chicken. / S. Qanbari, C-J. Rubin, K. Maqbool [et al.]. – Text: direct. // *PLOS Genet.* – 2019. – № 15. – P. e1007989.
Balkissoon D. Low frequency of the Mx allele for viral resistance predates recent intensive selection in domestic chickens. / D. Balkissoon, K. Staines, J. McCauley [et al.]. – Text: direct. // *Immunogenetics.* – 2007. – № 59. – P. 687–691. doi: 10.1007/s00251-007-0235-5.
12. Tallentire C. W. Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. / C.W. Tallentire, I. Leinonen, I. Kyriazakis. – Text: direct. // *Sci. Rep.* – 2018. – № 8. – P. 1168. doi:10.1038/s41598-018-19231-2.
13. Cahaner A. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low-fat content./ A. Cahaner, F. Leenstra. – Text: direct. // *Poult. Sci.* – 1992. – № 71. – P. 1237–1250. doi:10.3382/ps.0711237.
14. Pat. 2765973 RF: MPC A 61N 5/00. Device for suppression of pathogenic microorganisms and viruses by electromagnetic radiation. / Concern GRANIT JSC (RU). №. 2020124927; filed. 27.07.2020; publ.07.02.2022; bibl. no. 4. 7 c. –Text: direct.

Ветеринария и зоотехния

15. Bondarchuk E.V. Weak pulsed electromagnetic fields increase the yield and immunity of potatoes. / E.V. Bondarchuk, O.V. Ovchinnikov, I.F. Turkanov [et al.] – Text: direct. // Potatoes and Vegetables. – 2023. – № 4. – С. 35–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004>.
16. Vertipraxov V.G. Fiziologiya kishechnogo pishhevareniya u kur (e`ksperimental`ny`j podxod). / V.G. Vertipraxov. – Moskva: Rossijskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet – MSXA im. K.A. Timiryazeva, 2022. – 175 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
17. Vertiprakhov V.G. Estimation of the state of the pancreas by determination of trypsin activity in poultry blood. / V.G. Vertiprakhov, A.A. Grozina. – Text: direct. // Veterinary Science. – 2018. – № 6. – С. 51–54. doi: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
18. Svihus B. Starch digestion capacity of poultry. / B. Svihus. – Text: direct. // Poult. Sci. – 2014. – № 93. – P. 2394–2399.
19. Rukovodstvo po rabote s pticej myasnogo krossa «Smena 9» s autoseksnoj materinskoj formoj. / D.N. Efimov, A.V. Egorova, Zh.V. Emanujlova [i dr.]. – Sergiev Posad: FNCz «VNITIP» RAN, 2020. – 96 s.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРОПОСТРОЕНИЯ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ ТЕЛЯТ

Гатина В.Р., Оренбургский государственный аграрный университет,
Сеитов М.С., Оренбургский государственный аграрный университет,
Биктеев Ш.М., Оренбургский государственный аграрный университет,

Целью научной работы являлось изучение структурообразующих элементов в сыворотке крови телят при гастроэнтерите с использованием метода клиновидной дегидратации. В ходе работы были определены информативные маркеры структурной организации сыворотки, позволяющие динамически оценивать характер течения патологического процесса. Анализ морфологической картины сыворотки крови у заболевших телят показал, что признаки интоксикации выступают наиболее постоянно регистрируемой группой патологических морфотипов. Так, при обострении хронического воспалительного процесса метод позволил выявить «двойную фацию», а также токсические бляшки, свидетельствующие о хронической интоксикации. Помимо этого, были идентифицированы и другие специфические структуры: «листовидные» элементы – как маркеры склеротических нарушений сосудов; широкие трещины – как показатель обезвоживания организма; воронкообразные структуры – как индикатор высокого напряжения функциональных и защитных систем.

Ключевые слова: телята, гастроэнтерит, биологические жидкости, фация, сыворотка крови, маркеры, структурообразующий элемент, клиновидная дегидратация.

Для цитирования: Гатина В.Р., Сеитов М.С., Биктеев Ш.М. Особенности структурообразования сыворотки крови при гастроэнтерите телят // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 52–57,

Актуальность. Одним из методов оценки нарушений гомеостаза является фациальная диагностика – морфологическое исследование твердофазных структур, которые образуются после высыхания капель биологических жидкостей. Под фацией понимают твердую пленку высохшей капли, чья структура изучается с помощью световой микроскопии. Установлено, что структурная организация фации определяется биохимическим составом исходной жидкости, и в первую очередь, ее белковыми компонентами [1, с. 375].

Как отмечают В.В. Шабалин и соавторы [2, с. 121–124], самоорганизация, понимаемая как непроизвольный процесс формирования и усложнения высокоупорядоченных структур, является определяющей чертой биологических систем.

Методы кристаллографии нашли широкое применение в лабораторной диагностике и востребованы в различных областях медицины. Их ценность заключается в возможности ранней диагностики патологических состояний еще на доклиническом этапе, на уровне молекулярных нарушений. Это, в свою очередь, позволяет своевременно назначать адекватные лечебно-профилактические мероприятия и объективно оценивать их эффективность [3, 168–173].

По мнению И.И. Калюжного и соавторов [4, с. 10–13], эффективная защита молодняка от патологий, в частности, от наиболее распространенных гастроэнтеритов напрямую зависит от двух ключевых условий: детального знания симптоматики и непрерывной модернизации методов ранней диагностики. Подчеркивается, что именно точная и своевременная постановка диагноза позволяет существенно снизить уровень заболеваемости.

Ветеринария и зоотехния

В структуре заболеваемости молодняка сельскохозяйственных животных преобладают патологии респираторной и пищеварительной систем. Особенно высокая их распространенность наблюдается у животных в ранний и средний постнатальный периоды [5, с. 390–394].

В работах В.П. Иванюка и соавторов [6, с. 45–49] была установлена связь между возникновением гастроэнтеритов у молодняка и несбалансированностью рациона стельных коров. В частности, дисбаланс незаменимых аминокислот в корме приводит к изменению общего содержания белка в сыворотке крови, а дефицит кальция и витамина D провоцирует развитие гипокальциемии.

По данным Ю.В. Калинкиной [7, с. 24], острые патологии желудочно-кишечного тракта преобладают среди неинфекционных заболеваний телят. Проблема усугубляется критически высоким уровнем отхода молодняка: 70–80 % всей смертности приходится на ранний неонатальный период (первые 2–3 недели).

В свою очередь, М.Н. Мустаева [8, с. 32–36] отмечает, что клинические проявления и характер течения заболевания во многом определяются природой воспалительного процесса и степенью вовлеченности в него желудка и различных отделов кишечника.

Цель исследования – выявить особенности патологических структурных элементов в сыворотке крови телят, больных гастроэнтеритом. На данном этапе основная задача исследования состояла в изучении фации сыворотки крови и их патологических структур у телят, больных гастроэнтеритом.

Материалы и методы. Экспериментальная работа выполнялась на базе учебно-опытного хозяйства «Степановский» (Оренбургский район). В качестве объекта исследования был задействован молодняк красной степной породы месячного возраста. Из числа телят, имеющих клиническую манифестацию гастроэнтерита, произвели формирование двух опытных групп, каждая из которых включала 10 голов. На начальном этапе эксперимента была проведена оценка клинического статуса животных. У телят отмечалось обострение хронической формы гастроэнтерита, которое сопровождалось характерными симптомами: диареей, снижением аппетита, потерей массы тела и другими.

Материалом для исследования служила венозная кровь, полученная от больных телят. Забор крови проводили в утренние часы до кормления (натощак) путем венепункции с использованием вакуумных систем. В качестве основного аналитического метода был применен метод клиновидной дегидратации. Суть данного подхода заключается в получении стандартизированной высушенной пленки (фации), обладающей устойчивой морфологической картиной для последующего микроскопического исследования.

Процедура получения фаций сыворотки крови (ФСК) методом клиновидной дегидратации выполнялась следующим образом: на стандартное предметное стекло наносили 0,02 мл сыворотки (СК). Далее образцы высушивали в течение 18–24 часов в строго контролируемых условиях при температуре 25 °С и относительной влажности 65–70 %.

Изучение морфологических особенностей структурообразующих элементов фаций выполняли посредством микроскопа Levenhuk D870T (режимы увеличения $\times 10$, $\times 40$). Визуальную фиксацию изображений проводили с использованием цифровой камеры C800NG. Для обеспечения повторяемости (воспроизводимости) [9, с. 194–197] от каждого исходного сывороточного образца изготавливали 2–3 препарата (предметных стекла), нанося на каждое по три капли [9, с. 194–197].

Обработка полученных данных осуществлялась в пакете прикладных программ Statistica 10.0.

Результаты и обсуждения. Фация, представляющая собой дегидратированную каплю биологической жидкости, может рассматриваться как ее макроскопический «портрет». В этой структуре находят отражение физико-химические параметры исходной жидкости, ее компонентный состав и концентрация растворённых веществ [10, с. 430–434].

Методом клиновидной дегидратации был выполнен анализ структурообразующих элементов сыворотки крови у телят, страдающих гастроэнтеритом.

Радиальный тип фации традиционно используется как нормативный показатель при исследовании исходной фации сыворотки. Частично радиальный тип фации, демонстрирующий высокую упорядоченность ключевых структурных элементов, например, двойная фация, как показано на рисунке 1, может рассматриваться как вариант нормы.

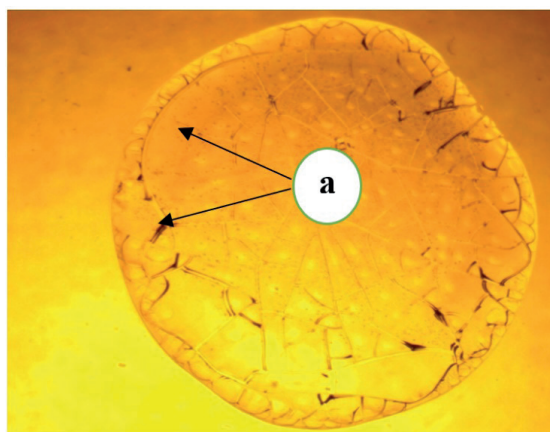


Рисунок 1 – Фрагмент фации сыворотки крови больного теленка: частично-радиальный тип;
а – двойная фация, ув. $\times 10$

Токсические бляшки идентифицируются в исходной фации как маркеры хронической интоксикации. Они представляют собой округлые образования, варьирующиеся по размеру от мелкого до крупного (рис. 2). Ключевое отличие от токсического дождя заключается в их более значительном размере и выраженной выпуклости.



Рисунок 2 – Фрагмент фации сыворотки крови больного теленка: частично радиальный тип;
а – токсическая бляшка, ув. $\times 40$

Степень выраженности данного маркёра бывает различной, от единичных до многочисленных токсических бляшек, особенно в краевой зоне двойной фации.

Если сыворотка крови является однородной, то бляшки не образуются. Состояние интоксикации приводит к перегрузке молекул альбумина токсинами, вследствие чего на их поверхности аккумулируется множество разнообразных компонентов. Данный процесс стимулирует повышенную агрегацию альбумина и, как следствие, способствует более выраженному расслоению раствора на две фазы. После устранения интоксикации токсические бляшки становятся менее выраженными. В дальнейшем по мере выведения токсических продуктов из организма они полностью исчезают.

В последующем токсические бляшки могут сливаться в более крупные структуры, образуя двойную фацию. Такая картина также может наблюдаться при тяжелых стадиях интоксикации взрослых животных.

Структуры типа «лист» выступают в качестве маркеров склеротических изменений кровеносных сосудов. Их появление обусловлено вертикальным перераспределением специфических фракций

Ветеринария и зоотехния

сывороточных белков (рис. 3). Наблюдаемые изменения указывают на негативную динамику патологического процесса. Данное прогрессирование ассоциировано с развитием интоксикации, гипоксии, ишемии и диспротеинемии в организме животных.

Данный механизм приводит к тому, что на поверхность фации мигрируют молекулы наиболее активных белков. В процессе дегидратации эти белки плотно сворачиваются, вызывая стягивание и уплотнение верхних слоев соответствующих зон.

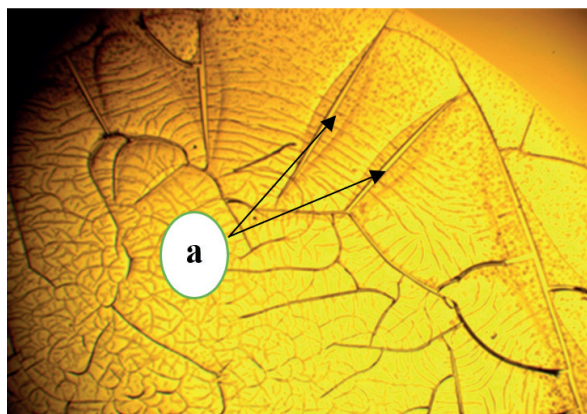


Рисунок 3 – Фрагмент фации сыворотки крови больного теленка: частично радиальный тип;
а – структура типа «лист», ув. ×40

Степень выраженности склеротических изменений прямо пропорциональна отношению поперечного размера структуры «лист» к ее продольному размеру.

Образование широких трещин (рис. 4) обусловлено маркером, указывающим на дегидратацию организма. При хроническом обезвоживании, вызванном нарушением всасываемости воды в толстой кишке у пациентов с гастроэнтеритом, определенная доля клеток продуцирует белковые молекулы с аномально высокой гидрофильностью. Следствием этого процесса является формирование неравномерных трещин в фациях сыворотки крови, что служит специфическим диагностическим признаком данного патологического состояния.

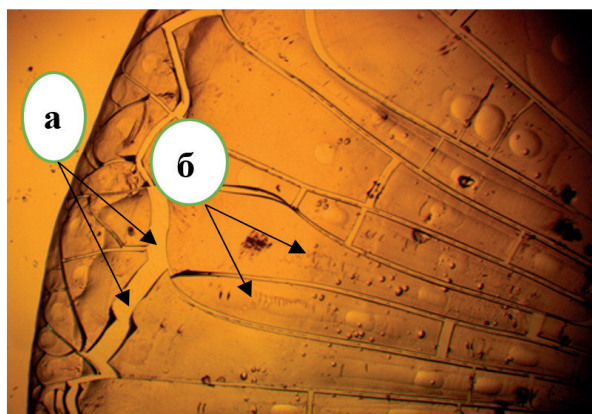


Рисунок 4 – Фрагмент суточной фации сыворотки крови больного теленка: частично радиальный тип;
а – широкая неравномерная трещина; б – воронкообразные структуры в краевой зоне, ув. ×40

Высокое напряжение функциональных систем и защитных механизмов морфологически проявляется в виде «воронок» (рис. 4). Данные элементы визуализируются как светлые, однородные, вытянутые области, близкие к эллиптической форме.

Заключение. На основании полученных данных установлено, что патологические процессы у больных телят приводят к модификациям молекулярной организации сыворотки крови, которые поддаются визуализации в форме изменений дегидративных фаций (капель).

Обнаруженные фациальные паттерны выступают индикаторами прогрессирующего заболевания, сопряженного с интоксикацией, ишемией, диспротеинемией и перенапряжением механизмов гомеостатической адаптации. Идентифицированы следующие ключевые патоморфологические маркеры: сочетание двойной фации и токсической бляшки, структуры типа «лист», а также наличие широких трещин и «воронок».

Список используемой литературы

1. Шабалин В.В. Биофизические механизмы формирования твердофазных структур биологических жидкостей человека: специальность 03.01.02 «Биофизика»; диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Шабалин Владимир Владимирович; Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2018. – 48 с. – Текст: непосредственный.
2. Шабалин В.В. Современные подходы к морфологическому исследованию биологических жидкостей / В.В. Шабалин, Г.П. Захарова, О.С. Донская. – Текст: непосредственный. // Российская оториноларингология. – 2017. – № 1. – С. 121–124.
3. Шатохина С.Н. Структуры сыворотки крови в интегральной оценке патофизиологических изменений в организме при экспериментальной ишемии головного мозга / С.Н. Шатохина, В.В. Александрин, А.А. Кубатиев [и др.]. – Текст: непосредственный. // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2016. – Т. 60, № 4. – С. 168–173.
4. Калюжный И.И. Этиологическая характеристика неонатальных гастроэнтеритов в краевой патологии молодняка крупного рогатого скота северной зоны Нижнего Поволжья. / И.И. Калюжный, Ю.В. Калинкина. – Текст: непосредственный. // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 10–13.
5. Гертман А. М. Оценка эффективности лечения поросят при гастроэнтерите в условиях фермерского хозяйства. / А.М. Гертман, Т.С. Самсонова, Н.А. Юдина. – Текст: непосредственный. // АПК России. – 2021. – Т. 28, № 3. – С. 390–394.
6. Иванюк В.П. Этиология, клиника и комплексная терапия телят, больных гастроэнтеритом. / В.П. Иванюк, Г.Н.Бобкова, М.А. Мальцева. – Текст: непосредственный. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6. – С. 45–49.
7. Калинкина Ю.В. Эффективность метода динамической электронной ростимуляции при лечении неонатального гастроэнтерита у телят: специальность 06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных; автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Калинкина Юлия Васильевна; Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2018. – 24 с. – Текст: непосредственный.
8. Мусаева М.Н. Способ лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят / М.Н. Мусаева. – Текст: непосредственный. // Ветеринарный врач. – 2016. – № 4. – С. 32–36.
9. Жуков А.П. Особенности структурного построения фации сыворотки крови у телят при гастроэнтерите / А.П. Жуков, Е.Б. Шарафутдинова, Ю.В. Инюткина – Текст: непосредственный. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5 (79). – С. 194–197.
10. Захарова Г.П. Функциональная морфология как основа системного подхода к исследованию биологических жидкостей. / Г.П. Захарова, В.В. Шабалин, О.С. Донская. – Текст: непосредственный. // Русский медицинский журнал. – 2017. – № 6. – С. 430–434.

Referents

1. Shabalin V.V. Biofizicheskie mexanizmy` formirovaniya tverdogfazny`x struktur biologicheskix zhidkostej cheloveka: special`nost` 03.01.02 «Biofizika»; dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora biologicheskix nauk / Shabalin Vladimir Vladimirovich; Sankt-Peterburg. – Sankt-Peterburg, 2018. – 48 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
2. Shabalin V.V. Sovremenny`e podxody` k morfologicheskomu issledovaniyu biologicheskix zhidkostej / V.V. Shabalin, G.P. Zaxarova, O.S. Donskaya. – Tekst: neposredstvenny`j. // Rossijskaya otorinolaringologiya. – 2017. – № 1. – S. 121–124.

Ветеринария и зоотехния

3. Shatolina S.N. Struktury` sy`vorotki krovi v integral`noj ocenke patofiziologicheskix izmenenij v organizme pri e`ksperimental`noj ishemii golovno go mozga / S.N. Shatolina, V.V. Aleksandrin, A.A. Kubatiev [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Patologicheskaya fiziologiya i e`ksperimental`naya terapiya. – 2016. – T. 60, № 4. – S. 168–173.
4. Kalyuzhny`j I.I. E`tiologicheskaya karakteristika neonatal`ny`x gastroe`nteritov v kraevoy patologii molodnyaka krupnogo rogatogo skota severnoj zony` Nizhnego Povolzh`ya. / I.I. Kalyuzhny`j, Yu.V. Kalinkina. – Tekst: neposredstvenny`j. // Agrarnyy`j nauchny`j zhurnal. – 2016. – № 4. – S. 10–13.
5. Gertman A. M. Ocenka e`ffektivnosti lecheniya porosyat pri gastroe`nterite v usloviyax fermerskogo khozyajstva. / A.M. Gertman, T.S. Samsonova, N.A. Yudina. – Tekst: neposredstvenny`j. // APK Rossii. – 2021. – T. 28, № 3. – S. 390–394.
6. Ivanyuk V.P. E`tiologiya, klinika i kompleksnaya terapiya telyat, bol`ny`x gastroe`nteritom. / V.P. Ivanyuk, G.N. Bobkova, M.A. Mal`ceva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2019. – № 6. – S. 45–49.
7. Kalinkina Yu.V. E`ffektivnost` metoda dinamicheskoy e`lektronejrostimulyacii pri lechenii neonatal`nogo gastroe`nterita u telyat: special`nost` 06.02.01 – diagnostika boleznej i terapiya zhivotny`x, patologiya, onkologiya i morfologiya zhivotny`x; avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarny`x nauk / Kalinkina Yuliya Vasil`evna; Saratovskij gosudarstvenny`j agrarnyy`j universitet im. N.I. Vavilova. Saratov, 2018. – 24 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
8. Musaeva M.N. Sposob lecheniya i profilaktiki zheludochno-kishechny`x zabozevanij novorozhdenny`x telyat / M.N. Musaeva. – Tekst: neposredstvenny`j. // Veterinarnyy`j vrach. – 2016. – № 4. – S. 32–36.
9. Zhukov A.P. Osobennosti strukturnogo postroeniya facii sy`vorotki krovi u telyat pri gastroe`nterite / A.P. Zhukov, E.B. Sharafutdinova, Yu.V. Inyutkina – Tekst: neposredstvenny`j. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 5 (79). – S. 194–197.
10. Zaxarova G.P. Funkcional`naya morfologiya kak osnova sistemnogo podxoda k issledovaniyu biologicheskix zhidkostej. / G.P. Zaxarova, V.V. Shabalin, O.S. Donskaya. – Tekst: neposredstvenny`j. // Russkij medicinskij zhurnal. – 2017. – № 6. – S. 430–434.

ВЛИЯНИЕ ГУМАТА НАТРИЯ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН ДОЙНЫХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОГЕННОЙ ЗОНЫ

Гизатуллина Ф.Г., ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

Смирнов Н.Г., ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

Мержакыпова Г.Б., ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

В статье представлены результаты исследования по применению кормовой добавки из гуминовых веществ «Гувитан», которую использовали для коррекции кормового рациона дойных коров в условиях хозяйства, расположенного в биогеохимической провинции, подверженной контаминации солями тяжелых металлов. На основе анализа химических элементов в крови – кальция, фосфора, магния, железа, меди, цинка, кобальта, марганца, никеля, свинца, кадмия, хрома изучены изменения минерального обмена у коров черно-пестрой породы при введении в рацион ежедневно в течение 30 дней 20 %-го раствора препарата «Гувитан». Для опыта были сформированы три опытные группы и одна контрольная. Кормовую добавку включали в рацион всех опытных групп, предварительно разводили чистой водой в соотношении 1 : 8. Готовым водным раствором увлажняли комбикорм из расчета 0,5 мл/кг живой массы тела. Дополнительно ежедневно с кормом давали коровам второй группы аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела, третьей – янтарную кислоту в дозе 15 мг/кг живой массы тела. Установлено, что кормовая добавка «Гувитан», вводимая в виде водного раствора, содержащая гуминовые кислоты, в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотой, способствует нормализации минерального обмена коров. «Гувитан» в сочетании с аскорбиновой кислотой на 30-й день эксперимента снизил уровень никеля в крови на 71,43 %, в сочетании с янтарной кислотой – на 33,78 %, без добавок – на 44,82 % ($P < 0,05$). Также при снижении содержания никеля в крови коров наблюдается достоверное снижение концентрации никеля в пробах молока. Это позволяет рекомендовать в экологически неблагоприятных зонах с избытком никеля в кормах применять дойным коровам в течение месяца кормовую добавку «Гувитан» в смеси с аскорбиновой кислотой.

Ключевые слова: коровы, кровь, минеральный обмен, соли тяжелых металлов, никель, кормовая добавка «Гувитан», аскорбиновая кислота, янтарная кислота.

Для цитирования: Гизатуллина Ф.Г., Смирнов Н.Г., Мержакыпова Г.Б. Влияние гумата натрия на минеральный обмен дойных коров в условиях биогеохимической техногенной зоны // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2. (55). С. 58–65.

Актуальность. На Южном Урале и Северном Казахстане имеются территории с специфической геохимической обстановкой, отрицательно действующей на организм животных. Адаптация животных к экологическим и кормовым условиям биогеохимических провинций и техногенных зон региона связана с изменениями белкового, углеводного, липидного и особенно минерального обменов организма животных [1]. В этой связи определенный интерес представляет изучение применения кормовых добавок для коррекции минерального обмена животных.

Изучение научной литературы свидетельствует о высокой эффективности гуминовых веществ для регуляции обменных процессов. Известно, что из гуминовых веществ физиологически активными по степени воздействия являются лишь соли (гуматы), образуемые гуминовыми кислотами со щелочными металлами – калием, натрием и аммонием. Обладая широким диапазоном биоло-

Ветеринария и зоотехния

гической активности, гуминовые вещества оказывают влияние на обменные процессы в организме животных и человека [2]. Многие исследователи отмечают, что гуминовые кислоты и их соли способны повышать резистентность организма, снижать степень интоксикации при действии различных негативных факторов. Повышение адаптационных свойств организмов связывают с активацией ферментных систем и антитоксической функции печени [3, 4]. Установлено, что включение биологически активных добавок гуминовой природы в рационы животных оптимизируют метаболические процессы, стимулируют переваримость питательных веществ, активизируют усвоение кальция и фосфора, а также некоторых других минеральных элементов [5]. Имеются сообщения о применении гуминовых веществ для коррекции минерального обмена и снижения содержания тяжелых металлов в живых организмах. О влиянии применения гуматов на содержание тяжелых металлов в организме животных указывают данные ряда работ [6–8]. Исследователи считают, что гуминовые кислоты за счет своих химических свойств помогают связывать катионы тяжелых металлов и одновременно улучшают усвоение организмом животных солей микроэлементов, которые стимулируют рост (цинк), препятствуют анемии (медь) и в целом обогащают иммунную систему, что дает животным возможность эффективно противостоять болезням. Способность гуминовых веществ формировать хелатные комплексы с тяжелыми металлами (такими как кадмий, свинец) позволяет использовать их для выведения тяжелых металлов из организмов животных для улучшения качества мясомолочной продукции. Сорбенты на основе гуминовых кислот представляют несомненный практический и научный интерес и могут рассматриваться как эффективные поглотители ионов тяжелых металлов [9]. Известно применение гумата натрия для снижения содержания тяжелых металлов (Pb, Cd) в крови и молоке дойных коров [10]. Использование добавки «Гувитан-С» в рационе лактирующих коров способствовало нормализации минерального обмена организма животных в условиях биогеохимической провинции [11].

Анализ литературных источников подтверждает высокую эффективность гуматов, однако свойства разных гуминовых препаратов зависят от природного сырья и технологии получения, поэтому некоторые авторы рекомендуют проводить дополнительные исследования каждого продукта, исключать потенциальные риски [12].

Целью исследования являлось изучение эффективности применения кормовой добавки «Гувитан» для регуляции минерального обмена у дойных коров в условиях техногенной зоны.

Материалы и методы. Работа была выполнена на молочно-товарной ферме СХП, расположенной в Троицком районе Челябинской области. Для растительных кормов территории района характерен недостаток кобальта, марганца, меди, йода, избыток селена [13]. Объектом исследования послужили коровы черно-пестрой породы возрастом около 4–5 лет, живой массой 450–500 кг. Предметом исследования стали макро- и микроэлементы (в т. ч. соли тяжелых металлов) в пробах сыворотки крови и молоке коров. В работе использовалась кормовая добавка «Гувитан» на основе гумата натрия, изготовленная ООО «РАСС» (г. Воронеж). «Гувитан» 20 %-ный концентрат разводили водой в соотношении 1 к 8, готовый раствор смешивали с концентратами в момент раздачи корма. Были сформированы 3 опытные и контрольная группы молочных коров, по 5 голов в каждой. Коровы для формирования контрольной и опытных групп подбирались с учетом аналогов по возрасту, живой массы и молочной продуктивности. Эксперимент по изучению влияния кормовой добавки «Гувитан» в сочетании с янтарной и аскорбиновой кислотами на гематологический и биохимический статус животных проводили в стойловый период в течение месяца. Рацион коров был сбалансирован по основным питательным веществам, соответствовал нормам ВИЖ, животные находились в благоприятных зоогигиенических условиях. Все подопытные животные получали основной рацион, состоящий из сена, силоса, зерновой смеси и патоки. Коровам трёх опытных групп, кроме основного рациона, в течение месяца дополнительно давали кормовую добавку «Гувитан» (из расчета 0,5 мл готового раствора препарата на 1 кг живой массы тела). Коровам второй опытной группы дополнительно давали в этот период аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела. Коровам третьей опытной группы дополнительно давали в этот период янтарную кислоту в дозе 15 мг/кг живой массы тела (табл. 1).

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа	Коровы, гол	Условия содержания	Условия кормления
Контрольная	5	Привязное	Основной рацион (ОР), принятый в хозяйстве – сено, силос, концентраты, патока.
Первая опытная	5	Привязное	ОР+«Гувитан» (из расчета 0,5 мл готового раствора препарата на 1 кг массы тела)
Вторая опытная	5	Привязное	ОР+«Гувитан» (из расчета 0,5 мл готового раствора на 1 кг массы тела + аскорбиновая кислота в дозе 10 мг/кг массы тела)
Третья опытная	5	Привязное	ОР+«Гувитан» (из расчета 0,5 мл готового раствора на 1 кг массы тела + янтарная кислота в дозе 15 мг/кг массы тела)

Для изучения содержания химических элементов (макроэлементов) в сыворотке крови использовали общепринятые в ветеринарии лабораторные методики [14]. Исследования крови на наличие микроэлементов проводили на базе межкафедральной лаборатории ИНИЦ Южно-Уральского ГАУ. Уровень содержания тяжелых металлов в крови и молоке коров определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре (AAS-3). Полученные данные были обработаны статистически с использованием программы «Microsoft Excel».

Результаты исследования. До начала скармливания добавки «Гувитан» было выявлено (табл. 2), что содержание кальция в крови коров контрольной группы было $2,71 \pm 0,04$ ммоль/л, в опытных группах немного больше – на 3,7–7,4 % ($P > 0,05$). Однако содержание фосфора в пробах крови опытных групп животных имело достоверное отличие: так, в первой опытной группе уровень фосфора был снижен на 22 % ($P < 0,001$), во второй опытной группе – на 46 % ($P < 0,001$), а в третьей группе, наоборот, концентрация фосфора была больше на 12 % ($P < 0,01$). Содержание магния в крови подопытных коров было примерно на одном уровне $0,83–1,15$ ммоль/л (в пределах нормы $0,74–1,23$ ммоль/л), без заметных отличий. Исследование содержания железа показало, что в контрольной и первой группах оно было меньше референтных значений ($18,0–29,0$ мкмоль/л), а во второй и третьей группах немного выше нижней границы нормы. Во второй группе количество железа было повышено на 10 % ($P < 0,05$), в третьей группе – на 15 % ($P < 0,001$) по сравнению с контрольной группой. В первой группе концентрация железа была понижена на 9 % ($P > 0,05$). Уровень меди в опытных группах был немного меньше, чем в контрольной группе на 12–20 %, однако содержание этого элемента у всех животных было ниже референтных значений ($0,7–1,0$ мг/л). Количество цинка в крови подопытных животных также оказалось меньше, чем референтные значения ($3,0–5,0$ мг/л), однако если в первой опытной группе концентрация цинка была больше на 8 % ($P > 0,05$), чем в контрольной группе, то во второй и третьей группах была меньше на 13 % ($P < 0,01$) и 30 % ($P < 0,001$) соответственно. Количество кобальта в крови подопытных животных было значительно ниже референтных значений ($0,04$ мг/л). Уровень марганца в крови коров также был меньше физиологических значений ($0,15$ мг/л), причём, если в контрольной группе его содержание составляло $0,013 \pm 0,005$ мг/л, то в подопытных группах выше на 31,0–85,0 % по сравнению с контролем. Содержание тяжелых металлов свинца, никеля и кадмия в крови подопытных коров было достаточно низкое. По данным Г. П. Грибовского [15] МДУ содержания в крови никеля $0,12$ мг/л, свинца – $0,25$ мг/л, у коров хозяйства содержание никеля было в пределах $0,0035–0,0075$ мг/л, а свинца – $0,0029–0,0030$ мг/л.

В начале опыта уровень общего кальция и неорганического фосфора в крови коров находился в пределах физиологических значений. К концу эксперимента количество кальция в сыворотке крови животных опытных групп уменьшилось на 5,69 %, 14,08 % и 11,72 %, а количество неорганического фосфора увеличилось в первой группе – на 21,60 %, во второй группе – на 95,40 %, однако у коров третьей группы отмечено уменьшение на 13,89 % по сравнению с данными до начала скармливания кормовой добавки. Количество магния в крови животных на 30-й день опыта незначительно

Ветеринария и зоотехния

изменилось, в контрольной, первой и второй группах недостоверно уменьшилось: у контрольной группы – с $1,15 \pm 0,02$ до $1,12 \pm 0,03$ ммоль/л, у первой группы – с $0,89 \pm 0,02$ до $0,86 \pm 0,01$ ммоль/л, у второй группы – с $0,83 \pm 0,02$ до $0,77 \pm 0,01$ ммоль/л, у третьей группы увеличилось – с $0,85 \pm 0,03$ до $0,86 \pm 0,02$ ммоль/л.

Таблица 2 – Химический состав крови подопытных коров в начале и в конце опыта, $X \pm Sx$, $n=5$

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Кальций, ммоль/л	$\frac{2,71 \pm 0,04}{2,68 \pm 0,06}$	$\frac{2,81 \pm 0,07}{2,65 \pm 0,02^*}$	$\frac{2,91 \pm 0,04}{2,50 \pm 0,05^{***}}$	$\frac{2,90 \pm 0,05}{2,56 \pm 0,05^{**}}$
Фосфор, ммоль/л	$\frac{1,61 \pm 0,03}{1,58 \pm 0,04}$	$\frac{1,25 \pm 0,05}{1,52 \pm 0,02^{***}}$	$\frac{0,87 \pm 0,02}{1,70 \pm 0,05^{***}}$	$\frac{1,80 \pm 0,04}{1,55 \pm 0,03^{***}}$
Магний, ммоль/л	$\frac{1,15 \pm 0,02}{1,12 \pm 0,03}$	$\frac{0,89 \pm 0,02}{0,86 \pm 0,01}$	$\frac{0,83 \pm 0,02}{0,77 \pm 0,02}$	$\frac{0,85 \pm 0,03}{0,86 \pm 0,02}$
Железо сыв. мкмоль/л	$\frac{17,20 \pm 0,15}{17,12 \pm 0,44}$	$\frac{15,70 \pm 0,43}{16,84 \pm 0,42}$	$\frac{18,88 \pm 1,19}{15,78 \pm 0,42^*}$	$\frac{19,70 \pm 0,72}{17,04 \pm 0,75^*}$
Медь, мг/л	$\frac{0,42 \pm 0,01}{0,38 \pm 0,02}$	$\frac{0,37 \pm 0,02}{0,64 \pm 0,01}$	$\frac{0,37 \pm 0,01}{0,59 \pm 0,01}$	$\frac{0,33 \pm 0,01}{0,49 \pm 0,01}$
Цинк, мг/л	$\frac{2,01 \pm 0,07}{1,98 \pm 0,06}$	$\frac{2,17 \pm 0,11}{1,94 \pm 0,02}$	$\frac{1,75 \pm 0,05}{1,63 \pm 0,04}$	$\frac{1,41 \pm 0,02}{1,40 \pm 0,02}$
Кобальт, мг/л	$\frac{0,0090 \pm 0,003}{0,0090 \pm 0,002}$	$\frac{0,0098 \pm 0,001}{0,0055 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0072 \pm 0,002}{0,0060 \pm 0,001}$	$\frac{0,0050 \pm 0,001}{0,0060 \pm 0,001}$
Марганец, мг/л	$\frac{0,013 \pm 0,005}{0,014 \pm 0,003}$	$\frac{0,024 \pm 0,001}{0,024 \pm 0,001}$	$\frac{0,017 \pm 0,001}{0,021 \pm 0,001}$	$\frac{0,019 \pm 0,001}{0,020 \pm 0,002}$
Свинец, мг/л	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,003 \pm 0,001}$	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,003 \pm 0,001}$	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,0029 \pm 0,001}$	$\frac{0,0029 \pm 0,001}{0,0029 \pm 0,001}$
Никель, мг/л	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,0058 \pm 0,001}{0,0032 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0035 \pm 0,001}{0,0009 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0074 \pm 0,001}{0,0049 \pm 0,001^*}$
Кадмий, мг/л	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$

Примечание: в числителе – фоновые значения, в знаменателе – значения в конце опыта; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – относительно фоновых значений

При исследовании сыворотки крови на содержание металлов до применения добавки «Гувитан» была выявлена недостаточность меди, количество этого элемента у подопытных животных было в 2 раза ниже граничных значений – $0,75-0,95$ мг/л [14]. При включении в рацион коров исследуемой добавки и органических кислот было обнаружено, что в конце эксперимента в сыворотке крови количество меди увеличилось у животных первой опытной группы на 72,97 %, второй опытной группы – на 59,36 %, третьей опытной группы – на 48,38 %, в отличие от контрольной группы, где наблюдалось снижение содержания элемента. Содержание железа в сыворотке крови опытных групп менялось по-разному. Результаты, полученные в начале эксперимента при сравнении с референсными значениями, показали, что у коров первой группы количество этого элемента было меньше на 2,48 % от нижней физиологической границы, а у коров третьей группы его содержание находилось на значении уровня верхней границы. К 30-му дню у коров первой группы количество железа увеличилось с $15,70 \pm 0,43$ до $16,84 \pm 0,42$ мкмоль/л, у второй группы снизилось – с $18,88 \pm 1,19$ до $15,78 \pm 0,42$ мкмоль/л, у третьей группы – с $19,70 \pm 0,72$ до $17,04 \pm 0,75$ мкмоль/л, что говорит о нормализации показателя.

В крови у коров всех опытных групп содержание цинка было ниже физиологических значений. После применения кормовой добавки на 30-й день уровень цинка незначительно понизился, его уровень был ниже нормы. По результатам исследования после применения кормовой добавки в содержании кобальта в крови животных значительных изменений не отмечалось, за исключением первой группы, где отмечено снижение на 43,9 % ($P < 0,05$). В крови у опытных животных на 30-й день эксперимента количество марганца увеличилось у коров второй опытной группы на 23,53 % и у животных третьей опытной группы на 5,26 % по сравнению с началом исследования.

Кроме этого было установлено, наличие в крови животных контрольной и опытных групп солей тяжелых металлов (свинец, никель и кадмий), практическое отсутствие в пробах крови хрома. У коров, получавших в составе рациона кормовую добавку «Гувитан», явных изменений в крови по содержанию свинца и кадмия не отмечалось, но при этом зафиксировано снижение уровня никеля. Уровень никеля в крови на 30-й день эксперимента уменьшился у коров первой группы с $0,0058 \pm 0,001$ до $0,0032 \pm 0,001$ мг/л (на 44,82 %, $P < 0,05$), второй группы – с $0,0035 \pm 0,001$ до $0,0009 \pm 0,001$ мг/л (на 71,43 %, $P < 0,05$), коров третьей группы – с $0,0074 \pm 0,001$ до $0,0049 \pm 0,001$ мг/л (на 33,78 %, $P < 0,05$), что указывает на более лучший эффект от сочетания кормовой добавки и аскорбиновой кислоты.

Таблица 3 – Химический состав молока подопытных коров в начале и в конце опыта, $X \pm S_x$, $n=5$

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Кальций, ммоль/л	$\frac{2,71 \pm 0,04}{2,68 \pm 0,06}$	$\frac{2,81 \pm 0,07}{2,65 \pm 0,02^*}$	$\frac{2,91 \pm 0,04}{2,50 \pm 0,05^{***}}$	$\frac{2,90 \pm 0,05}{2,56 \pm 0,05^{**}}$
Фосфор, ммоль/л	$\frac{1,61 \pm 0,03}{1,58 \pm 0,04}$	$\frac{1,25 \pm 0,05}{1,52 \pm 0,02^{***}}$	$\frac{0,87 \pm 0,02}{1,70 \pm 0,05^{***}}$	$\frac{1,80 \pm 0,04}{1,55 \pm 0,03^{***}}$
Магний, ммоль/л	$\frac{1,15 \pm 0,02}{1,12 \pm 0,03}$	$\frac{0,89 \pm 0,02}{0,86 \pm 0,01}$	$\frac{0,83 \pm 0,02}{0,77 \pm 0,02}$	$\frac{0,85 \pm 0,03}{0,86 \pm 0,02}$
Железо сыв. мкмоль/л	$\frac{17,20 \pm 0,15}{17,12 \pm 0,44}$	$\frac{15,70 \pm 0,43}{16,84 \pm 0,42}$	$\frac{18,88 \pm 1,19}{15,78 \pm 0,42^*}$	$\frac{19,70 \pm 0,72}{17,04 \pm 0,75^*}$
Медь, мг/л	$\frac{0,42 \pm 0,01}{0,38 \pm 0,02}$	$\frac{0,37 \pm 0,02}{0,64 \pm 0,01}$	$\frac{0,37 \pm 0,01}{0,59 \pm 0,01}$	$\frac{0,33 \pm 0,01}{0,49 \pm 0,01}$
Цинк, мг/л	$\frac{2,01 \pm 0,07}{1,98 \pm 0,06}$	$\frac{2,17 \pm 0,11}{1,94 \pm 0,02}$	$\frac{1,75 \pm 0,05}{1,63 \pm 0,04}$	$\frac{1,41 \pm 0,02}{1,40 \pm 0,02}$
Кобальт, мг/л	$\frac{0,0090 \pm 0,003}{0,0090 \pm 0,002}$	$\frac{0,0098 \pm 0,001}{0,0055 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0072 \pm 0,002}{0,0060 \pm 0,001}$	$\frac{0,0050 \pm 0,001}{0,0060 \pm 0,001}$
Марганец, мг/л	$\frac{0,013 \pm 0,005}{0,014 \pm 0,003}$	$\frac{0,024 \pm 0,001}{0,024 \pm 0,001}$	$\frac{0,017 \pm 0,001}{0,021 \pm 0,001}$	$\frac{0,019 \pm 0,001}{0,020 \pm 0,002}$
Свинец, мг/л	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,003 \pm 0,001}$	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,003 \pm 0,001}$	$\frac{0,003 \pm 0,001}{0,0029 \pm 0,001}$	$\frac{0,0029 \pm 0,001}{0,0029 \pm 0,001}$
Никель, мг/л	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,0058 \pm 0,001}{0,0032 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0035 \pm 0,001}{0,0009 \pm 0,001^*}$	$\frac{0,0074 \pm 0,001}{0,0049 \pm 0,001^*}$
Кадмий, мг/л	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$	$\frac{0,005 \pm 0,001}{0,005 \pm 0,001}$

Примечание: в числителе – фоновые значения, в знаменателе – значения в конце опыта; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – относительно фоновых значений

Ветеринария и зоотехния

При изучении химического состава молока от подопытных животных было установлено (табл. 3), что содержание тяжелых металлов в пробах молока от подопытных животных не превышает максимально допустимый уровень. В конце опыта содержание железа и меди в пробах молока практически не изменилось. Отмечена тенденция снижения содержания цинка и кобальта в молоке от подопытных коров, причём в третьей группе уменьшение было достоверное: цинка на 23,9 % ($P < 0,001$), кобальта – на 57,2 % ($P < 0,001$). Также наблюдалось уменьшение в молоке от опытных коров уровня марганца, если в контрольной группе оно было незначительное, то в первой группе количество марганца снизилось на 39,7 % ($P < 0,001$), во второй группе – на 45,0 % ($P < 0,001$), в третьей группе – на 37,9 % ($P < 0,05$). Отмечена тенденция незначительного увеличения концентрации свинца в пробах молока от подопытных животных, однако она была в пределах допустимого уровня. Вместе с этим после применения кормовой добавки и органических кислот установлено снижение в химическом составе молока уровня никеля, который уменьшился в пробах молока опытных групп соответственно на 44,8 %, 74,3 % и 33,8 %. Содержание кадмия в молоке после месяца опыта практически не изменилось, но соответствовало санитарно-гигиеническим требованиям.

Изучение показателей минерального обмена показало недостаточное содержание ряда биогенных микроэлементов (магния, меди, цинка, кобальта, марганца) в крови коров. По данным ранее проведенных исследований почвы, воды и кормов хозяйства можно утверждать, что дефицит элементов связан с недостаточным содержанием элементов в окружающей среде (почве, воде, кормах). Наличие в крови никеля и свинца связано с наличием этих тяжелых металлов в кормовых культурах и кормах хозяйства вследствие техногенного загрязнения.

Вывод. По результатам эксперимента в производственных условиях установлена биологическая активность гуминовых веществ кормовой добавки «Гувитан» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотой, способствующая нормализации минерального обмена коров. Определено влияние добавки «Гувитан» и органических кислот на снижение содержания никеля в крови и молоке коров, содержащихся в условиях биогеохимической зоны региона. У коров второй опытной группы, которым давали «Гувитан» и аскорбиновую кислоту, на 30-й день эксперимента уровень никеля в крови уменьшился на 71,43 % ($P < 0,05$), в отличие от коров первой группы, у которых содержание никеля уменьшилось на 44,82 % ($P < 0,05$) и коров третьей группы, где снижение было на 33,78 % ($P < 0,05$). Также установлено, что дача дойным коровам кормовой добавки «Гувитан» в сочетании с аскорбиновой кислотой способствует достоверному снижению концентрации никеля в пробах молока. Полученные данные позволяют рекомендовать в экологически неблагоприятных зонах с избытком никеля в кормах применение дойным коровам ежедневно в течение месяца (30 дней) кормовой добавки «Гувитан» в смеси с концентратами из расчета раствора препарата 0,5 мл/кг живой массы тела, дополнительно им ежедневно в этот период дают аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела.

Список используемой литературы

1. Гизатуллина Ф.Г. Естественная резистентность крупного рогатого скота в условиях Южного Урала: монография. / Ф.Г. Гизатуллина, Ж.С. Рыбьянова. – Челябинск, 2020. – 208 с. – Текст: непосредственный.
2. Эффективное применение гуминовых препаратов (на основе гуматов) в животноводстве и ветеринарии. / Б.Т. Ермагамбет, Е.В. Кухар, Н.У. Нурғалиев [и др.]. – Текст: непосредственный. // Достижения науки и образования. – 2016. – № 10 (11). – С. 16–19.
3. Полуянова И.Е. Биологическая активность гуминовых веществ, получаемых из торфа, и возможности их использования в лечебной практике. / И.Е. Полуянова. – Текст: непосредственный. // Медицинские новости. – 2017. – № 7. – С. 62–65.
4. Лободин К.А. Лигфол для коррекции воспроизводительной функции коров. / К.А. Лободин, А.Г. Нежданов, В.С. Бузлама. – Текст: непосредственный. // Ветеринария. – 2006. – № 3. – С. 39–44.
5. Степченко Л.М. Роль гуминовых препаратов в управлении обменными процессами при формировании биологической продукции сельскохозяйственных животных. / Л.М. Степченко. – Текст: непосредственный.

- ный. // Сб. Достижения и перспективы использования гуминовых веществ в сельском хозяйстве. – Днепрпетровск, 2008. – С. 70–74.
6. Лыч А.М. Сорбция ионов стронция и свинца на торфе и гуминовых кислотах. / А.М. Лыч, Т.И. Липская, Н.Е. Сосновская. – Текст: непосредственный. // Физикохимия торфа и сапропеля, проблема их переработки и комплекс использования: Сб. науч. тр. – Тверь, 1994. – Ч. 2. – С. 38–39.
 7. Кулешов С.М. О влиянии гумата натрия на организм и возможности применения его в животноводстве. / С.М. Кулешов, Ю. Б. Соловьев, Т.Г. Кулешова. – Текст: непосредственный. // Болезни животных и меры борьбы с ними: Сб. науч. тр. – Владивосток, 1991. – С. 105–109.
 8. Mercik S., Kubic I. Chelatowanie metali ciescich przez kwasy hu-mosove oraz wplyw torfii na pobieranie Zn, Pb i Cd przez rosliny // Wegiel brunatny w rolnictwie i ochronie srodowiska. – Warszawa, 1995. – P. 19–30.
 9. Сорбционные свойства и модификация торфяных гуминовых кислот. / И.А. Кузнецова, К.Г. Боголицын, Т.А. Бойцова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Arctic Environmental Research. – 2013. – № 1. – С. 37–42.
 10. Куркин Е.В. Молочная продуктивность коров и интенсивность роста телят при включении в рацион гумата натрия и фосфолипидов подсолнечника: специальность 06.02.04 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Куркин Евгений Владимирович; Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 2005. – 23 с. – Текст: непосредственный.
 11. Сафина Э.Ф. Влияние кормовой добавки «Гувитан-С» на минеральный обмен коров в условиях биогеохимической провинции. / Э.Ф. Сафина, Ф.Г. Гизатуллина, И. А. Гизатуллин. – Текст: непосредственный. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Том 210, № 2. – С. 200–205.
 12. Безуглова О.С. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор). / О.С. Безуглова, В.Е. Зинченко. – Текст: непосредственный. // Достижения науки и техники АПК. 2016. – Т. 30, № 2. – С. 89–93.
 13. Смирнов Н.Г. Содержание тяжелых металлов в почве, воде и кормах в СХП «Колхоз Карсы». / Н.Г. Смирнов, Ф.Г. Гизатуллина. – Текст: непосредственный // Достижения науки – агропромышленному комплексу: инновации в развитии зоотехнии и ветеринарии : материалы межд. научно-практ. конф. Института ветеринарной медицины, Института агроэкологии (Троицк, Миасское, 2024) / под ред. С. Д. Шепелёва. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2024. – С. 32–39.
 14. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. / [И.П. Кондрахин и др.]; под общ. ред. И.П. Кондрахина. – Москва: КолосС, 2004 (ГУП Смол. обл. тип. им. В.И. Смирнова). – 519 с. – Текст: непосредственный.
 15. Грибовский Г.П. Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале: монография. / Г.П. Грибовский. – Челябинск, 1996. 224 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Gizatullina F.G. Estestvennaya rezistentnost' krupnogo rogatogo skota v usloviyax Yuzhnogo Urala: monografiya. / F.G. Gizatullina, Zh.S. Ry'b'yanova. – Chelyabinsk, 2020. – 208 s. – Текст: neposredstvenny`j.
2. E`ffektivnoe primeneniye guminovy`x preparatov (na osnove gumatov) v zhivotnovodstve i veterinarii. / V.T. Ermagambet, E.V. Kuxar, N.U. Nurgaliev [i dr.]. – Текст: neposredstvenny`j. // Dostizheniya nauki i obrazovaniya. – 2016. – №. 10 (11). – S. 16–19.
3. Poluyanova I.E. Biologicheskaya aktivnost` guminovy`x veshhestv, poluchaemy`x iz torfa, i vozmozhnosti ix ispol`zovaniya v lechebnoy praktike. / I.E. Poluyanova. – Текст: neposredstvenny`j. // Medicinskie novosti. – 2017. – № 7. – S. 62–65.
4. Lobodin K.A. Ligfol dlya korrekcii vosproizvoditel`noy funkcii korov. / K.A. Lobodin, A.G. Nezhdanov, V.S. Buzlama. – Текст: neposredstvenny`j. // Veterinariya. – 2006. – № 3. – S. 39–44.
5. Stepchenko L.M. Rol` guminovy`x preparatov v upravlenii obmenny`mi processami pri formirovanii biologicheskoy produkcii sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / L.M. Stepchenko. – Текст: neposredstvenny`j. // Sb. Dostizheniya i perspektivy` ispol`zovaniya guminovy`x veshhestv v sel`skom khozyajstve. – Dnepropetrovsk, 2008. – S. 70–74.
6. Ly`ch A.M. Sorbciya ionov stronciya i svincza na torfe i guminovy`x kislotax. / A.M. Ly`ch, T.I. Lipskaya, N.E. Sosnovskaya. – Текст: neposredstvenny`j. // Fizikoximiya torfa i sapropelya, problema ix pererabotki i kompleks ispol`zovaniya: Sb. nauch. tr. – Tver`, 1994. – Ch. 2. – S. 38–39.

Ветеринария и зоотехния

7. Kuleshov S.M. O vliyaniy gumata natriya na organizm i vozmozhnosti primeneniya ego v zhivotnovodstve. / S.M. Kuleshov, Yu. B. Solov`ev, T.G. Kuleshova. – Tekst: neposredstvenny`j. // Bolezni zhivotny`x i mery` bor`by` s nimi: Sb. nauch. tr. – Vladivostok, 1991. – S. 105–109.
8. Mercik S., Kubic I. Chelatovanie metali ciesticih przez kwasy hu-mosove oraz wpliw torfii na pobieranie Zn, Pb i Cd przez rosliny // Wegiel brunatny w rolnictwie i ochronie srodowiska. – Warszawa, 1995. – P. 19–30.
9. Sorbcionny`e svojstva i modifikaciya torfyany`x guminovy`x kislot. / I.A. Kuzneczova, K.G. Bogolicyn, T.A. Bojczova [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Arctic Environmental Research. – 2013. – № 1. – S. 37–42.
10. Kurkin E.V. Molochnaya produktivnost` korov i intensivnost` rosta telyat pri vklyuchenii v racion gumata natriya i fosfolipidov podsolnechnika: special`nost` 06.02.04 «Chastnaya zootexniya, tehnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva» avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel`skoxozyajstvenny`x nauk / Kurkin Evgenij Vladimirovich; Voronezh. gos. agrar. un-t im. K.D. Glinki. – Voronezh, 2005. – 23 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
11. Safina E`.F. Vliyanie kormovoj dobavki «Guvitan-S» na mineral`ny`j obmen korov v usloviyax biogeoximicheskoy provincii. / E`.F. Safina, F.G. Gizatullina, I. . Gizatullin. – Tekst: neposredstvenny`j. // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N. E`. Baumana. – 2012. – Tom 210, № 2. – S. 200–205.
12. Bezuglova O.S. Primenenie guminovy`x preparatov v zhivotnovodstve (obzor). / O.S. Bezuglova, V.E. Zinchenko. – Tekst: neposredstvenny`j. // Dostizheniya nauki i texniki APK. 2016. – T. 30, № 2. – S. 89–93.
13. Smirnov N.G. Soderzhanie tyazhely`x metallov v pochve, vode i kormax v SXP «Kolxoz Karsy`». / N.G. Smirnov, F.G. Gizatullina. – Tekst: neposredstvenny`j // Dostizheniya nauki – agropromy`shlennomu kompleksu: innovacii v razvitii zootexnii i veterinarii : materialy` mezhd. nauchno-prakt. konf. Instituta veterinarnoj mediciny`, Instituta agroekologii (Troiczsk, Miasskoe, 2024) / pod red. S. D. Shepelyova. – Chelyabinsk: FGBOU VO Yuzhno-Ural`skij GAU, 2024. – S. 32–39.
14. Metody` veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: spravochnik. / [I.P. Kondraxon i dr.]; pod obshh. red. I.P. Kondraxina. – Moskva: KolosS, 2004 (GUP Smol. obl. tip. im. V.I. Smirnova). – 519 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
15. Gribovskij G.P. Veterinarno-sanitarnaya ocenka osnovny`x zagryaznitelej okruzhayushhej sredy` na Yuzhnom Urale: monografiya. / G.P. Gribovskij. – Chelyabinsk, 1996. 224 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ВИРУСНОЙ ЛЕЙКЕМИИ КОШЕК В УСЛОВИЯХ Г. САРАТОВА

Копчекчи К.А., ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Зирук И.В., ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Копчекчи М.Е., ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Возбудителем вирусной лейкемии кошек является ретровирус (FeLV), подавляющий иммунную систему и повышающий риск вторичных заболеваний, включая онкологические. В данной статье, на базе ветеринарной клиники доктора Анникова (г. Саратов), описан клинический случай прогрессирующей формы вирусной лейкемии с неврологическими проявлениями. Для уточнения причин развившегося паралича тазовых конечностей были проведены эхокардиография и МРТ груднопоясничного отдела позвоночника. Обследование выявило множественные новообразования: в области сердца, спинного мозга, а также в других органах. Клинико-лабораторное и инструментальное исследования данного животного позволили установить единую этиологию системного заболевания. С помощью ПЦР-диагностики была верифицирована прогрессирующая форма вируса лейкемии кошек (FeLV). Выявленные гематологические и биохимические нарушения явились типичными проявлениями данной инфекции. Цитологическое исследование подтвердило онкологическую природу процесса, верифицировав лимфоцитарную лимфому как типичное осложнение FeLV-инфекции. Компрессия спинного мозга опухолевыми массами стала причиной неврологического дефицита. Настоящее наблюдение подчеркивает ключевую роль своевременной диагностики данного заболевания, что является критически важным для определения прогноза и тактики ведения пациента.

Ключевые слова: вирусная лейкемия, лейкоз, кошки, лимфома, онкология нервной системы.

Для цитирования: Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е. Клинический случай вирусной лейкемии кошек в условиях г. Саратова // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 66–72.

Исследования проводятся в рамках научно-исследовательской работы аспиранта.

Актуальность. Вирусная лейкемия кошек (ВЛК, FeLV) представляет собой инфекционное заболевание, вызываемое онкогенным ретровирусом, который оказывает комплексное воздействие на организм хозяина. Патогенез болезни характеризуется преимущественным поражением кроветворной и иммунной систем, что клинически проявляется развитием анемии, лейкопении и выраженной иммуносупрессии [2, 3].

Важной особенностью FeLV является его способность индуцировать злокачественную трансформацию клеток, приводя к развитию различных неоплазий, в первую очередь лимфопролиферативных заболеваний, а в редких случаях – опухолей нервной и костной систем. Течение инфекции может варьировать от острой и подострой до хронической и латентной форм, что наряду с неспецифичностью ранних клинических признаков создает значительные диагностические сложности. Зачастую обращение за ветеринарной помощью происходит на стадии выраженных системных проявлений или развития вторичных осложнений.

Ветеринария и зоотехния

Современная диагностика ВЛК носит комплексный характер. «Золотым стандартом» для подтверждения инфекции и определения её стадии служит полимеразная цепная реакция (ПЦР), позволяющая детектировать провирусную ДНК (маркер носительства) или вирусную РНК (маркер прогрессирующей репликации) [7, 8].

Вспомогательную роль играют методы иммунохроматографического (ИХА) и иммуноферментного (ИФА) анализа. Обязательными компонентами обследования являются клинический и биохимический анализы крови, которые выявляют характерные для FeLV изменения: нерегенеративную анемию, лейкопению, тромбоцитопению, а также повышение активности печеночных ферментов и билирубина, обусловленные вторичными поражениями органов. Инструментальная диагностика (УЗИ, рентгенография грудной и брюшной полостей) направлена на выявление лимфаденопатии, спленомегалии, гепатомегалии, свободной жидкости или неопластических образований [6]. В случаях неврологического дефицита для визуализации опухолевых поражений головного или спинного мозга применяется магнитно-резонансная томография (МРТ).

Цель работы: рассмотреть и изучить особенности вирусной лейкемии кошек в условиях ветеринарной клиники г. Саратова.

Материалы и методы исследований. В ветеринарную клинику доктора Анникова г. Саратова был доставлен кот породы мейн-кун, возрастом 4 года 5 месяцев. Владельцы обратились со следующими жалобами: анорексия, адинамия, желтушность слизистых оболочек, потеря в весе, шаткость походки, тусклость шерстного покрова. Первичный клинический осмотр включал термометрию, пальпацию периферических лимфоузлов и органов брюшной полости, оценку состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Для проведения комплексного лабораторного обследования в условиях клиники был произведен забор крови из вены предплечья, с целью проведения клинического и биохимического анализов крови, ПЦР диагностики вирусных инфекций.

Развитие у животного выраженного неврологического дефицита в виде паралича тазовых конечностей потребовало проведения расширенной инструментальной диагностики, включавшей неврологический осмотр, эхокардиографию (ЭхоКГ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) грудно-поясничного отдела позвоночника, и последующее цитологическое исследование полученного биологического материала.

Для проведения МРТ исследования, владельцы пациента были направлены в стороннюю клинику. МРТ-исследование было выполнено на высокопольном аппарате с последующей трехпланарной реконструкцией изображений, что позволило детально оценить структуру спинного мозга, позвоночного канала, паравертебральных мягких тканей и состояние паренхиматозных органов в зоне визуализации.

Результаты исследования. Результаты проведенного нами клинического анализа крови представлены в таблице 1.

Концентрация лейкоцитов составила $4,0 \pm 0,87 \times 10^3/\text{л}$, что ниже физиологической нормы на 27,3 % и свидетельствует о лейкопении. Более выраженные отклонения зафиксированы в эритроидном ростке: количество эритроцитов снижено до $3,7 \pm 0,54 \times 10^6/\text{л}$ (отклонение от нижней границы нормы на 33,9 %), а уровень гемоглобина составил $79,0 \pm 7,32$ г/л, что на 39,2 % ниже минимального референсного значения, диагностируя тяжелую анемию. Параллельно выявлена тромбоцитопения ($99,0 \pm 8,65 \times 10^9/\text{л}$).

В таблице 2 представлены результаты биохимического анализа крови. Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) составила $212,9 \pm 10,81$ Ед/л, что превышает верхнюю границу физиологической нормы на 169 %. Уровень аспартатаминотрансферазы (АСТ) повышен до $92,0 \pm 8,53$ Ед/л, что на 56 % выше референсного значения. Рассчитанный коэффициент Де Ритиса (АСТ/АЛТ) составил 0,4 при норме 0,5–1,5, что характерно для первичного поражения гепатоцитов. Параллельно выявлен синдром холестаза: концентрация прямого билирубина достигла 6,0 мкмоль/л, что на 9 % превышает верхний предел нормы. Также диагностированы дефицитные состояния: уровень магния снижен до 0,7 ммоль/л, а концентрация сывороточного железа составила $15,0 \pm 1,43$ мкмоль/л, что на 25 % ниже минимального референсного значения.

Таблица 1 – Результаты клинического анализа крови

Показатели, ед. измерения	Референсные значения	Результат
Лейкоциты (WBC), $\times 10^3/\text{л}$	5,5–19,5	4,0 \pm 0,87
Эритроциты (RBC), $\times 10^6/\text{л}$	5,6–8,0	3,7 \pm 0,54
Гемоглобин (HGB), Г/л	130–180	79,0 \pm 7,32
Гематокрит (HCT), %	38,0–55,0	31,0 \pm 2,43
Средний объём эритроцита (MCV), fL	60,0–75,0	88,7 \pm 7,64
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), Pg	21,0–27,0	22,5 \pm 1,86
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), Г/л	330–380	254,0 \pm 12,83
Показатель анизоцитоза эритроцитов (RDW), %	11,9–16,0	15,0 \pm 1,11
Тромбоциты (PLT), $\times 10^9/\text{л}$	100–514	99,0 \pm 8,65
Тромбокрит (PCT), %	0,1–0,5	0,07 \pm 0,01
Средний объём тромбоцитов (MPV), fL	5–11,8	7,7 \pm 1,13
Ширина распределения тромбоцитов по объёму (PDW), %	10–18	19,8 \pm 1,87

Таблица 2 – Результаты биохимического анализа крови

Показатели, ед. измерения	Референсные значения	Результат
АЛТ (Ед/л)	19–79	212,9 \pm 10,81
АСТ (Ед/л)	9–59	92,0 \pm 8,53
Альбумин (г/л)	25–37	30,6 \pm 4,51
Амилаза (Ед/л)	280–942	809,0 \pm 17,89
Билирубин общий (мкмоль/л)	1.0–18.0	10,9 \pm 1,11
Билирубин прямой (мкмоль/л)	0.01–5.5	6,0 \pm 0,76
Гамма-ГТ (Ед/л)	1–8	4,0 \pm 0,43
Глюкоза (ммоль/л)	2.5–6.3	4,5 \pm 0,67
Креатинин (мкмоль/л)	68–160	119,9 \pm 11,32
Креатинкиназа (КФК) (Ед/л)	0–485	51,0 \pm 4,76
ЛДГ (Ед/л)	55–1000	431,5 \pm 32,65
Мочевая кислота (мкмоль/л)	0–150	50,0 \pm 3,76
Мочевина (ммоль/л)	2.0–10.0	5,3 \pm 0,87
Общий белок (г/л)	54–77	74,2 \pm 7,65
Триглицериды (ммоль/л)	0.4–1.1	0,9 \pm 0,87
Щелочная фосфатаза (Ед/л)	15–130	94,0 \pm 8,93
Глобулины (г/л)	26–46	43,6 \pm 4,52
Альбумин-глобулин коэфф.	0.7–2.0	0,7 \pm 0,63
Коэффициент Де Ритиса	0.5–1.5	0,4 \pm 0,01
Билирубин непрямой	1.5–17.0	4,9 \pm 0,84
Железо (мкмоль/л)	20–30	15,0 \pm 1,43
Липаза (Ед/л)	10–85	86,0 \pm 6,32
Магний (ммоль/л)	0.9–1.6	0,7 \pm 0,03

Ветеринария и зоотехния

продолжение Таблицы 2

Фосфор (ммоль/л)	1.1–2.3	1,83±0,54
Холестерин (ммоль/л)	1.6–5.7	3,35±0,87
Калий (ммоль/л)	4.1–5.4	4,54±0,96
Натрий (ммоль/л)	133–143	136,3±10,21
Хлор (ммоль/л)	91–130	106,4±9,74
Кальций связанный	0.5–2.0	0,85±0,76
Кальций ионизированный (ммоль/л)	0.5–2.0	1,08±0,89
Кальций общий (ммоль/л)	1.0–4.0	1,9±0,84
pH(37C)	7.35–7.95	7,4±0,99

По результатам ПЦР-диагностики был установлен окончательный диагноз: прогрессирующая форма вируса лейкемии кошек.

Таблица 3 – Результаты ПЦР-диагностики

Тест	Результат
Иммунодефицит вирусный (ДНК, РНК FIV)	Не обнаружено
Лейкемия вирусная (ДНК, РНК вируса FELV)	Обнаружено
Гемобартонеллез 1 тип (ДНК <i>Haemobartonella s</i>)	Не обнаружено
Гемобартонеллез 2 тип (ДНК <i>Haemobartonella s</i>)	Не обнаружено

Установление основного диагноза объяснило системные проявления заболевания, однако на фоне проводимой поддерживающей терапии у животного отмечалось прогрессирование неврологического дефицита: шаткость походки перешла в паралич задних конечностей. Неврологический осмотр выявил неврологический дефицит 2-й степени при сохраненной чувствительности.

Для уточнения причин неврологических нарушений были проведены эхокардиография (ЭхоКГ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) груднопоясничного отдела.

Результаты ЭхоКГ показали сохраненную геометрию камер сердца и систолическую функцию, отсутствие значимой клапанной недостаточности и признаков застоя. Были выявлены начальная гипертрофия и уплотнение задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ), а также новообразование на свободной стенке правого желудочка (ПЖ) со следовым количеством жидкости в полости перикарда. Врожденные патологии не обнаружены. На основании данных ЭхоКГ был поставлен предварительный диагноз: ГКМП-фенотип ACVIM B1, а окончательный кардиологический диагноз сформулирован как новообразование (н/о) свободной стенки правого желудочка.

Выявление кардиального новообразования, часто ассоциированного с лимфопролиферативными процессами при FeLV-инфекции, определило необходимость дальнейшей оценки состояния центральной нервной системы и других органов.

Результаты МРТ выявили системный неопластический процесс. Были обнаружены множественные новообразования спинномозговых корешков, оболочек и спинного мозга на уровнях Th7, Th8-Th11, Th13-L2, вызывающие выраженную компрессию спинного мозга и сужение позвоночного канала до 2/3, что явилось прямой причиной паралича. Параллельно диагностированы новообразования мышц на уровне Th12-Th13 билатерально и новообразование левого добавочного подмышечного лимфатического узла. При обзорном исследовании легких обнаружены множественные новообразования, интерпретированные как метастазы. Также визуализированы отдельные образования в мягких тканях: в груднопоясничной фасции и подкожно-жировой клетчатке слева овальной формы размером 11,0×7,6×5,3 мм и в длиннейшей мышце груди справа веретенообразной формы размером до 11,2×7,3×8,2 мм.

На снимках МРТ новообразования визуализируются на уровне позвонков Th9-11 и Th13-L1 в сагиттальной проекции (рис. 1). В аксиальной проекции новообразования видны на уровнях Th7, Th10, Th13-L1 (рис. 2, 3, 4). Также получено изображение новообразования спинного мозга и его оболочек в фронтальной проекции (рис. 5).

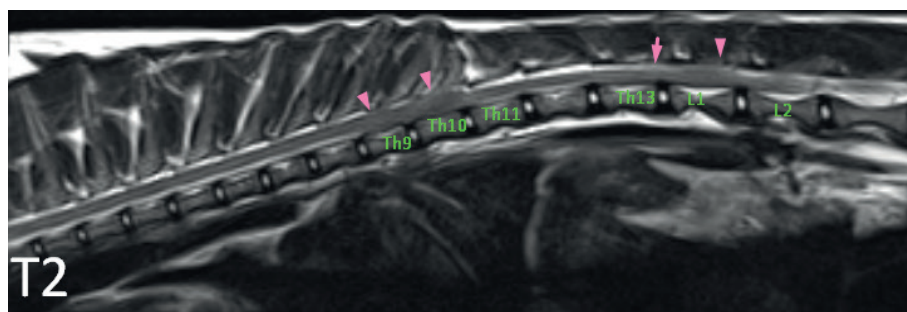


Рисунок 1 – Сагиттальная проекция

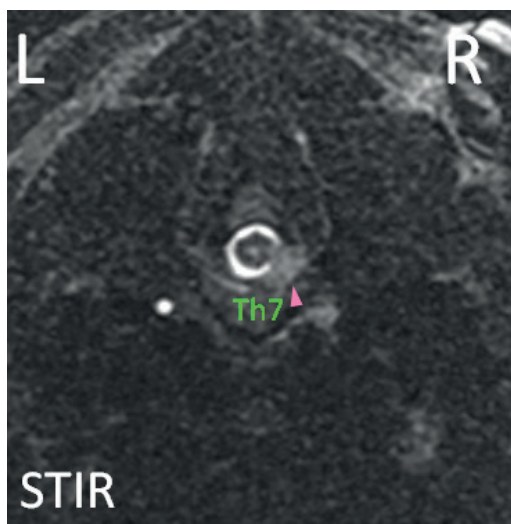


Рисунок 2 – Аксиальная проекция позвонка Th7

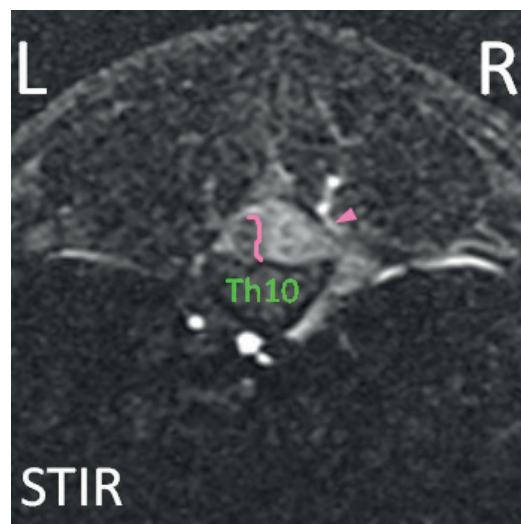


Рисунок 3 – Аксиальная проекция позвонка Th10

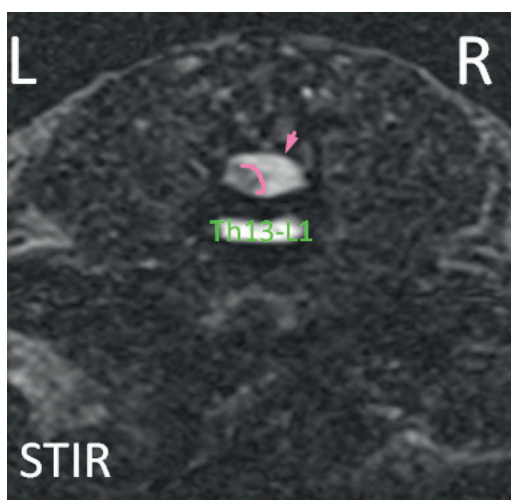


Рисунок 4 – Аксиальная проекция позвонка Th13-L1

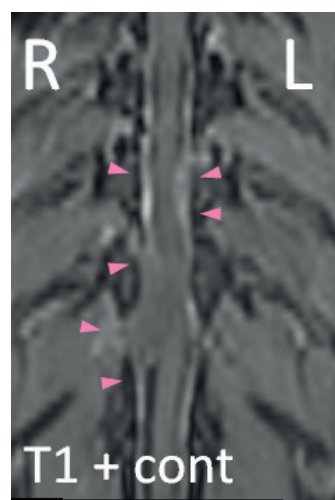
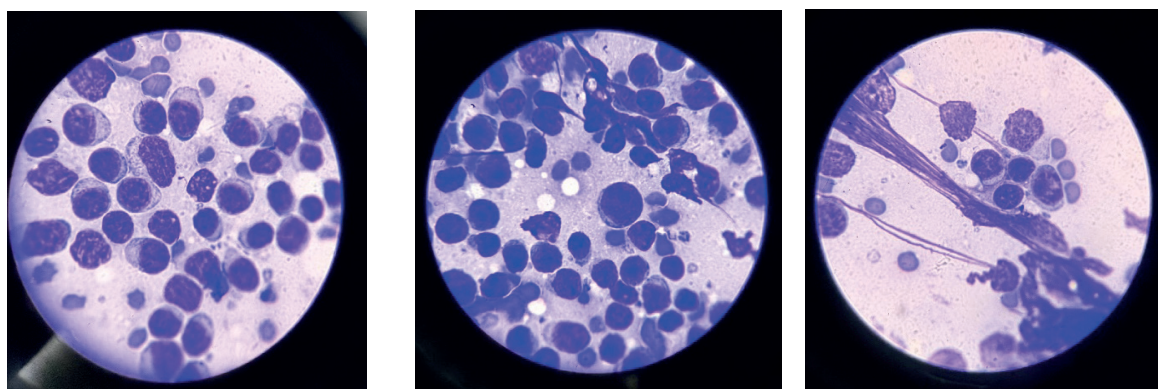


Рисунок 5 – Фронтальная проекция

Ветеринария и зоотехния

Для морфологической верификации характера системного неопластического процесса была выполнена тонкоигольная аспирационная биопсия под контролем УЗИ, был произведен забор материала из левого добавочного подмышечного лимфатического узла. При цитологическом исследовании отмечали: разрозненное положение клеток, свободно лежащих друг от друга, в умеренном количестве; клетки округлой или овальной формы, крупных размеров; цитоплазма занимает минимальную часть лимфоидных клеток, ядро большую часть (80–90 %), ядро смещено чаще к одному полюсу или имеет неправильную форму и в виде долек, присущей малым лимфоцитам, которые содержат 3–5 ядрышек в них, анизоцитоз/анизокариоз выражен. Цитологический диагноз: лимфоцитарная лимфома (рис. 6–8).



Рисунки 6–8 – Цитологическая картина лимфоцитарной лимфомы (ув.100/1,25 Oil)

Таким образом, комплексное обследование, инициированное неспецифическими симптомами, позволило диагностировать прогрессирующую форму вирусной лейкемии кошек (FeLV) с системными проявлениями, включающими панцитопению, гепатопатию и диссеминированный неопластический процесс. МРТ-картина с множественными поражениями спинного мозга, нервных корешков, мягких тканей и лимфоузлов наиболее характерна для лимфомы, что является частым онкологическим осложнением FeLV-инфекции, что подтвердилось благодаря результатам цитологического исследования.

Заключение. Комплексное клинично-лабораторное и инструментальное исследование данного животного позволило установить единую этиологию системного заболевания. С помощью ПЦР-диагностики была верифицирована прогрессирующая форма вируса лейкемии кошек (FeLV). Выявленные гематологические и биохимические нарушения явились типичными проявлениями данной инфекции. При этом развитие паралича тазовых конечностей было связано не с первичным вирусным поражением нервной системы, а с диссеминированным неопластическим процессом. На основании данных ЭхоКГ и МРТ были обнаружены множественные новообразования в сердце, структурах спинного мозга, мягких тканях, лимфоузле и легких. Окончательная морфологическая верификация в виде цитологического исследования позволила окончательный диагноз – лимфоцитарная лимфома.

Список используемой литературы

1. Abdollahi-Pirbazari M. Comparative measurement of FeLV load in hemolymphatic tissues of cats with hematologic cytopenias. / M. Abdollahi-Pirbazari, S. Jamshidi, S.M. Nassiri, M. Zamani-Ahmadm Mahmudi. – Text: direct. // BMC Veterinary Research. – 2019. – Vol. 15, № 1. – P. 460.
2. Ahmad S. The frequency of occurrence and nature of recombinant feline leukemia viruses in the induction of multicentric lymphoma by infection of the domestic cat with FeLV-945. / S. Ahmad, L.S. Levy. – Text: direct. // Virology. – 2010. – Vol. 402, № 2. – P. 103–110.
3. Beall M.J. Feline leukemia virus p27 antigen concentration and proviral DNA load are associated with survival in naturally infected cats. / M.J. Beall, J. Buch, G. Clark, et al. – Text: direct. // Viruses. – 2021. – Vol. 13, № 2. – P. 302.

4. Beatty J. Viral causes of feline lymphoma: retroviruses and below. / J. Beatty. – Text: direct. // The Veterinary Journal. – 2014. – Vol. 201, № 2. – P. 174–180.
5. Barr M.C. Interpretation and misinterpretation of serological test results. / M.C. Barr, F.V. Fil. – Text: direct. // Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal). – 1996. – Vol. 11, № 3. – P. 144–153.
6. Бажибина Е.Б. Лейкемия и иммунодефицит – скрытые вирусные инфекции кошек. / Е.Б. Бажибина, Ю.Б. Соколова. – Текст: непосредственный. // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние животные. – 2010. – № 1. – С. 14–17.
7. Anderson L.J. Feline leukemia-virus infection of kittens: mortality associated with atrophy of the thymus and lymphoid depletion. / L.J. Anderson, W. F. H. Jarrett, O. Jarrett, H.M. Laird. – Text: direct. // Journal of the National Cancer Institute. – 1971. – Vol. 47, № 4. – P. 807–817.
8. Babyak S.D. Evaluation of a saliva test kit for feline leukemia virus antigen. / S.D. Babyak, M.G. Groves, D.S. Dimski. – Text: direct. // Journal of the American Animal Hospital Association. – 1996. – Vol. 32, № 5. – P. 397–400.
9. Золототрубов А.П. Липиды в комплексной терапии ретровирусных инфекций кошек. / А.П. Золототрубов, Д.В. Федосов, Н.Г. Макеев. – Текст: непосредственный. // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2008. – № 2. – С. 23–25. – EDN JUONBH.
10. Hofmann-Lehmann R. Feline leukaemia virus infection: A practical approach to diagnosis. / R. Hofmann-Lehmann et al. – Text: direct. // Journal of Feline Medicine and Surgery. – 2020. – Vol. 22 (9). – P. 831–846.

References

1. Абдоллахи-Пирбазари М. Сравнительное измерение ФелВ лод и гемолумпатис тиссуес оф сатс with гематологис цытопениас. / М. Абдоллахи-Пирбазари, С. Йамшиди, С.М. Нассири, М. Замани-Ахмадмамуди. – Текст: директ. // BMC Ветеринару Ресеарч. – 2019. – Vol. 15, № 1. – П. 460.
2. Ахмад С. The фрекуенцы оф оссуренце анд натуре оф ресомбинант фелине леукемия вирусес ин the индустрион оф мултицентрис лумпхома бу инфестион оф the доместис сатс with ФелВ-945. / С. Ахмад, Л.С. Леву. – Текст: директ. // Вирологу. – 2010. – Vol. 402, № 2. – П. 103–110.
3. Беалл М.Й. Фелине леукемия вирус p27 антиген сонцентрацион анд провирал ДНА лод аре ассоциатед with сурвивал ин натураллу инфестед сатс. / М.Й. Беалл, Й. Буч, Г. Сларк, ет ал. – Текст: директ. // Вирусес. – 2021. – Vol. 13, № 2. – П. 302.
4. Беатту Й. Вирус саусес оф фелине лумпхома: ретровирусес анд белов. / Й. Беатту. – Текст: директ. // The Ветеринару Йоурнал. – 2014. – Vol. 201, № 2. – П. 174–180.
5. Барр М.С. Интерпретатион анд мисинтерпретатион оф серологисал тест ресултс. / М.С. Барр, Ф.В. Фил. – Текст: директ. // Семинарс ин Ветеринару Медицине анд Сургеру (Смалл Анимал). – 1996. – Vol. 11, № 3. – П. 144–153.
6. Бажибина Е.Б. Лейкемия и иммунодефицит – скрытые вирусные инфекции кошек. / Е.Б. Бажибина, Ю.Б. Соколова. – Текст: непосредственный. // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние животные. – 2010. – № 1. – С. 14–17.
7. Андерсон Л.Й. Фелине леукемия-вирус инфестион оф киттенс: морталиту ассоциатед with атропху оф the тхумус анд лумпхоид деплетион. / Л.Й. Андерсон, W. Ф. Н. Йарретт, О. Йарретт, Н.М. Лаирд. – Текст: директ. // Йоурнал оф the Натионал Санцер Институте. – 1971. – Vol. 47, № 4. – П. 807–817.
8. Бабяк С.Д. Евалуатион оф а салива тест кит фор фелине леукемия вирус антиген. / С.Д. Бабяк, М.Г. Гровес, Д.С. Димски. – Текст: директ. // Йоурнал оф the Америсан Анимал Носпитал Ассоциатион. – 1996. – Vol. 32, № 5. – П. 397–400.
9. Золототрубов А.П. Липиды в комплексной терапии ретровирусных инфекций кошек. / А.П. Золототрубов, Д.В. Федосов, Н.Г. Макеев. – Текст: непосредственный. // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2008. – № 2. – С. 23–25. – ЕДН ЙУОНБН.
10. Нофманн-Лехманн Р. Фелине леукемия вирус инфестион: А прастисал аппроач то диагносис. / Р. Нофманн-Лехманн ет ал. – Текст: директ. // Йоурнал оф Фелине Медицине анд Сургеру. – 2020. – Vol. 22 (9). – П. 831–846.

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОЙ ИНЪЕКЦИОННОЙ ФОРМЫ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОГО ПРЕПАРАТА

Козлов С.В., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Строгов В.В., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Мариничева М.П., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Древко Я.Б., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Манаенкова Ю.В., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Денисова Н.И., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

Шелковая А.А., Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

В статье представлены результаты разработки и доклинической оценки нового комплексного инъекционного гепатопротекторного препарата для применения в животноводстве. Актуальность исследования обусловлена высокой распространённостью гепатозов при промышленном разведении сельскохозяйственных животных, достигающей 30–60 % поголовья и приводящей к существенным экономическим потерям вследствие снижения продуктивности, ухудшения качества продукции и выбраковки печени. В качестве действующих компонентов препарата использованы орнитин, берберин, метилурацил и наночастицы селена, обладающие выраженными гепатопротекторными, метаболическими, антиоксидантными, противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами. Целью была разработка инъекционной формы комплексного гепатопротекторного средства, а также оценка его стабильности и острой токсичности. Для этого была сконструирована лекарственная форма с использованием методов стерильной подготовки, механического измельчения и гомогенизации действующих веществ. Стабильность препарата оценивалась методом ускоренного старения при воздействии повышенной температуры (+60 °С) и относительной влажности 75 % в течение 60 суток. Установлено, что исследуемые образцы сохраняли однородную структуру, физические свойства, не претерпевали изменений внешнего вида. Острая токсичность препарата изучалась на белых нелинейных мышах в соответствии с требованиями ГОСТ 32644–2014 при внутрибрюшинном введении в дозах от 1000 до 5000 мг/кг. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии летальности во всех опытных группах и позволяют отнести препарат к 5-му классу опасности (вещества практически неопасные). Полученные данные подтверждают перспективность разработанного гепатопротекторного препарата для дальнейших исследований и потенциального применения в практике животноводства.

Ключевые слова: гепатобилиарная система, гепатоз, гепатит, токсичные вещества, орнитин, берберин, метилурацил, наночастицы селена.

Для цитирования: Козлов С.В., Строгов В.В., Мариничева М.П., Древко Я.Б., Маненкова Ю.В., Денисова Н.И., Шелковая А.А. Изучение химико-фармацевтических и токсикологических свойств новой инъекционной формы гепатопротекторного препарата // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 73–79.

Актуальность. В условиях промышленного разведения гепатозом страдает около 30–60 % поголовья, что несет большой экономический ущерб. Это связано со снижением молочной продуктивности, ухудшением качества мяса, выбраковки печени [4].

Орнитин – непротеиногенная аминокислота, заменяемая в питании животных, не входящая в состав белков, играет важную роль в биосинтезе мочевины. При введении в организм орнитин проявляет себя в качестве эффективного гепатопротектора [1, 8, 9, 10, 17, 18].

Берберин представляет собой растительный алкалоид. На молекулярном уровне он способствует повышению чувствительности клеток печени к инсулину, что ведет к улучшению метаболических процессов в этом органе и снижению уровня глюкозы в крови. Берберин также способствует более эффективной переработке жиров в печени и уменьшает содержание триглицеридов, что помогает предотвратить возникновение жировой дистрофии [5, 12, 13, 14, 15, 21, 23, 24].

Кроме того, берберин защищает печень от повреждений, вызванных токсинами. Он обладает мощными антиоксидантными свойствами, что позволяет ему нейтрализовать свободные радикалы, наносящие ущерб клеткам печени. Берберин снижает воспалительные процессы в печени, уменьшая уровень цитокинов и других воспалительных медиаторов [3].

Метилурацил активизирует обмен веществ в тканях. Обладает анаболической активностью. Оказывает гемопоэтическое, лейкопоэтическое, иммуностимулирующее, противовоспалительное действие. Нормализует нуклеиновый обмен, ускоряет процессы регенерации, ускоряя рост и грануляционное созревание ткани и эпителизацию (в том числе в быстро пролиферирующих клетках слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта), стимулирует эритро- и лейкопоэз, клеточные и гуморальные факторы иммунитета [6].

Наночастицы селена оказывают положительное влияние на здоровье животных, улучшая их иммунитет, репродуктивную функцию и общее состояние. Они также могут повышать устойчивость к болезням и улучшать метаболизм [2, 7, 11, 16, 19, 20, 22, 25].

Цели и задачи исследования. Целью данного исследования являлась разработка инъекционной формы нового комплексного гепатопротекторного препарата. Исходя из этого, перед нами были поставлены следующие задачи:

- 1) конструирование инъекционной формы гепатопротекторного препарата;
- 2) исследовать стабильность лекарственного препарата, методом ускоренного старения;
- 3) определить острую токсичность нового комплексного гепатопротекторного препарата.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе кафедр «Болезни животных и ВСЭ», «Микробиология и биотехнология», ЦКП «Молекулярная биология» ФГБОУ ВО Вавиловского университета.

На первом этапе нашей работы проводилась подготовка действующих веществ и лабораторной посуды.

Все действующие вещества (орнитин, берберин, метилурацил, наночастицы селена) взвешивались на аналитических весах в соответствии с рецептурой. Лабораторная посуда (флаконы, крышки) проходила стерилизацию в автоклаве и сухожаровом шкафу.

После этого в стерильный флакон помещался орнитин и берберин, закрывался крышкой и ставился на шаровую мельницу с шариками 3 мм на сутки для того, чтобы получился однородный порошок. В другом флаконе таким же методом измельчались наночастицы селена. Затем полученные образцы отделялись от шариков, пересыпались в один флакон, к ним добавлялся метилурацил. Флакон со всеми веществами оставляли на шаровой мельнице на сутки для измельчения и однородного перемешивания. После того как порошок стал однородным, его снимали с мельницы, отделяли препарат от шариков через сито.

Ветеринария и зоотехния

Следующим этапом нами была проведена стабильность лекарственного препарата методом ускоренного старения препарата.

Метод «ускоренного старения» заключается в выдерживании испытуемого лекарственного средства при температурах, превышающих температуру его хранения.

Нами проводилось исследование по ниже представленным показателям:

- 1) влияние температурного фактора;
- 2) воздействие повышенной влажности.

Для опыта по «ускоренному старению» лекарственных средств должен использоваться термостат при температуре +60 °С.

Для изучения воздействия повышенной влажности проба препарата помещалась во влажную камеру со влажностью 75 %.

Затем проводилось определение острой токсичности гепатопротекторного препарата в соответствии с ГОСТ 32644-2014. Нами было сформировано 4 группы белых нелинейных беспородных мышей по 3 головы в каждой (таблица 1).

Таблица 1 – Группы животных для определения острой токсичности

№ группы	Дозировка вводимого препарата
Группа 1	1000 мг/кг
Группа 2	2000 мг/кг
Группа 3	3500 мг/кг
Группа 4	5000 мг/кг

Результаты исследований. Нами был сконструирован опытный образец препарата, в состав которого входили орнитин, берберин, метилуроцил, селен. Полученные образцы были помещены в стерильные флаконы и запечатаны для сохранения стерильности и дальнейшего использования в стрессовых испытаниях для оценки старения лекарственного средства при воздействии температуры и относительной влажности и оценки острой токсичности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Образец гепатопротекторного препарата

В результате стрессовых испытаний, во время которых первый образец находился при температурах 60 °С, второй образец при влажности 75 % в течение 60 дней нами было установлено следующее:

- 1) образцы не поменяли окраса;
- 2) структура образца № 1 не была нарушена;
- 3) образец № 2 при воздействии влажности не терял свою однородную структуру.

Исследование острой токсичности по ГОСТ 32644-2014 проводилось следующим образом. Животным внутривенно вводился препарат в дозах 5000 мг/кг, 3500 мг/кг, 2000 мг/кг и 1000 мг/кг соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Массы опытных животных и вводимая дозировка

№	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4	
	Масса, г	Вводимая доза, 1000 мг/кг	Масса, г	Вводимая доза, 2000 мг/кг	Масса, г	Вводимая доза, 3500 мг/кг	Масса, г	Вводимая доза, 5000 мг/кг
1	23	23	24	48	25	87,5	24	120
2	20	20	24	48	23	80,5	24	120
3	25	25	22	44	25	87,5	24	120

В четвертой группе после введения препарата у животных наблюдалось угнетенное состояние, отказ от корма и воды, учащенное дыхание и признаки интоксикации. На вторые сутки состояние то же, погибших животных не было (таблица 3).

В третьей группе после введения препарата наблюдались угнетенное состояние, учащенное дыхание, отказ от корма. Спустя сутки, у остальных наблюдалось угнетенное состояние, через сутки не погибло ни одно животное. Спустя неделю, после введения препарата признаков интоксикации у животных не наблюдались. По итогу, спустя 14 суток, падежа оставшихся животных не наблюдалось (таблица 3).

Во второй группе после введения препарата наблюдалось угнетенное состояние, учащенное дыхание, данное состояние проявлялось на протяжении недели. Спустя неделю, состояние животных пришло в норму. По итогу, спустя 14 суток, падежа животных не наблюдалось (таблица 3).

В первой группе после введения препарата отмечалось угнетенное состояние, учащенное дыхание, но, спустя двое суток, состояние животных приходило в норму. По итогу, спустя 14 суток, падежа животных не наблюдалось. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные гибели животных при оценке острой токсичности

Сутки	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
7	0	0	0	0
14	0	0	0	0

Исходя из этих данных, токсическое воздействие оказывалось при дозировках от 2000 мг/кг до 5000 мг/кг. Согласно ГОСТ 32644-2014 нами было установлено, что препарат относится к 5-му классу опасности, вещества неопасные.

Заключение. В результате проведенных исследований нами был получен образец комплексного инъекционного гепатопротекторного препарата, который в дальнейшем может быть использован на животноводческих предприятиях с целью лечения заболеваний гепатобилиарной системы. Также было проведено исследование стабильности лекарственного препарата методом ускоренного старения, которое позволило доказать, что препарат не теряет своей стабильности при неблагоприятных воздействиях (высокой температуре и влажности). При проведении острой токсичности согласно

ГОСТ 32644-2014 было установлено, что препарат относится к 5-му классу опасности, вещества неопасные.

Публикация выполнена в ходе проведения поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (№№ 1922025/1024112600036-6-4.3.1).

Список используемой литературы

1. Большая медицинская энциклопедия [Текст] : [в 30 т.] / гл. ред. акад. Б. В. Петровский ; [Акад. мед. наук СССР]. – 3-е изд. – Москва : Сов. энциклопедия, 1974–1989. – Текст: непосредственный.
2. Горшунова С.В. Наночастицы селена как кормовая добавка для сельскохозяйственных животных. / С.В. Горшунова, Я.Б. Древяко. – Текст: непосредственный. // Зыкинские чтения: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора медицинских наук, профессора Леонида Федоровича Зыкина, Саратов, 28 апреля 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 49–53.
3. Китаева М.П. Берберин – биологически активное вещество с цитостатическими свойствами / М.П. Китаева. – Текст: непосредственный. // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: Сборник научных трудов Международной научной конференции, Москва, 17–18 декабря 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», 2020. – С. 385–392. – doi 10.52101/9785870190921_2021_8_385.
4. Козлов С.В. Проведение исследований по оценке кумулятивных свойств нового лекарственного препарата для ветеринарного применения «метилурацил-ри». / С.В. Козлов, Е.С. Козлов, Н.И. Денисова и др. – Текст: непосредственный. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 95–99.
5. Растительные препараты ФГБНУ ВИЛАР на основе алкалоидов: результаты и перспективы. Бензилизохинолины – биологическая активность. / О.Н. Толкачев, С.А. Вичканова, О.П. Шейченко и др. – Текст: непосредственный. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2016. – № 10. – С. 3–14.
6. Хазимухаметова И. Ф. Уровень метаболических процессов у коров при гепатозе / И. Ф. Хазимухаметова. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Урала. – 2003. – № 6 (18). – С. 26–28.
7. Amin K.A. Antioxidant and hepatoprotective efficiency of selenium nanoparticles against acetaminophen-induced hepatic damage. / Amin K. A., Hashem K.S., Alshehri F.S [et al.]. – Text: direct. // Biological trace element research. – 2017. – T. 175. – С. 136–145. doi: 10.1007/s12011-016-0748-6.
8. Butterworth R.F. Effect of L-ornithine L-aspartate for the treatment of hepatic encephalopathy and hyperammonemia in cirrhosis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. / R.F. Butterworth, G. Kircheis, N. Hilger, [et al.]. – Text: direct. // J. Clin Exp Hepatol, 2018. – № 8 (3). – P. 301–313. doi: 10.1016/j.jceh.2018.05.004.
9. Ermolova T. Correction of intrahepatic microcirculation disorders by L-ornithine L-aspartate in chronic liver disease patients. / T. Ermolova, S. Ermolov. – Text: direct. // J Hepatol. 2018. – № 68 (Suppl 1). – S. 585–586.
10. Grungreiff K. Efficacy of L-ornithine L-aspartate granules in chronic liver diseases / K. Grungreiff, J. Lambert-Baumann. – Text: direct. // Medical World. – 2001. – Vol. 52. – P. 219–226.
11. Hamza R.Z. Protective and antioxidant role of selenium nanoparticles and vitamin C against acrylamide induced hepatotoxicity in male mice. / R.Z. Hamza, S.E. AlAl-Motaan, N. Malik. – Text: direct. // Journal Browser – 2019. – № 15(6). – P. 664–674. <https://doi.org/10.3923/ijp.2019.664.674>.
12. Hu X. Berberine is a potential therapeutic agent for metabolic syndrome via brown adipose tissue activation and metabolism regulation. / X. Hu, Z. Yaqi, X. Yuan et al. – Text: direct. // American journal of translational research. – 2018. – T. 10. – №. 11. – P. 3322.
13. Imenshahidi M. Berberis vulgaris and berberine: an update review. / M. Imenshahidi, H. Hosseinzadeh. – Text: direct. // Phytotherapy research. – 2016. – T. 30. – №. 11. – P. 1745–1764.
14. Jantová S. Effect of berberine on proliferation, cell cycle and apoptosis in HeLa and L1210 cells. / S. Jantová, L. Cipák, M. Cernáková, D. Kost'álová. – Text: direct. // Journal of pharmacy and pharmacology. – 2003. – T. 55, №. 8. – P. 1143–1149.

15. Li X.Y. Effect of Berberine on promoting the excretion of cholesterol in high-fat diet-induced hyperlipidemic hamsters. / X.Y. Li, Z.-X. Zhao, M. Huang [et al.]. – Text: direct. // Journal of translational medicine. – 2015. – T. 27, № 13. – P. 278. doi: 10.1186/s12967-015-0629-3.
16. Li W.G. Regional distribution of liver cancer and its relation to selenium levels in Qidong County, China. / W.G. Li, H.M. Gong, J.R. Xie [et al.]. – Text: direct. // Zhonghua Zhong liu za zhi [Chinese Journal of Oncology]. – 1986. – T. 8, №. 4. – P. 262–264.
17. Najmi A.K. Effect of L-ornithine L-aspartate against thioacetamide-induced hepatic damage in rats. / A.K. Najmi, K.K. Pillai, S.N. Pal et al. – Text: direct. // Ind J Pharmacol. – 2010. – № 42. – P. 384–387.
18. Pasha Y. The brain-muscle axis in minimal hepatic encephalopathy (MHE): a placebo-controlled, longitudinal double-blind trial with L-ornithine L-aspartate (LOLA) – preliminary results. / Y. Pasha, R. Leech, I.R. Violante et al. – Text: direct. // J. Clin Exp Hepatol. – 2017. – № 7. – S. 5–6.
19. Qiu Y. Effects of selenium nanoparticles on preventing patulin-induced liver, kidney and gastrointestinal damage. / Y. Qiu, C. Xinlu, C. Zhangxi et al. – Text: direct. // Foods. – 2022. – T. 11, №. 5. – C. 749.
20. Shang N. The functions of selenium and selenoproteins relating to the liver diseases. / N. Shang, X. Wang, Q. Shu et al. – Text: direct. // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2019. – T. 19, №. 4. – P. 1875–1888.
21. Singh N. Toxicological effects of berberine and sanguinarine. / N. Singh, B. Sharma. – Text: direct. // Frontiers in molecular biosciences. – 2018. – T. 5. – P. 21. doi: 10.3389/fmolb.2018.00021.
22. Sun L.H. Response of selenium and selenogenome in immune tissues to LPS-induced inflammatory reactions in pigs. / L.H. Sun, D.-A. Pi, L. Zhao et al. – Text: direct. // Biological trace element research. – 2017. – T. 177. – P. 90–96. doi: 10.1007/s12011-016-0863-4.
23. Wang H. et al. Metformin and berberine, two versatile drugs in treatment of common metabolic diseases. / H. Wang, C. Zhu, Y. Ying et al. – Text: direct. // Oncotarget. – 2017. – T. 9, №. 11. – P. 10135.
24. Wang Y. Update on the benefits and mechanisms of action of the bioactive vegetal alkaloid berberine on lipid metabolism and homeostasis. / Y. Wang, J.A. Zidichouski. – Text: direct. // Cholesterol. – 2018. – № 18. – P. 5–17. doi: 10.1155/2018/7173920.
25. Zhang J. Thioacetamide-induced cirrhosis in selenium-adequate mice displays rapid and persistent abnormality of hepatic selenoenzymes which are mute to selenium supplementation. / J. Zhang, H. Wang, H. Yu. – Text: direct. // Toxicology and applied pharmacology. – 2007. – № 224 (1). – P. 81–88. doi: 10.1016/j.taap.2007.06.013.

References

1. Bol'shaya medicinskaya e`nciklopediya [Tekst] : [v 30 t.] / gl. red. akad. B. V. Petrovskij ; [Akad. med. nauk SSSR]. – 3-e izd. – Moskva : Sov. e`nciklopediya, 1974–1989. – Tekst: neposredstvenny`j.
2. Gorshunova S.V. Nanochasticy selena kak kormovaya dobavka dlya sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / S.V. Gorshunova, Ya.B. Drevko. – Test: neposredstvenny`j. // Zy`kinskie chteniya: Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj pamyati doktora medicinskix nauk, professora Leonida Fedorovicha Zy`kina, Saratov, 28 aprelya 2023 goda. – Saratov: Saratovskij gosudarstvenny`j universitet genetiki, biotexnologii i inzhenerii imeni N.I. Vavilova, 2023. – S. 49–53.
3. Kitaeva M.P. Berberin – biologicheskii aktivnoe veshchestvo s citostaticeskimi svojstvami / M.P. Kitaeva. – Test: neposredstvenny`j. // Sovremennyye tendencii razvitiya tekhnologij zdorov`esberezheniya: Sbornik nauchny`x trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Moskva, 17–18 dekabrya 2020 goda. – Moskva: Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut lekarstvenny`x i aromaticeskix rastenij», 2020. – S. 385–392. – doi 10.52101/9785870190921_2021_8_385.
4. Kozlov S.V. Provedenie issledovanij po ocenke kumulyativny`x svojstv novogo lekarstvennogo preparata dlya veterinarnogo primeneniya «metiluracil-ri». / S.V. Kozlov, E.S. Kozlov, N.I. Denisova [i dr.]. – Test: neposredstvenny`j. // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2024. – № 3. – S. 95–99.
5. Rastitel`ny`e preparaty` FGBNU VILAR na osnove alkaloidov: rezul`taty` i perspektivy`. Benzilizoxinoliny` – biologicheskaya aktivnost`. / O.N. Tolkachev, S.A. Vichkanova, O.P. Shejchenko [i dr.]. – Test: neposredstvenny`j. // Voprosy` biologicheskoy, medicinskoj i farmacevticheskoy ximii. – 2016. – № 10. – S. 3–14.
6. Xazimuxametova I. F. Uroven` metabolicheskix processov u korov pri gepatoze / I. F. Xazimuxametova. – Test: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Urala. – 2003. – № 6(18). – S. 26–28.

7. Amin K.A. Antioxidant and hepatoprotective efficiency of selenium nanoparticles against acetaminophen-induced hepatic damage. / Amin K. A., Hashem K.S., Alshehri F.S [et al.]. – Text: direct. // Biological trace element research. – 2017. – Т. 175. – С. 136–145. doi: 10.1007/s12011-016-0748-6.
8. Butterworth R.F. Effect of L-ornithine L-aspartate for the treatment of hepatic encephalopathy and hyperammonemia in cirrhosis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. / R.F. Butterworth, G. Kircheis, N. Hilger, [et al.]. – Text: direct. // J. Clin Exp Hepatol, 2018. – № 8(3). – P. 301–313. doi: 10.1016/j.jceh.2018.05.004.
9. Ermolova T. Correction of intrahepatic microcirculation disorders by L-ornithine L-aspartate in chronic liver disease patients. / T. Ermolova, S. Ermolov . – Text: direct. // J Hepatol. 2018. – № 68(Suppl 1). – S. 585–586.
10. Grungreiff K. Efficacy of L-ornithine L-aspartate granules in chronic liver diseases / K. Grungreiff, J. Lambert-Baumann. – Text: direct. // Medical World. – 2001. – Vol. 52. – P. 219–226.
11. Hamza R.Z. Protective and antioxidant role of selenium nanoparticles and vitamin C against acrylamide induced hepatotoxicity in male mice. / R.Z. Hamza, S.E. AlAl-Motaan, N. Malik. – Text: direct. // Journal Browser – 2019. – № 15(6). – P. 664–674. <https://doi.org/10.3923/ijp.2019.664.674>.
12. Hu X. Berberine is a potential therapeutic agent for metabolic syndrome via brown adipose tissue activation and metabolism regulation. / X. Hu, Z. Yaqi, X. Yuan [et al.]. – Text: direct. // American journal of translational research. – 2018. – Т. 10. – №. 11. – P. 3322.
13. Imenshahidi M. Berberis vulgaris and berberine: an update review. / M. Imenshahidi, H. Hosseinzadeh. – Text: direct. // Phytotherapy research. – 2016. – Т. 30. – №. 11. – P. 1745–1764.
14. Jantová S. Effect of berberine on proliferation, cell cycle and apoptosis in HeLa and L1210 cells. / S. Jantová, L. Cipák, M. Cernáková, D. Kost'álová. – Text: direct. // Journal of pharmacy and pharmacology. – 2003. – Т. 55, №. 8. – P. 1143–1149.
15. Li X.Y. Effect of Berberine on promoting the excretion of cholesterol in high-fat diet-induced hyperlipidemic hamsters. / X.Y. Li, Z.-X. Zhao, M. Huang [et al.]. – Text: direct. // Journal of translational medicine. – 2015. – Т. 27, № 13. – P. 278. doi: 10.1186/s12967-015-0629-3.
16. Li W.G. et al. Regional distribution of liver cancer and its relation to selenium levels in Qidong County, China / W.G. Li, H.M. Gong, J.R. Xie [et al.]. – Text: direct. // Zhonghua Zhong liu za zhi [Chinese Journal of Oncology]. – 1986. – Т. 8, №. 4. – P. 262–264.
17. Najmi A.K. Effect of L-ornithine L-aspartate against thioacetamide-induced hepatic damage in rats. / A.K. Najmi, K.K. Pillai, S.N. Pal [et al.]. – Text: direct. // Ind J Pharmacol. – 2010. – № 42. – P. 384–387.
18. Pasha Y. The brain-muscle axis in minimal hepatic encephalopathy (MHE): a placebo-controlled, longitudinal double-blind trial with L-ornithine L-aspartate (LOLA) – preliminary results. / Y. Pasha, R. Leech, I.R. Violante [et al.]. – Text: direct. // J. Clin Exp Hepatol. – 2017. – № 7. – S. 5–6.
19. Qiu Y. Effects of selenium nanoparticles on preventing patulin-induced liver, kidney and gastrointestinal damage. / Qiu Y., C. Xinlu, C. Zhangxi [et al.]. – Text: direct. // Foods. – 2022. – Т. 11, №. 5. – С. 749.
20. Shang N. The functions of selenium and selenoproteins relating to the liver diseases. / N. Shang, X.W.ang, Q.Shu [et al.]. – Text: direct. // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2019. – Т. 19, №. 4. – P. 1875–1888.
21. Singh N. Toxicological effects of berberine and sanguinarine. / N. Singh, B. Sharma. – Text: direct. // Frontiers in molecular biosciences. – 2018. – Т. 5. – P. 21. doi: 10.3389/fmolb.2018.00021.
22. Sun L.H. Response of selenium and selenome in immune tissues to LPS-induced inflammatory reactions in pigs. / L.H. Sun, D.-A. Pi , L. Zhao [et al.]. – Text: direct. // Biological trace element research. – 2017. – Т. 177. – P. 90–96. doi: 10.1007/s12011-016-0863-4.
23. Wang H. et al. Metformin and berberine, two versatile drugs in treatment of common metabolic diseases. / H. Wang, C. Zhu , Y. Ying [et al.]. – Text: direct. // Oncotarget. – 2017. – Т. 9, №. 11. – P. 10135.
24. Wang Y. Update on the benefits and mechanisms of action of the bioactive vegetal alkaloid berberine on lipid metabolism and homeostasis. / Y. Wang, J.A. Zidichouski. – Text: direct. // Cholesterol. – 2018. – № 18. – P. 5–17. doi: 10.1155/2018/7173920.
25. Zhang J. Thioacetamide-induced cirrhosis in selenium-adequate mice displays rapid and persistent abnormality of hepatic selenoenzymes which are mute to selenium supplementation. / J. Zhang, H. Wang, H. Yu. – Text: direct. // Toxicology and applied pharmacology. – 2007. – № 224(1). – P. 81–88. doi: 10.1016/j.taap.2007.06.013.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КОРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДОБАВКИ «ГУВИТАН» И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

Смирнов Н.Г., ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет
Гизатуллина Ф.Г., ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет

Целью работы являлось определение степени влияния кормовой добавки «Гувитан» в сочетании с аскорбиновой и янтарной кислотами на биохимический статус крови коров черно-пестрой породы. Для этого был проведен эксперимент в условиях хозяйства, расположенного в биогеохимической провинции Южного Урала. Исследование проводилось на 20 дойных животных черно-пестрой породы, возрастом около 4–5 лет, живой массой 450–500 кг, распределенных по принципу аналогов на 4 группы (контрольная и три опытные группы). В опытных группах дополнительно к общехозяйственному рациону давали ежедневно в течение месяца кормовую добавку «Гувитан» из расчета 0,5 мл водного готового раствора препарата на 1 кг живой массы тела. Коровам II опытной группы кроме этого давали в этот период аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела, коровам III группы – янтарную кислоту в дозе 15 мг/кг живой массы тела. У животных брали пробы крови до эксперимента, затем через 30 дней в конце опыта. Для определения биохимических показателей сыворотки крови коров в лаборатории ИНИЦ ЮУрГАУ использовали спектрофотометр ПЭ-5300DB и современные общепринятые в ветеринарной медицине лабораторные методики с использованием наборов реагентов. По результатам полученных данных установлено, что к концу опыта наблюдалось уменьшение содержания общего белка в сыворотке крови опытных животных (в пределах референтных величин) по сравнению с исходным уровнем. В протеинограмме отмечено снижение концентрации альбумина (в пределах нормы) за счёт увеличения содержания α -глобулинов. Выявлено повышение содержания мочевины в сыворотке крови опытных коров (соответственно на 57,00 %, 21,23 %, 26,86 %), увеличение количества креатинина, общих липидов, общего холестерина, каротина в сравнении с фоновыми значениями. Однако определено снижение содержания глюкозы в пробах сыворотки крови коров опытных групп – на 20,0–27,0 % относительно первоначальных величин. В III группе отмечены отличия ряда показателей от величин I и II групп: увеличение активности АсАТ на 10,0 % ($P < 0,01$) и АлАТ на 33,05 % ($P < 0,01$), уменьшение содержание бета-липопротеидов на 26,2 % ($P < 0,01$). Результаты опыта свидетельствуют об активизации обменных процессов в организме, о положительных изменениях в биохимическом статусе опытных коров.

Ключевые слова: дойные коровы, гуматы, кормовая добавка «Гувитан», аскорбиновая кислота, янтарная кислота, биохимические показатели сыворотки крови, белковый обмен.

Для цитирования: Смирнов Н.Г., Гизатуллина Ф.Г. Биохимические показатели сыворотки крови коров при применении добавки «Гувитан» и органических кислот // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 80–88.

Актуальность. Для регуляции процессов метаболизма в организме продуктивных животных используют значительное количество кормовых добавок и препаратов, оказывающих стимулирующее

Ветеринария и зоотехния

влияние на обмен веществ и продуктивность [1–3]. Научная литература в последние годы свидетельствует об увеличении числа исследований по применению в ветеринарии и зоотехнии гуминовых веществ и препаратов на основе гуматов для повышения естественной резистентности и продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы [4–7]. Одним из таких веществ является препарат природного происхождения «Гувитан-С», который содержит натриевые соли гуминовых кислот, гуматомелановые и фульвокислоты, аминокислоты, пептиды, полисахариды, макро- и микроэлементы (Са, Р, J), ферменты. «Гувитан-С» нормализует обменные процессы в организме животных, восполняет потребность в макро- и микроэлементах, выводит из организма соли тяжелых металлов [1]. По данным исследования «Гувитан-С» в зависимости от дозы оказывает неоднозначное влияние на содержание мочевины и холестерина в крови животных, однако способствует снижению триглицеридов и значительно повышает содержание кальция, магния, фосфора и калия в сыворотке крови коров [8]. Ряд авторов сообщает, что при применении добавки повышается общая резистентность, нормализуется белковый, липидный и минеральный обмен, усиливается углеводный обмен в организме животных [8–10].

Кормовые добавки постоянно совершенствуются. В настоящее время отмечен повышенный спрос на новые недорогие эффективные кормовые добавки и стимуляторы роста природного происхождения. При использовании гуминовых веществ в качестве кормовых добавок, по мнению исследователей, необходимо учитывать их происхождение (источник сырья), применяемые технологии их выделения, структуру и состав. Одной из перспективных кормовых добавок на основе гуминовых кислот является «Гувитан», однако его влияние на физиологическое состояние дойных коров мало изучено.

Цель исследований – определить степень влияния кормовой добавки «Гувитан» в сочетании с аскорбиновой и янтарной кислотами на биохимический статус крови коров черно-пестрой породы.

Материалы и методы исследования. Экспериментальная часть работы была выполнена в условиях молочно-товарной фермы хозяйства Троицкого района Челябинской области в стойловый период. По данным исследований территория района относится к биогеохимической провинции с недостатком кобальта, марганца, меди, йода и избытком селена [11]. Объектом исследования служили коровы черно-пестрой породы возрастом около 4–5 лет, живой массой 450–500 кг. В исследовании использовалась кормовая добавка «Гувитан», изготовленная ООО «РАСС» (г. Воронеж) на основе гуминовых кислот. Согласно инструкции «Гувитан» 20 %-ный концентрат разводится водой в соотношении 1 к 8, готовый раствор смешивают с концентратами в момент раздачи корма. Коровы для формирования контрольной и опытных групп подбирались с учетом аналогов по возрасту, живой массе и молочной продуктивности. Было сформировано четыре группы молочных коров: три опытные и контрольная по 5 голов в каждой. Подопытные животные находились в одинаковых условиях. В хозяйстве в зимний период крупный рогатый скот содержится на привязи. Рацион коров, скорректированный после химического анализа кормов, состоит из сена, силоса, концентратов (зерносмеси) и патоки. Коровы контрольной и опытных групп получали основной рацион, в опытных группах давали дополнительно ежедневно в течение месяца кормовую добавку «Гувитан» из расчета 0,5 мл водного готового раствора препарата на 1 кг живой массы тела. Коровам второй опытной группы кроме этого дополнительно давали в этот период аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела. Коровам третьей опытной группы, кроме основного рациона и кормовой добавки «Гувитан», дополнительно давали в этот период янтарную кислоту в дозе 15 мг/кг живой массы тела. У животных брали пробы крови до эксперимента, затем через 30 дней после начала опыта. Кровь для исследований брали из хвостовой вены в вакуумные пробирки. Для определения биохимических показателей сыворотки крови коров в лаборатории ИНИЦ ЮУрГАУ использовали спектрофотометр ПЭ-5300DB и современные общепринятые в ветеринарной медицине лабораторные методики с использованием наборов реагентов НПЦ «Эко-сервис» и ЗАО «Вектор-Бест». В пробах сыворотки крови определяли содержание общего белка и белковых фракций, мочевины, креатинина, глюкозы, общих липидов, бета-липопротеинов, холестерина, хлоридов, щелочного резерва, каротина, кальция, фосфора, активности АсАТ, АлАТ. Величину коэффициента де Ритиса (АсАТ/АлАТ) определяли расчетным методом. Полученные цифровые данные обрабатывали статистиче-

ски с помощью t-критерия Стьюдента с использованием табличного процессора «Microsoft Excel», уровень статистической значимости различий между признаками был определен на уровне $P < 0,05$.

Результаты исследования. По результатам биохимического исследования крови установлено, что до применения препарата «Гувитан» содержание общего белка у всех подопытных групп коров соответствовало физиологической норме. Так, в контрольной группе его количество составило $84,08 \pm 1,17$ г/л, у коров первой группы – $83,54 \pm 1,22$, второй группы – $83,42 \pm 1,47$, третьей группы – $81,76 \pm 1,60$ г/л при норме – $72,0-86,0$ г/л (табл. 1). В период опыта наблюдалось уменьшение содержания общего белка в сыворотке крови, однако оно было в пределах референтных величин. В контрольной группе у коров на 30-й день установлено незначительное уменьшение содержания общего белка в сыворотке крови на 0,3 %. У коров первой группы отмечено понижение уровня общего белка на 1,63 % ($P > 0,05$), второй группы – на 10,21 % ($P < 0,001$), третьей группы – на 11,06 % ($P < 0,001$) по сравнению с началом опыта (табл. 1). На наш взгляд это объясняется физиологическим состоянием коров – лактацией и интенсивным выводом белка. Общий белок и белковые фракции крови являются важными показателями, которые отображают уровень метаболизма в организме коров. Белки являются строительным материалом для клеток и тканей самого организма, а также активно участвуют в образовании молочной продукции. При этом надо отметить, что во второй и третьей группах снижение общего белка было достоверное, то есть действие препарата «Гувитан» в сочетании с органическими кислотами на катаболизм белка было более заметным.

Исследование белковых фракций в сыворотке крови коров опытных групп показало (табл. 1) на снижение концентрации низкомолекулярной фракции (альбумина) – в первой группе с $38,92 \pm 1,19$ до $32,46 \pm 1,37$ % ($P < 0,01$), второй группы – с $42,54 \pm 0,87$ до $35,40 \pm 0,93$ % ($P < 0,001$), третьей группы – с $48,74 \pm 1,24$ до $43,88 \pm 0,88$ % ($P < 0,05$). В контрольной группе изменения были незначительны и недостоверны (на 0,9 %, $P > 0,05$). Известно, что альбумины являются запасными белками, поэтому при потребности организма они расходуются в первую очередь. Начало лактации у коров обуславливает сложный характер метаболизма. По данным опыта более повышенная интенсивность метаболических процессов, связанных с альбумином, была в организме коров второй группы. Следует указать, что если в начале опыта содержание альбумина у коров опытных групп было на уровне референтных величин – 35–50 %, то к концу опыта у животных первой группы оно стало меньше нижней границы нормы – на 7,3 процентных пункта (п.п.), однако это связано с более низким уровнем этой фракции изначально до эксперимента – $38,92 \pm 1,19$ %.

Изменения в протеинограмме сыворотки крови коров были за счет увеличения относительного содержания глобулиновых фракций, а именно α -глобулинов. В начале опыта уровень альфа-глобулинов в контрольной группе, во второй и третьей группах был немного меньше референтных значений (12–20 %). Так, концентрация α -глобулинов в сыворотке крови коров контрольной группы составляла $10,27 \pm 0,18$ %, первой группы – $12,10 \pm 0,97$ %, второй группы – $10,85 \pm 0,57$ %, третьей группы – $11,78 \pm 0,52$ %. В целом можно указать, что содержание альфа-глобулинов на 30-й день увеличилось у коров первой группы на 41,98 процентных пункта ($P < 0,01$), у второй группы – на 29,68 п.п. ($P < 0,01$); а у животных третьей группы к 30-му дню эксперимента значение показателя было на уровне исходного. В группе контрольных животных было отмечено незначительное снижение значения показателя. Показатели бета-глобулинов и гамма-глобулинов были практически на уровне референтных значений. По данным исследования в конце опыта отмечено увеличение содержания β -глобулинов у коров первой группы на 18,7 п.п. ($P < 0,05$), второй – на 43,8 п.п. ($P < 0,001$) и третьей – на 51,9 п.п. ($P < 0,001$). Уровень γ -глобулинов в крови подопытных животных имел малозначительные изменения. В контрольной группе у коров отмечено небольшое снижение содержания β -глобулинов и увеличение γ -глобулинов.

В начале опыта концентрация мочевины в сыворотке крови животных подопытных групп (табл. 1) находилась в пределах границ физиологической нормы (3,3–4,5 ммоль/л). В конце были отмечены выраженные изменения в содержании мочевины в сыворотке крови: ее концентрация увеличилась у коров первой группы на 57,00 % ($P < 0,001$), второй группы – на 21,23 % ($P < 0,01$), третьей группы – на 26,86 % ($P < 0,001$) в сравнении с исходными значениями. В контрольной группе этот показатель

Ветеринария и зоотехния

стал больше на 3,3 % ($P>0,05$). Так как мочевины – основной конечный продукт распада белка в организме, полученные данные могут свидетельствовать о повышенной утилизации белка у опытных коров.

Таблица 1 – Показатели белкового обмена сыворотки крови коров в начале и конце опыта, $X \pm Sx$, $n=5$

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Общий белок, г/л	$\frac{84,08 \pm 1,17}{83,86 \pm 2,46}$	$\frac{83,54 \pm 1,22}{82,18 \pm 2,75}$	$\frac{83,42 \pm 1,47}{74,90 \pm 0,92^{***}}$	$\frac{81,76 \pm 1,60}{72,72 \pm 0,72^{***}}$
Альбумин, %	$\frac{45,10 \pm 1,02}{44,68 \pm 1,42}$	$\frac{38,92 \pm 1,19}{32,46 \pm 1,37^{***}}$	$\frac{42,54 \pm 0,87}{35,40 \pm 0,93^{***}}$	$\frac{48,74 \pm 1,24}{43,88 \pm 0,88^*}$
α -глобулины, %	$\frac{10,27 \pm 0,18}{9,88 \pm 0,56}$	$\frac{12,10 \pm 0,97}{17,17 \pm 1,03^{**}}$	$\frac{10,85 \pm 0,57}{14,07 \pm 0,53^{**}}$	$\frac{11,78 \pm 0,52}{11,68 \pm 0,25}$
β -глобулины, %	$\frac{9,53 \pm 0,69}{9,42 \pm 0,68}$	$\frac{12,58 \pm 0,55}{14,93 \pm 0,55^*}$	$\frac{11,47 \pm 0,71}{16,49 \pm 0,65^{***}}$	$\frac{9,14 \pm 0,70}{13,88 \pm 0,76^{**}}$
γ -глобулины, %	$\frac{35,09 \pm 0,53}{36,02 \pm 1,14}$	$\frac{36,40 \pm 1,10}{35,62 \pm 1,18}$	$\frac{37,34 \pm 1,55}{34,00 \pm 1,18}$	$\frac{30,34 \pm 1,41}{30,56 \pm 0,87}$
Мочевина, ммоль/л	$\frac{3,99 \pm 0,08}{4,12 \pm 0,24}$	$\frac{3,21 \pm 0,10}{5,04 \pm 0,11^{***}}$	$\frac{4,05 \pm 0,21}{4,91 \pm 0,14^{**}}$	$\frac{4,43 \pm 0,13}{5,62 \pm 0,13^{***}}$
Креатинин, кмоль/л	$\frac{111,50 \pm 2,21}{110,08 \pm 2,18}$	$\frac{80,04 \pm 1,13}{100,96 \pm 1,24^{***}}$	$\frac{83,96 \pm 2,03}{103,56 \pm 1,80^{***}}$	$\frac{87,84 \pm 2,10}{104,86 \pm 1,38^{***}}$
АсАТ, моль/(час.л)	$\frac{1,59 \pm 0,05}{1,72 \pm 0,07}$	$\frac{1,74 \pm 0,06}{2,00 \pm 0,11}$	$\frac{1,99 \pm 0,05}{2,03 \pm 0,05}$	$\frac{1,90 \pm 0,02}{2,09 \pm 0,03^{**}}$
АлАТ, моль/(час.л)	$\frac{0,78 \pm 0,05}{0,84 \pm 0,06}$	$\frac{0,89 \pm 0,05}{0,97 \pm 0,06}$	$\frac{1,11 \pm 0,03}{1,10 \pm 0,05}$	$\frac{1,18 \pm 0,04}{1,57 \pm 0,07^{**}}$
Коэффициент де Ритиса	$\frac{2,04 \pm 0,05}{2,05 \pm 0,06}$	$\frac{1,95 \pm 0,06}{2,06 \pm 0,07}$	$\frac{1,79 \pm 0,04}{1,85 \pm 0,03}$	$\frac{1,61 \pm 0,02}{1,33 \pm 0,04}$

Примечание: в числителе фоновые значения, в знаменателе – значения в конце опыта; * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$ – относительно фоновых значений

Содержание креатинина в сыворотке крови коров в норме варьирует в широком диапазоне – от 88 до 177 мкмоль/л. Как показало исследование (табл. 1), количество креатинина в крови коров контрольной группы в начале опыта превосходило его содержание в крови коров опытных групп, у которых оно было незначительно меньше нижней границы нормальных значений. В период эксперимента у коров этих групп содержание креатинина постепенно повысилось и стало соответствовать физиологическим значениям, что свидетельствует о нормализации показателя под действием кормовой добавки и органических кислот. В конечном итоге его количество в крови увеличилось и составило у коров первой группы $100,96 \pm 1,24$ мкмоль/л (больше на 26,14 %, $P<0,001$), второй группы – $103,56 \pm 1,80$ мкмоль/л (на 23,34 %, $P<0,001$), третьей группы – $104,86 \pm 1,38$ мкмоль/л (на 19,38 %, $P<0,001$). В крови животных контрольной группы изменения этого показателя были незначительны (уменьшение на 1,27 %, $P>0,05$).

По результатам исследования трансаминаз – специфических белков, являющихся биокатализаторами, у коров опытных групп было установлено повышение активности АсАТ, однако активность АлАТ изменялась в группах по-разному. Так, у животных первой группы активность АсАТ увеличилась на 14,94 % ($P>0,05$) и АлАТ на 8,99 % ($P>0,05$); у коров второй опытной – активность АсАТ увеличилась на 2,01 % ($P>0,05$), а активность АлАТ уменьшилась на 0,90 % ($P>0,05$), у животных третьей группы – отмечено достоверное увеличение активности АсАТ на 10,0 % ($P<0,01$), и АлАТ

на 33,05 % ($P < 0,01$). Коэффициент де Ритиса (АсАТ/АлАТ) в конце опыта был в первой группе $2,06 \pm 0,10$, во второй группе – $1,90 \pm 0,06$, в третьей группе – $1,33 \pm 0,05$, что соответствует нормативным значениям (1,33–2,5). В здоровом организме катаболизм слегка преобладает над анаболизмом. Соотношение активностей трансаминаз в третьей группе указывает на снижение катаболических процессов у этих животных. В контрольной группе изменения активности трансаминаз у коров были аналогичными, что и в опытных группах, но незначительными.

Результаты изучения сыворотки крови коров до начала опыта показали, что содержание глюкозы у животных контрольной, второй и третьей опытных групп было относительно низким, ближе к минимальной границе нормы (норма 1,32–4,89 ммоль/л), что вероятно было связано с недостатком углеводистых кормов в рационе кормления (табл. 2). К концу опыта концентрация глюкозы снизилась у коров контрольной группы на 8,96 % ($P > 0,05$), первой группы – на 20,00 % ($P < 0,001$), второй группы – на 23,33 % ($P < 0,01$), третьей группы – на 27,12 % ($P < 0,001$) относительно исходных величин. Следует отметить, что большая часть эндогенно синтезированных углеводов используется для интенсивной продукции лактозы, особенно в начале лактации.

Таблица 2 – Биохимические показатели сыворотки крови коров в начале и конце опыта, $X \pm Sx$, $n=5$

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Глюкоза, ммоль/л	$\frac{2,23 \pm 0,05}{2,04 \pm 0,07}$	$\frac{2,60 \pm 0,04}{2,08 \pm 0,06^{***}}$	$\frac{2,40 \pm 0,12}{1,84 \pm 0,07^{**}}$	$\frac{2,36 \pm 0,05}{1,72 \pm 0,06^{***}}$
Холестерин, моль/л	$\frac{4,48 \pm 0,09}{4,83 \pm 0,24}$	$\frac{4,16 \pm 0,12}{5,98 \pm 0,38^{**}}$	$\frac{5,38 \pm 0,23}{6,54 \pm 0,29^*}$	$\frac{4,90 \pm 0,13}{7,72 \pm 0,51^{***}}$
Общие липиды, г/л	$\frac{4,25 \pm 0,11}{5,42 \pm 0,25^{**}}$	$\frac{3,67 \pm 0,22}{6,16 \pm 0,15^{***}}$	$\frac{3,90 \pm 0,14}{6,29 \pm 0,24^{***}}$	$\frac{3,80 \pm 0,23}{7,29 \pm 0,25^{***}}$
β -липопротеиды, мг%	$\frac{61,98 \pm 4,41}{55,76 \pm 3,88}$	$\frac{35,14 \pm 1,03}{52,36 \pm 2,59^{***}}$	$\frac{38,40 \pm 2,91}{61,90 \pm 1,68^{***}}$	$\frac{54,94 \pm 2,54}{43,52 \pm 1,62^{**}}$
Билирубин, мкмоль/л	$\frac{4,54 \pm 0,14}{5,87 \pm 0,26^{**}}$	$\frac{4,29 \pm 0,27}{8,11 \pm 0,30^{***}}$	$\frac{4,93 \pm 0,32}{4,31 \pm 0,17}$	$\frac{4,54 \pm 0,24}{6,06 \pm 0,24^{**}}$
Щелочной резерв, об. CO_2	$\frac{49,30 \pm 0,67}{50,12 \pm 1,54}$	$\frac{50,18 \pm 1,55}{47,50 \pm 0,52}$	$\frac{50,20 \pm 0,42}{0,18 \pm 1,40}$	$\frac{56,48 \pm 1,26}{84,02 \pm 6,48^{**}}$
Хлориды, ммоль/л	$\frac{90,70 \pm 0,81}{78,86 \pm 1,28^{***}}$	$\frac{96,12 \pm 0,46}{77,84 \pm 1,29^{***}}$	$\frac{94,68 \pm 0,91}{76,14 \pm 0,74^{***}}$	$\frac{94,14 \pm 0,93}{77,82 \pm 0,49^{***}}$
Каротин, мг%	$\frac{0,38 \pm 0,01}{0,56 \pm 0,05^*}$	$\frac{0,60 \pm 0,03}{1,25 \pm 0,09^{***}}$	$\frac{0,82 \pm 0,03}{1,45 \pm 0,10^{***}}$	$\frac{0,78 \pm 0,03}{1,37 \pm 0,10^{***}}$

*Примечание: в числителе фоновые значения, в знаменателе – значения в конце опыта; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – относительно фоновых значений.*

В результате опыта установлена закономерность увеличения концентрации общих липидов в сыворотке крови подопытных коров. Так, содержание общих липидов возросло в контрольной группе с $4,25 \pm 0,11$ до $5,42 \pm 0,25$ г/л (на 27,5 %, $P < 0,01$), в первой группе с $3,67 \pm 0,22$ до $6,16 \pm 0,15$ г/л (на 67,8 %, $P < 0,05$), во второй группе – с $3,90 \pm 0,14$ до $6,29 \pm 0,24$ г/л (на 61,3 %, $P < 0,01$), в третьей группе – с $3,80 \pm 0,23$ до $7,29 \pm 0,25$ г/л (на 91,8 %, $P < 0,001$). Необходимо указать, что эти изменения были в пределах физиологических значений, за исключением показателя в третьей группе, где была немного превышена верхняя граница нормы на 1,25 %. Одним из важных компонентов липидного обмена является холестерин, жизненно необходимое вещество, вырабатываемое в основном в печени. Изучение этого показателя показало, что испытуемые вещества позитивно повлияли на концентрацию общего холестерина. Известно, что повышение холестерина в сыворотке крови коров отмечается,

Ветеринария и зоотехния

когда усиливается утилизация жирных кислот из жировых депо как компонент энергетического субстрата при недостаточном поступлении легкопереваримых углеводов с кормом [12]. Установлена отрицательная корреляция взаимосвязи между глюкозой и холестерином, которая отражает отношения углеводного и липидного обменов. Главным источником энергии для клеток и тканей организма является глюкоза, дополнительным, или правильнее сказать резервным источником энергии, выступают липиды. При недостатке глюкозы (энергии) организм включает механизм адаптивного усиления липолиза, в результате этого отмечается повышение в сыворотке крови концентрации холестерина. Поэтому в момент дефицита энергии в условиях начала лактации срабатывает сопряженность этих компонентов системы обеспечения энергией: снижение уровня глюкозы приводит к повышению концентрации холестерина [13]. При таком варианте направления метаболизма в крови увеличивается содержание жирных кислот и кетонных тел, а концентрация глюкозы снижается. Анализ результатов исследования в динамике изменения холестерина показывает увеличение содержания холестерина в сыворотке крови коров контрольной группы на 7,80 % ($P > 0,05$), первой группы – на 43,75 % ($P < 0,01$), второй группы – на 21,56 % ($P < 0,001$), третьей группы – на 57,55 % ($P < 0,001$), соответственно по сравнению с первоначальным уровнем. У коров в норме содержание холестерина в крови составляет 2,3–6,6 ммоль/л, в данном случае в третьей группе отмечено превышение величины показателя за пределы стандартных интервалов на 17 %.

По литературным данным в регуляции уровней бета-липопротеидов в плазме ключевую роль играет уровень печеночных рецепторов липопротеинов низкой плотности (ЛПНП). Количество же рецепторов в печени в основном регулируется содержанием холестерина в гепатоцитах [14]. Следует отметить, что содержание бета-липопротеидов в начале опыта было ниже физиологических значений (в норме 65–70 мг%). В конце опыта в первой и второй опытных группах оно увеличилось на 49 % ($P < 0,001$) и 61,2 % ($P < 0,001$), что может свидетельствовать о некотором улучшении рецепторно-опосредованного захвата этого класса липопротеинов периферическими тканями, что указывает на более высокую интенсивность обменных процессов у животных этих групп в сравнении с исходным уровнем. В третьей группе у животных наблюдалось уменьшение показателя бета-липопротеидов на 26,2 % ($P < 0,01$) – с $54,94 \pm 2,54$ до $43,52 \pm 1,62$ мг%, что возможно обусловлено усилением процессов прямого транспорта холестерина в ткани. Аналогично отмечалось снижение содержания бета-липопротеидов в крови коров контрольной группы на 10 % ($P > 0,05$).

Уровень каротина в начале эксперимента у подопытных групп находился в пределах физиологических значений – 0,4–2,8 мг%. В конце опыта содержание каротина в контрольной группе повысилось на 47,37 % ($P < 0,05$). Однако в опытных группах после применения добавки и органических кислот количество каротина увеличилось более значительно: у коров первой группы с $0,60 \pm 0,03$ до $1,25 \pm 0,09$ мг% (в 2 раза, $P < 0,001$), второй группы – с $0,82 \pm 0,03$ до $1,45 \pm 0,10$ мг% (на 76,83 %, $P < 0,001$), третьей группы – с $0,78 \pm 0,03$ до $1,37 \pm 0,10$ мг% (на 75,64 %, $P < 0,001$). Полученные результаты доказывают, что применение добавки и органических кислот способствует лучшему усвоению каротиноидов кормов. В норме концентрация хлоридов в сыворотке крови крупного рогатого скота находится в пределах 94–104 ммоль/л, исследование показало, что в конце опыта уровень хлоридов у всех подопытных животных достоверно снизился, гипохлоремия, видимо, связана с кормлением коров.

Обсуждение результатов. В результате применения кормовой добавки отдельно и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами отмечены изменения в биохимическом статусе сыворотки крови опытных коров. В конце опыта у всех животных опытных групп отмечалось понижение уровня общего белка, снижение концентрации низкомолекулярной фракции (альбумина), но в пределах физиологических значений. Изменения в протеинограмме были за счет увеличения содержания α -глобулинов. Показатели бета-глобулинов и гамма-глобулинов были практически на уровне референтных значений, наблюдалась тенденция увеличения содержания β -глобулинов и сохранения уровня γ -глобулинов. В конце эксперимента отмечено увеличение содержания мочевины в сыворотке крови у коров опытных групп соответственно на 57 % ($P < 0,001$), на 21,23 % ($P < 0,01$) и на 26,86 % ($P < 0,001$), в сравнении с исходными значениями. Полученные данные могут свидетельствовать

о большем потреблении белка с кормом в связи с лактацией, об улучшении его усвояемости. В период эксперимента количество креатинина в сыворотке крови у коров опытных групп постепенно повысилось на 19,38–26,14 %. У коров опытных групп установлены повышение в разной степени активности АсАТ и разная направленность активности АлАТ, достоверные изменения были в третьей группе – отмечено увеличение активности АсАТ на 10 % ($P<0,01$) и АлАТ на 33,05 % ($P<0,01$). Коэффициент де Ритиса (АсАТ/АлАТ) в конце опыта соответствовал нормативным значениям (1,33–2,5). Концентрация глюкозы к концу опыта достоверно снизилась у коров первой группы на 20 %, второй группы – на 23,33 %, третьей группы – на 27,12 %, что можно объяснить интенсивной продукцией лактозы в связи с лактацией. В сыворотке крови опытных групп коров установлена закономерность увеличения концентрации общих липидов, соответственно на 67,8 %, 61,3 % и 91,8 %. Усиление липидного обмена у коров обычно связано с интенсивным продуцированием молока. При изучении концентрации холестерина установлено увеличение его уровня в сыворотке крови коров первой группы на 43,75 % ($P<0,01$), второй группы на 21,56 % ($P<0,001$), третьей группы на 57,55 % ($P<0,001$). Известно, что содержание холестерина в крови здоровых коров находится в прямой корреляции с молочной продуктивностью животных [15]. Опыт показал, что после применения препарата «Гувитан» содержание каротина увеличилось у коров первой группы в 2 раза ($P<0,001$), второй группы – на 76,83 % ($P<0,001$), третьей группы – на 75,64 % ($P<0,001$), что значительно отличается от данных контрольной группы. Полученные результаты доказывают, что применение Гувитана способствует лучшему усвоению каротиноидов кормов.

Выводы. Кормовая добавка «Гувитан» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами оказывает метаболическое действие на организм коров, в частности, на белковый, липидный и витаминный обмены. После применения кормовой добавки с органическими кислотами на 30-й день у животных второй и третьей опытных групп отмечено достоверное понижение уровня общего белка (соответственно на 10,21 и на 11,06 %) по сравнению с началом опыта. Исследование белковых фракций в сыворотке крови после применения кормовой добавки «Гувитан» показало на достоверное снижение концентрации низкомолекулярной фракции (альбуминов). Изменения в протеинограмме сыворотки крови коров были в основном за счет увеличения содержания α -глобулинов. В конце опыта отмечены выраженные изменения в содержании мочевины в сыворотке крови, его концентрация увеличилась у опытных коров соответственно на 57 % ($P<0,001$), на 21,23 % ($P<0,01$) и на 26,86 % ($P<0,001$), что может свидетельствовать о большем потреблении белка с кормом в связи с лактацией. По нашему мнению, переизбыток переваримого протеина при недостатке энергии для его дальнейшей переработки приводит к избыточному содержанию мочевины у опытных животных, поэтому при даче гуматов необходимо сбалансировать рацион по энерго-протеиновому отношению. Количество креатинина в сыворотке крови у коров опытных групп постепенно повысилось, что свидетельствует о нормализации показателя под действием кормовой добавки и органических кислот. У опытных животных установлено повышение активности АсАТ и незначительное понижение активности АлАТ. Коэффициент де Ритиса (АсАТ/АлАТ) в опытных группах конце опыта стал соответствовать нормативным значениям. У коров опытных групп снизилась концентрация глюкозы. Под влиянием кормовой добавки и органических кислот установлено достоверное увеличение содержания общих липидов в опытных группах в пределах физиологических значений. Испытуемые вещества позитивно повлияли на концентрацию общего холестерина, она увеличилась соответственно на 43,75 % ($P<0,01$), на 21,56 % ($P<0,001$) и на 57,55 % ($P<0,001$). Применение кормовой добавки положительно повлияло на усвоение каротиноидов кормов и на содержание каротина в плазме крови коров.

Список используемой литературы

1. Кузнецова Н.Б. Повышение продуктивности скота черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки «Гувитан-С». / Н.Б. Кузнецова, А.М. Монастырев. – Текст непосредственный. // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 4. – С. 86–88.

Ветеринария и зоотехния

2. Гуминовые препараты в животноводстве и ветеринарии: Монография. /А.М. Самотин, В.И. Беляев, В.Н. Богословский и др. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 90 с. – Текст непосредственный.
3. Сафина Э.Ф. Влияние кормовой добавки «Гувитан-С» на морфологические и биохимические показатели крови коров. / Э.Ф. Сафина, Ф.Г. Гизатуллина, И.А. Гизатуллин. – Текст непосредственный. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. –2012. – Том 210. – С. 195–200.
4. Эффективное применение гуминовых препаратов (на основе гуматов) в животноводстве и ветеринарии. / Б.Т. Ермагамбет, Е.В. Кухар, Н.У. Нургалиев и др. – Текст непосредственный // Достижения науки и образования. – 2016. – № 10 (11). – С. 16–19.
5. Безуглов О.С. Применение гуминовых препаратов в животноводстве. / О.С. Безуглов, В.Е. Зинченко. – Текст непосредственный. // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 2. – С. 89–94.
6. Васильев А.А. Значение, теория и практика использования препаратов на основе гуминовых кислот. / А.А. Васильев. – Текст непосредственный. // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
7. Применение гуматов в животноводстве и ветеринарии (Обзор). / И.А. Никулин, А.М. Самотин, О.А. Ратных, О.С. Корчагина. – Текст непосредственный. // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2019. – № 4 (14). – С. 25–37.
8. Халикова А.М. Влияние Гувитана-С на некоторые биохимические показатели крови коров. / А.М. Халикова. – Текст непосредственный. // Достижения вузовской науки. – 2013. – № 7. – С. 31–35.
9. Донник И.М. Применение Гувитана-С в животноводстве: научно-практические рекомендации. / И.М. Донник, И.А. Шкуратова, О.В. Послыхалина. – Екатеринбург: Уральское издательство, 2007. – 24 с. – Текст непосредственный.
10. Расторгуева С.Л. Изменения клеточного состава и концентраций сывороточных белков в крови клинически здоровых коров в сухостойный период. / С.Л. Расторгуева, Д.Ф. Ибишов, А.П. Осипов. // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 1 (25). – С. 116–123.
11. Смирнов Н.Г. Анализ состояния продуктивного здоровья дойного стада СХП в условиях биогеохимической зоны. / Н.Г. Смирнов, Ф.Г. Гизатуллина. – Текст непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2024. – № 4 (49). – С. 75–80.
12. Янович В.Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе. / В. Г. Янович, П. З. Лагодюк. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 316 с. – Текст непосредственный.
13. Рослый И.М. Правила чтения биохимического анализа: Руководство для врача. / И.М. Рослый, М.Г. Водолажская. – Москва: ООО Медицинское информационное агентство, 2014. – 100 с. – Текст непосредственный.
14. Егорова И.Э. Метаболизм липопротеидов в норме и патологии. Методы исследований показателей липидного обмена: пособие. / И.Э. Егорова, Л.О. Гуцол, В.В. Кузьменко. – Иркутск: ФГБОУ ВО ИГМУ, 2024. – 59 с. – Текст непосредственный.
15. Громыко Е.В. Оценка состояния коров методами биохимии. / Е.В. Громыко. – Текст непосредственный. // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80–94.

References

1. Kuzneczova N.B. Povy`shenie produktivnosti skota cherno-pestroj porody` pri ispol`zovanii kormovoj dobavki «Guvitan-S». / N.B. Kuzneczova, A.M. Monasty`rev. – Tekst neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Urala. – 2009. – № 4. – S. 86–88.
2. Guminovy`e preparaty` v zhivotnovodstve i veterinarii: Monografiya. /A.M. Samotin, V.I. Belyaev, V.N. Bogoslovskij i dr. – Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskij GAU, 2010. – 90 s. – Tekst neposredstvenny`j.
3. Safina E`.F. Vliyanie kormovoj dobavki «Guvitan-S» na morfologicheskie i bioximicheskie pokazateli krovi korov. / E`.F. Safina, F.G. Gizatullina, I.A. Gizatullin. – Tekst neposredstvenny`j. // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E`. Baumana. –2012. – Tom 210. – S. 195–200.
4. E`ffektivnoe primenenie guminovy`x preparatov (na osnove gumatov) v zhivotnovodstve i veterinarii. / B.T. Ermagambet, E.V. Kuxar, N.U. Nurgaliev i dr. – Tekst neposredstvenny`j // Dostizheniya nauki i obrazovaniya. – 2016. – № 10 (11). – S. 16–19.
5. Bezuglov O.S. Primenenie guminovy`x preparatov v zhivotnovodstve. / O.S. Bezuglov, V.E. Zinchenko. – Tekst neposredstvenny`j. // Dostizheniya nauki i texniki APK. – 2016. – № 2. – S. 89–94.

6. Vasil'ev A.A. Znachenie, teoriya i praktika ispol'zovaniya preparatov na osnove guminovy`x kislot. / A.A. Vasil'ev. – Tekst neposredstvenny`j. // Agrarny`j nauchny`j zhurnal. – 2018. – № 1. – S. 3–6.
7. Primenenie gumatov v zhivotnovodstve i veterinarii (Obzor). / I.A. Nikulin, A.M. Samotin, O.A. Ratny`vx, O.S. Korchagina. – Tekst neposredstvenny`j. // Aktual`ny`e voprosy` sel'skoxozyajstvennoj biologii. – 2019. – № 4 (14). – S. 25–37.
8. Xalikova A.M. Vliyanie Guvitana-S na nekotory`e bioximicheskie pokazateli krovi korov. / A.M. Xalikova. – Tekst neposredstvenny`j. // Dostizheniya vuzovskoj nauki. – 2013. – № 7. – S. 31–35.
9. Donnik I.M. Primenenie Guvitana-S v zhivotnovodstve: nauchno-prakticheskie rekomendacii. / I.M. Donnik, I.A. Shkuratova, O.V. Posly`xalina. – Ekaterinburg: Ural'skoe izdatel'stvo, 2007. – 24 s. – Tekst neposredstvenny`j.
10. Rastorgueva S.L. Izmeneniya kletchnogo sostava i koncentracij sy`vorotochny`x belkov v krovi klinicheski zdorovy`x korov v suxostojny`j period. / S.L. Rastorgueva, D.F. Ibishov, A.P. Osipov. // Permskij agrarny`j vestnik. – 2019. – № 1 (25). – S. 116–123.
11. Smirnov N.G. Analiz sostoyaniya produktivnogo zdorov`ya dojnogo stada SXP v usloviyax biogeoximicheskoj zony`. / N.G. Smirnov, F.G. Gizatullina. – Tekst neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2024. – № 4 (49). – S. 75–80.
12. Yanovich V.G. Obmen lipidov u zhivotny`x v ontogeneze. / V. G. Yanovich, P. Z. Lagodyuk. – Moskva: Agropromizdat, 1991. – 316 s. – Tekst neposredstvenny`j.
13. Rosly`j I.M. Pravila chteniya bioximicheskogo analiza: Rukovodstvo dlya vracha. / I.M. Rosly`j, M.G. Vodolazhs-kaya. – Moskva: OOO Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2014. – 100 s. – Tekst neposredstvenny`j.
14. Egorova I.E`. Metabolizm lipoproteidov v norme i patologii. Metody` issledovanij pokazatelej lipidnogo obme-na: posobie. / I.E`. Egorova, L.O. Guzol, V.V. Kuz`menko. – Irkutsk: FGBOU VO IGMU, 2024. – 59 s. – Tekst neposredstvenny`j.
15. Gromy`ko E.V. Ocenka sostoyaniya korov metodami bioximii. / E.V. Gromy`ko. – Tekst neposredstvenny`j. // E`kologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – № 2. – S. 80–94.

ДЕЙСТВИЕ ЭРГОМЕТРИНА И МЕТИЛЭРГОМЕТРИНА НА ФУНКЦИЮ ВОСПРОИЗВОДСТВА, РЕАКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА КОРОВ И СОКРАТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ МАТКИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Таов И.Х., Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова
Карашаев М.Ф., Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

*В статье показано экспериментально-клиническое изучение действия препаратов «эргометрин» и «метилэргометрин» в специальной установке авторской конструкции на состояние коровьей матки и ее сократительную деятельность для наращивания тканей животных *in vitro*, а также после гинекологического заболевания. Была поставлена задача разработать актуальные, научно обоснованные методы профилактики и лечения больных коров для воспроизводства и управления процессами размножения крупного рогатого скота. Гинекологические болезни, как известно, возникают под влиянием многих внутренних и внешних факторов. Данные выводы подтверждаются клиническим применением препаратов и экспериментами по активации гладких мышечных клеток матки. Это само по себе говорит об удовлетворительном поддержании воспроизводства животных и помогает в поиске оптимальных средств восстановления. Утеротонические препараты усиливают сократительную функцию матки, что показано на модельных опытах. Это не зависит от физиологического состояния животных и стадии полового цикла, что дает основание рекомендовать для клинического применения данные препараты. В послеродовой период соответственно изменениям гормонального статуса коров колебалась иммунологическая реактивность. Под влиянием биотехнической обработки её изменения не выходили за пределы физиологической нормы в течение полового цикла.*

Ключевые слова: крупный рогатый скот, эргометрин, метилэргометрин, эффективность, воспроизводство, реактивность.

Для цитирования: Таов И.Х., Карашаев М.Ф. Действие эргометрина и метилэргометрина на функцию воспроизводства, реактивность организма коров и сократительную способность матки: экспериментально-клинические данные // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 89–93.

Актуальность. С некоторых пор для возобновления секреторной активности и нервно-мышечного тонуса гениталий и в целом для стимуляции репродуктивных функций коров при фетоплацентарной недостаточности применяются разные витаминные, гормональные и фармакологические препараты. Часто их эффективность оставляет желать лучшего, поскольку при их применении не всегда учитывают условия содержания животных, их физиологическое, биохимическое, клиническое состояние, течение обменных процессов, в частности белковых. Имеет значение также реактивность организма коровы и конкретные особенности действия этих лекарственных веществ. Не всегда одинаковы в связи с этим ответные реакции организма на введение препаратов. Малоэффективными оказываются средства, применяемые до сих пор для лечения функциональных расстройств, хронических эндометритов и другой генитальной патологии, а также для профилактики субинволюции матки.

Поиск эффективных средств для лечения и профилактики различных проявлений фетоплацентарной недостаточности у животных, патогенетическая терапия при создании высокопродуктивных животных специализированного типа и крепкой конституции ни у кого не вызывает сомнения.

Целью нашей работы, как и в целом задачей науки и практики воспроизводства животных и его интенсификации, является обновление способов и методов сокращения послеродового периода, что помогло бы обеспечить осеменение и оплодотворение коров в минимально возможные сроки после родов [1, 6]. Поэтому это направление заслуживает пристального внимания.

Улучшение сократительной деятельности матки и укорачивание послеродового периода у коров, в частности, обусловлено применением в ветеринарной практике экстракта спорыньи [2].

Как установил В. А. Чирков [8], одним из средств повысить оплодотворяемость животных в первую половую охоту и сократить время бесплодия являются ранняя гинекологическая диспансеризация и введение эргометрина (0,01–0,012 мг/кг) и метилэргометрина (0,004–0,0048 мг/кг). Препараты вводятся внутримышечно в первые 3–4 дня после отела всем коровам, которые перенесли трудные роды, а также животным с атоническим состоянием матки и задержанием последа.

Куликова Н. Н., Кулаков В. Н., Яковлева Н. И. [4], Таов И. Х. [3, 7] указывают на необходимость профилактических мер для усиления иммунобиологической реактивности организма животных и их дальнейшей воспроизводительной способности, особенно у беременных коров с риском послеродовых осложнений, особенно инфекционных. Среди мер, повышающих защитные силы организма, назначаются лизоцим, витаминотерапия, белковые препараты и т. д.

Цель исследований – влияние эргометрина и метилэргометрина на воспроизводительную функцию и реактивность организма коров и на сократительную способность матки.

Материал, методы и объекты исследований. Клиническим исследованиям подвергались животные в фермерских хозяйствах Кабардино-Балкарии с высоким уровнем содержания, кормления и зоотехнического учета. Голштинская порода черно-пестрой масти.

Метод анализа включал 18 опытов. Использовались отрезки рогов коровьей матки, взятые у коров с эндометритом и атоническим состоянием матки (12 опытов), а также у здоровых животных (6 опытов). Для создания условий наращивания *in vitro* тканей животных опыты проводились в специальной установке авторской конструкции. Метод синтеза включал изучение влияния вышеперечисленных утеротонических препаратов на сократительную деятельность матки в целостном организме путем внутримышечного введения эргометрина (0,005–0,015 мг/кг) и метилэргометрина (0,004–0,0048 мг/кг) в течение первых 1-5 суток после отела.

Каждый раз учитывалось ветеринарное заключение и велось клиническое исследование больных животных до убоя. Примерно через час после убоя трубная часть рога матки для дополнительного анализа доставлялась в лабораторию в термосе с нормальным раствором Кребса, обогащенным кислородом.

Согласно методике, отрезанная верхушка маточного рога (1,5–2 см), после тщательного промывания нормальным раствором Кребса, на трафарете из плексигласа помещалась в термостатируемую ($37 \pm 0,1^\circ\text{C}$) камеру с проточным и аэрированным раствором Кребса. Таким образом создавались условия для переживания тканей животных *in vitro*.

Активность матки в канале записывалась в следующем порядке: механотронный преобразователь 6МХИС, затем электронный осциллограф С1-19Б, измерительный усилитель У4-7, потенциометр ЭПП-09М2 и осциллограф Н-700.

Уровень обменных процессов определялся рефрактометрическим методом [5] по содержанию общего белка в сыворотке крови, методом иммуноэлектрофореза по Р. Grabar, S.A. Williams [10] и методом электрофореза в агаровом геле [9] – по его фракционному составу.

Результаты исследований и их обсуждение. Применялись растворы эргометрина (0,02 мг в 1 мл) и метилэргометрина (0,2 мг в 1 мл).

Последовательность использования препаратов была такова: набор медицинским шприцем в емкость с НрК 1 мл раствора (кроме НрК), затем регистрация активности препарата в НрК, замена НрК испытуемым раствором. Фиксация изменений каждые 15 минут. Всего – до 120 минут.

Ветеринария и зоотехния

Через 1–2 часа после отмывания препарата фиксировалась сократительная активность отрезков матки.

Во всех случаях установлено, что эргометрин в вышеназванной концентрации (1:600000 до 18000000 и метилэргометрин (1:450000 до 15000000) ведут к усилению сократительной активности уже на 15-й минуте после замены НрК испытуемым раствором. Это происходит независимо от стадии полового цикла.

Исходная активность восстанавливалась через 60–120 минут после прекращения действия эргометрина и метилэргометрина. Изменения амплитуды и частоты сокращений во время замены НрК испытуемым раствором показывали следующие фазы: устойчивый рост вначале, монотонное убывание на фазе отмывания препарата, стабилизация – в итоге.

В случаях с заболеваниями полового аппарата (атоническое состояние матки, эндометрит), эргометрин и метилэргометрин усиливали тонус мышечных элементов (на кривой записи – на 4–6 мм). Стабилизация частоты и амплитуды сокращений наступала через 45–50 минут стимуляции обоими препаратами.

Укажем также на особенности динамики стимулирующей ткани под влиянием утеротонических препаратов. Через 10–20 минут наблюдалось эффективное стимулирующее действие метилэргометрина, а после отмывания НрК амплитуда и частота убывали за 120 минут. Через 35–40 минут так же проявлял себя эргометрин, за 120 минут амплитуда уменьшалась, а высокая частота во время отмывания НрК не менялась. Такая разница в действии препаратов, видимо, объясняется фазой послеродового периода, разной чувствительностью гладких мышц на разных фазах полового цикла или возможными патологическими процессами.

Что показало наше исследование? Два вышеназванных утеротонических препарата усиливают сократительную деятельность вне зависимости от стадии полового цикла, от физиологии или патологии половых органов животного.

Нами были отобраны 255 коров после проведения ранней гинекологической диспансеризации. Взяв за основу вышеназванные результаты, мы разделили животных с разнообразными патологиями на 3 группы и проследили эффективность влияния эргометрина и метилэргометрина.

В первой опытной группе (25 голов) животные в течение 1–5 дней после родов получали эргометрин один раз в сутки внутримышечно в дозе 0,005–0,015 мг/кг веса. Вторая опытная группа (25 голов) получала метилэргометрин по той же схеме в дозе 0,004–0,0048 мг/кг. Третья группа (10 голов) – контрольная.

У 76 % коров за первые три часа после введения эргометрина отделился послед. У 68 % получен тот же результат после введения метилэргометрина. В контрольной группе за это же время послед ни разу не отделился.

Срок наблюдения был увеличен до шести часов после введения растворов. У 84–88 % животных опытных групп послед отделился. Тот же результат получен у 40 % коров в контрольной группе.

Результаты наших исследований по выяснению эффективности утеротонических препаратов в стимуляции сократительной деятельности коровьей матки в период после родов совпадают с выводами В. А. Чиркова [8]. Применение вышеназванных препаратов ведет к повышению оплодотворяемости животных в первую половую охоту и укорачивает время бесплодия у коров с патологическими состояниями.

Примечательно, что эргометрин и метилэргометрин почти не повлияли на фракции и динамику сывороточного белка. И у контрольной, и у опытных групп животных при половой охоте в сыворотке крови наблюдалось его довольно высокое содержание. На 3–4-й день беременности эти показатели снижались, затем опять повышались. Снижение было выражено чуть сильнее у животных первой и второй групп.

Применение эргометрина и метилэргометрина привело также к сокращению сроков инволюции матки, увеличило сервис-период, снизило индекс осеменений и уменьшило сроки восстановления половой цикличности после родов. Все это дало повышение на 14–22 % оплодотворяемости от первого осеменения.

Состав фракций сывороточных белков – прежде всего за счет альфа-2 и бета-глобулиновых фракций – менялся в пользу альбуминов и гамма-глобулинов, при этом не выходя за рамки физиологической нормы. Это еще раз подтверждает тот факт, что утеротонические препараты не вредят процессам реактивности организма коров в эти сроки.

Во время исследования проявился феномен полной антигенной идентичности с иммунными сыворотками белков крови коров и белков крови быка. Количество линий преципитации, которые поддаются интерпретации, на фореграммах большей части проб сыворотки крови всех животных составило 18–21 во всех группах. Разница лишь в том, что трудно дифференцировались альфа-2-6 – и альфа-2-7-глобулиновые дуги на иммунофореграммах сыворотки крови контрольных коров, а у животных опытной группы эти дуги были выражены значительно лучше.

Кроме того выяснилось, что происходит агглютинация спермиев при варьирующих титрах, не превышающих 1:64, у животных с нормальной воспроизводительной функцией (ставших стельными от первого осеменения), а также у стельных коров. До 1:512 и даже выше возрастают титры с увеличением числа безрезультатных осеменений в сыворотке крови многих животных. У животных с заболеваниями половой сферы (атония матки, эндометрит и т. д.) были выше, чем у клинически здоровых коров, титры спермиоагглютининов в крови. То же самое – в сравнении с коровами, не обработанными эргометрином и метилэргометрином.

Титр сывороточных спермиоантител в крови опытных животных снижался до уровня, характерного для неоплодотворенных коров или даже ниже его, лишь к 20-му дню беременности. Здесь имели место, скорее всего, нарушения слизистой оболочки матки при воспалении, в результате чего в кровеносное русло, вызывая активное образование спермиоагглютининов, проникли антигены спермы.

В наши дни попытка понять причины, которые вызывают аборт, снижают плодовитость и оплодотворяемость маточного поголовья, ведут к рождению нежизнеспособного приплода, приводит нас к выводу об иммунной несовместимости партнеров. Для решения различных теоретических и практических задач в биологии, да и в других областях науки, это, как мы думаем, важно учитывать.

Заключение. После наших экспериментов подтверждены выводы предыдущих исследований о том, что утеротонические препараты «эргометрин» и «метилэргометрин» в разведении от 1:450000 до 1:18000000 положительно влияют на сократительную деятельность коровьей матки. Это влияние не зависит от физиологии или патологии половых органов и стадии полового цикла.

В рамках физиологической нормы остается изменение – прежде всего за счет альфа-2- и бета-глобулиновых фракций – в пользу альбуминов и гамма-глобулинов фракционного состава сывороточных белков. Этим подтверждено отсутствие вреда эргометрина и метилэргометрина для целостного организма коров после гинекологического заболевания.

Одинаковая иммунологическая структура соответствующих белков также видна при сравнении антигенных свойств белков сыворотки крови подопытных животных в послеродовой период.

Список используемой литературы

1. Акимбаев Д.Е. Стимуляция воспроизводительной функции коров. / Д.Е. Акимбаев, С.Д. Тусунов. – Текст: непосредственный. // Молодой ученый. – 2017. – № 6 (140). – С. 169–171.
2. Бочаров И.А. Бесплодие сельскохозяйственных животных. / И.А. Бочаров. – М.–Л.: Сельхозгиз, 1956. – 284 с. – Текст: непосредственный.
3. Ковзалов Н.И. Влияние отдельных биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на использование питательных веществ и мясную продуктивность крупного рогатого скота: монография. / Н.И. Ковзалов, В.И. Левахин. – Оренбург-Волгоград, 2000. – 414 с. – Текст: непосредственный.
4. Куликова Н.Н. Прогностическое значение показателей белкового обмена у беременных с повышенным риском послеродовых инфекционных осложнений. / Н.Н. Куликова, В.Н. Кулаков, Н.И. Яковлева. – Текст: непосредственный. // Акушерство и гинекология. – 1984. – № 9. – С. 27–30.

Ветеринария и зоотехния

5. Петрунькина А.М. Практическая биохимия. 3-е изд., перераб. / А.М. Петрунькина. – Л.: Медгиз, Ленингр. Отделение, 1961. – 428 с. – Текст: непосредственный.
6. Середин В.А. Биологическая система стимуляции воспроизводства в скотоводстве. / В.А. Середин. – Текст: непосредственный. // Вестник ветеринарии. – 1997. – № 2. – С. 10–20.
7. Таов И.Х. Действия обеспеченности организма стельных коров витамином А и тривитаминном на показатели белкового обмена и активность иммунного ответа. / И.Х. Таов. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2025. – № 1. – С. 80–84.
8. Чирков В.А. Стимуляция матки коров после отела. / В.А. Чирков. – Текст: непосредственный. // Ветеринария. – 1980. – № 1. – С. 40–47.
9. Грабар П. Иммуноэлектрофоретический анализ: применение для исследования биологических жидкостей для человека; пер. с франц. / П. Грабар, П. Буртэн. – М.: Изд. иностр. Лит., 1963. – 206 с. – Текст: непосредственный.
10. Grabar P. Methodepermettant et imunoeligues au serum sanguine. / P. Grabar, S.A. Williams. – Text: direct. // Biochim. Biophys. Acta. – 1953. – Vol. 10. – 133 p.

References

1. Akimbaev D.E. Stimulyatsiya vosproizvoditel'noj funktsii korov. / D.E. Akimbaev, S.D. Tusunov. – Текст: neposredstvennyj. // Molodoy uchenyj. – 2017. – № 6 (140). – С. 169–171.
2. Bocharov I.A. Besplodie sel'skokhozyajstvennykh zivotnykh. / I.A. Bocharov. – M.-L.: Sel'khozgiz, 1956. – 284 s. – Текст: neposredstvennyj.
3. Kovzalov N.I. Vliyanie otdel'nykh biologicheskii aktivnykh veshchestv i netraditsionnykh kormov na ispol'zovanie pitatel'nykh veshchestv i myasnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota: monografiya. / N.I. Kovzalov, V.I. Levakhin. – Orenburg-Volgograd, 2000. – 414 s. – Текст: neposredstvennyj.
4. Kulikova N.N. Prognosticheskoe znachenie pokazatelej belkovogo obmena u beremennykh s povyshennym riskom poslerodovykh infektsionnykh oslozhenij. / N.N. Kulikova, V.N. Kulakov, N.I. Yakovleva. – Tekst: neposredstvennyj. // Akusherstvo i ginekologiya. – 1984. – № 9. – С. 27–30.
5. Petrun'kina A.M. Prakticheskaya biokhimiya. 3-e izd., pererab. / A.M. Petrun'kina. – L.: Medgiz, Leningr. Otdelenie, 1961. – 428 s. – Текст: neposredstvennyj.
6. Seredin V.A. Biologicheskaya sistema stimulyatsii vosproizvodstva v skotovodstve. / V.A. Seredin. – Текст: neposredstvennyj. // Vestnik veterinarii. – 1997. – № 2. – С. 10–20.
7. Taov I.Kh. Dejstviya obespechennosti organizma stel'nykh korov vitaminom A i trivitaminom na pokazateli belkovogo obmena i aktivnost' immunnogo otveta. / I.Kh. Taov. – Текст: neposredstvennyj. // Agrarnyj vestnik Verkhnevolzh'ya. – 2025. – № 1. – С. 80–84.
8. Chirkov V.A. Stimulyatsiya matki korov posle otela. / V.A. Chirkov. – Текст: neposredstvennyj. // Veterinariya. – 1980. – № 1. – С. 40–47.
9. Grabar P. Immunojelektroforeticheskij analiz: primenenie dlya issledovaniya biologicheskikh zhidkostej dlya cheloveka; per. s frants. / P. Grabar, P. Burtjen. – M.: Izd. inostr. Lit., 1963. – 206 s. – Текст: neposredstvennyj.
10. Grabar P. Methodepermettant et imunoeligues au serum sanguine. / P. Grabar, S.A. Williams. – Text: direct. // Biochim. Biophys. Acta. – 1953. – Vol. 10. – 133 p.

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

УДК 62.115:631.517:631.3.004.67

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРА ВЛАДИМИРСКОГО ТРАКТОРНОГО ЗАВОДА

Иовлев Г.А., ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»
Голдина И.И., ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»

История Владимирского тракторного завода началась в 1944 году с производства трактора Универсал У-2. Тракторостроение развивалось, изменялись эксплуатационные свойства тракторов, они стали мощнее, энергонасыщеннее. В 2024 году завод начал выпуск трактора Agroapollo G1604, изготовленного в ООО «Владимирский Трактор», г. Владимир. Техника производится на основе китайской инженерной базы Changfa, но с поэтапной локализацией в России. В статье, в табличном варианте, представлена динамика развития эксплуатационных свойств всей линейки тракторов Владимирского тракторного завода. Для обоснования цели – исследование эксплуатационных свойств, просчитаны технические характеристики трактора Agroapollo G1604, его тяговые усилия при различных вариантах балластирования; оптимальные эксплуатационные свойства трактора при выполнении технологической операции культивация; определена максимальная и минимальная производительность у агрегата в составе Agroapollo G1604 + КПС-6 при разных вариантах балластирования. Расчеты представлены в таблицах и графиках. Также для сравнения эксплуатационных свойств авторы провели расчеты для тракторов, близких по технико-экономическим показателям – Беларус 1523 и LOVOL TR1504. На основе проведенных расчетов сделаны выводы о том, что Agroapollo G1604 уступает по своим тяговым свойствам тракторам китайского производства и Беларус 1523 с мощностью двигателя 150 л.с. – 160 л.с. от 20,5 % до 36,2 %, что можно компенсировать за счёт использования дополнительного комплекта балластных грузов.

Ключевые слова: Владимирский тракторный завод, Agroapollo G1604, эксплуатационные свойства, культивация.

Для цитирования; Иовлев Г.А., Голдина И.И. Исследование эксплуатационных свойств трактора Владимирского тракторного завода // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55) . С. 93–101.

Актуальность. В средствах массовой информации (СМИ) с ноября 2024 года стала появляться информация о возрождении во Владимире производства тракторов. Необходимо отметить, что г. Владимир являлся одним из центров тракторостроения Советского Союза, наравне с Харьковом, Волгоградом (Сталинградом), Челябинском, Минском, Липецком.

Производство тракторов началось в далёком «военном» 1944 году с трактора Универсал У-2, производство трактора продолжалось до 1955 года [1]. С 1951 года на заводе начался выпуск трактора ДТ-24, с 1958 года – Т-28 «Владимирец», который выпускали до 1972 года. С 1972 года начался выпуск трактора Т-25 «Владимирец», с 1984 года выпуск трактора Т-30 и его модификаций, с 1998 –

Инженерные агропромышленные науки

года самоходное шасси ВТЗ-30 СШ. В 1996 году выпущены первые тракторы серии ВТЗ-2000. Динамику развития эксплуатационных свойств всей линейки тракторов представим в табл. 1.

Таблица 1 – Развитие эксплуатационных свойств тракторов Владимирского тракторного завода

Марка трактора	Мощность двигателя, л.с.	Эксплуатационная масса, кг	Диапазон передач, км/ч	Номинальное тяговое усилие, кН
Универсал У-2	22,0	2108	3,9–8,1	6,71
ДТ-24	24,0	2590	4,7–18,9	8,23
Т-28	28,0	2200	4,2–27,9	7,0
Т-25	25,0	2040	5,4–21,6	6,48
Т-30	30,0	2390	1,52–23,86	7,58
ВТЗ-30 СШ	30,0	2440	5,39–23,86	7,74
ВТЗ-2032 А	30,0	2500	1,52–23,86	7,94
ВТЗ-2048	45,0	2620	1,52–23,86	10,1
ВТЗ-2048 А	45,0	2750	1,53–23,87	10,6
Т-40 А*	40,0	2570	1,62–26,7	8,16

* Трактор производства Липецкого тракторного завода с двигателем Д-37 М(Е) производства Владимирского тракторного завода.

Из информации, представленной в таблице 1, видно, что мощность двигателя увеличилась в 2 раза, тяговое усилие в 1,6 раза, энергонасыщенность (показатель, характеризующий тяговую концепцию трактора) от 0,69 кВт/кН (ДТ-24) до 1,29 кВт/кН (ВТЗ-2048) [2].

Цель – исследование эксплуатационных свойств трактора Agropollo G1604 Владимирского тракторного завода.

Условия, материалы и методы. На выставке в МВЦ «Екатеринбург-Экспо», прошедшей в г. Екатеринбург 29-31 октября 2025 года, был представлен трактор Agropollo G1604, изготовленный в ООО «Владимирский Трактор», г. Владимир. Производитель данного трактора в Китае – Jiangsu Changfa Agriculture Equipment Co., Ltd [3].

Краткая характеристика трактора: эксплуатационная масса – 4800 кг; мощность двигателя – 160 л.с.; диапазон передач (24 передачи) – 0,28–38,3 км/ч; рабочих передач (7 передач) – 4,71–15,4 км/ч; номинальное тяговое усилие – 18,5 кН; диапазон изменения тягового усилия в диапазоне рабочих передач – 18,5–10,6 кН; балластные грузы: передние – 14×40 кг, задние – до 6×50 кг на колесо, всего 1160 кг [4].

Представленные технические характеристики говорят о том, что трактор обладает высокой энергонасыщенностью (2,5 кВт/кН), что позволяет для увеличения тяговых свойств использовать балластные грузы.

Материалы исследования: нормативная документация по эксплуатации тракторов, культиватора, представленных в данной работе; цифровые данные, необходимые для определения эксплуатационных свойств. Применяемые методы: расчётный, сравнение, прогнозирование, математическое моделирование.

Результаты исследования. Для исследования эксплуатационных свойств предложим различные варианты балластирования при использовании заводского комплекта балластных грузов, учитывающих рекомендации завода-изготовителя по распределению нагрузки между осями (45 % – передняя ось, 55 % – задняя ось).

Основные технические характеристики трактора Agropollo G1604 в соответствии с вариантами балластирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики трактора при различных вариантах балластирования

№ варианта		Нагрузка на переднюю ось, кг; %.		Нагрузка на заднюю ось, кг; %		Номинальное тяговое усилие, кН	Энергонасыщенность, кВт/кН
передние балластные грузы, кг	балластные грузы на задние колеса, кг						
1		2160	45	2640	55	18,5	2,5
нет	нет						
2		2160	43,2	2840	56,8	19,2	2,4
нет	200						
3		2360	45,4	2840	54,6	20,0	2,31
200	200						
4		2360	43,7	3040	56,3	20,8	2,22
200	400						
5		2560	45,7	3040	54,3	21,5	2,14
400	400						
6		2560	44,1	3240	55,9	22,3	2,07
400	600						
7		2720	45,6	3240	54,4	22,9	2,01
560	600						

При использовании заводского комплекта балластных грузов номинальное тяговое усилие увеличилось на 23,8 %, при использовании энергонасыщенности до 1,4 кВт/кН (тяговая концепция трактора), трактор можно дополнительно загрузить балластными грузами в объёме 2520 кг (1120 кг передних балластных грузов, 1400 кг задних балластных грузов). В результате трактор будет соответствовать тяговому классу 3 т (32,6 кН).

Для определения эксплуатационных свойств произведём расчёт тяговых усилий трактора на различных рабочих передачах в диапазоне от 4,71 км/ч до 14,5 км/ч при различных вариантах балластирования, результаты расчётов представим в табл. 3.

Таблица 3 – Тяговые усилия при разных вариантах балластирования

№ передачи	Рабочая скорость, км/ч	Варианты балластирования						
		1	2	3	4	5	6	7
12 с х/у	4,71	18,5	19,2	20,0	20,8	21,5	22,3	22,9
1 б х/у	7,16	16,7	17,3	18,0	18,8	19,4	20,1	20,65
2 б х/у	9,31	15,1	15,7	16,3	17,0	17,5	18,2	18,7
3 б х/у	12,1	13,0	13,5	14,0	14,65	15,1	15,7	16,1
4 б х/у	15,4	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,1
5 б х/у	10,9	13,9	14,45	15,0	15,65	16,2	16,7	17,2
6 б х/у	14,5	11,3	11,7	12,1	12,65	13,1	13,5	13,9

Оптимальные эксплуатационные свойства трактора определим при выполнении технологической операции – культивация. Исходные данные для расчётов: удельное сопротивление почвы –

Инженерные агропромышленные науки

1,7 кН/м, рабочая скорость до 12 км/ч, коэффициент сопротивления перекачиванию – 0,15, запас тягового усилия 7,5 %, тяговое сопротивление культиватора КПС-4 – $R_a = 7,99$ кН (8,59 кН с запасом тягового усилия), КПС-5 – $R_a = 10,39$ кН (11,2 кН), КПС-6 – $R_a = 12,24$ кН (13,2 кН), КПК-7 – $R_a = 15,4$ кН (16,55 кН). Для расчёта эффективности машинно-тракторного агрегата (МТА) используем показатель производительности и затрат при выполнении технологической операции.

При расчете показателей, характеризующих основные эксплуатационные свойства, использованы классические формулы, определяющих:

- часовую производительность: с учетом коэффициентов ширины захвата, использования рабочей скорости, рабочего времени смены;
- удельный расход топлива: с учетом расхода топлива при выполнении основных операций, при разворотах, при кратковременных остановках агрегата;
- затраты на амортизацию: с учетом стоимости трактора и сельскохозяйственной машины, нормы амортизации, количества дней работы в году, сменную производительность агрегата;
- затраты на топливо: с учетом удельного расхода топлива, стоимости топлива;
- затраты на оплату труда: с учетом тарифной часовой ставки, продолжительности смены, сменной производительности [5,6].

На основании данных зависимостей выполнены инженерные расчеты по разным вариантам балластирования, расчеты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели, характеризующие работу МТА

Марка культиватора, показатели		Варианты балластирования						
		1	2	3	4	5	6	7
КПС-4	W_q га/ч	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	$g_{ГА}$ кг/га	4,21	4,4	4,57	4,73	4,91	5,09	5,23
	Затраты, руб./га	607,74	624,95	640,35	654,85	671,16	687,46	700,15
КПС-5	W_q га/ч	4,0	4,0	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
	$g_{ГА}$ кг/га	3,7	3,84	3,77	3,91	4,05	4,2	4,32
	Затраты, руб./га	528,51	541,19	523,49	536,18	548,86	562,45	573,32
КПС-6	W_q га/ч	3,61	4,0	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8
	$g_{ГА}$ кг/га	4,1	3,84	4,0	4,15	4,3	3,72	3,82
	Затраты, руб./га	587,37	542,76	557,26	570,85	584,44	499,41	508,47
КПК-7	W_q га/ч				3,59	3,59	4,21	4,21
	$g_{ГА}$ кг/га				4,62	4,79	4,24	4,36
	Затраты, руб./га				636,26	651,66	569,77	580,65

В результате расчётов определено, что максимальная производительность у агрегата в составе Agroapollo G1604 + КПС-6 при 6-м варианте балластирования – 4,8 га/ч, минимальная в составе с КПС-4 при всех вариантах балластирования – 3,4 га/ч; минимальные затраты также у агрегата Agroapollo G1604 + КПС-6 при 6-м варианте балластирования – 499,41 руб./га, максимальные затраты у агрегата с культиватором КПС-4 при 7-м варианте балластирования – 700,15 руб./га.

Для определения наиболее эффективного МТА используем рейтинговый метод, взяв за базовый, вариант использования агрегата в составе с культиватором КПС-4 при первом варианте балластирования [7]. Результаты расчёта рейтинговых баллов агрегатов с различными культиваторами при разных вариантах балластирования представим в таблице 5.

Таблица 5 – Рейтинговые баллы агрегатов при разных вариантах балластирования

Варианты балласт.	Показатели	КПС-4		КПС-5		КПС-6		КПК-7	
1-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,0	1,18	3,61	1,06	–	–
	Затраты, руб./га	607,74	1,0	528,51	1,15	587,37	1,03	–	–
	Σ балл.		2,0		2,33		2,09	–	–
2-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,0	1,18	4,0	1,18	–	–
	Затраты, руб./га	624,95	0,97	541,19	1,12	542,76	1,12	–	–
	Σ балл.		1,97		2,3		2,3	–	–
3-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,25	1,25	4,0	1,18	–	–
	Затраты, руб./га	640,35	0,95	523,49	1,16	557,26	1,09	–	–
	Σ балл.		1,95		2,41		2,27	–	–
4-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,25	1,25	4,0	1,18	3,59	1,06
	Затраты, руб./га	654,85	0,93	536,18	1,13	570,85	1,06	636,26	0,95
	Σ балл.		1,93		2,38		2,24		2,01
5-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,25	1,25	4,0	1,18	3,59	1,06
	Затраты, руб./га	671,16	0,9	548,86	1,11	584,44	1,04	651,66	0,93
	Σ балл.		1,9		2,36		2,22		1,99
6-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,25	1,25	4,8	1,41	4,21	1,24
	Затраты, руб./га	687,46	0,88	562,45	1,08	499,41	1,22	569,77	1,07
	Σ балл.		1,88		2,33		2,63		2,31
7-й вар.	W_{q_i} га/ч	3,4	1,0	4,25	1,25	4,8	1,41	4,21	1,24
	Затраты, руб./га	700,15	0,87	573,32	1,06	508,47	1,19	580,65	1,05
	Σ балл.		1,87		2,31		2,6		2,29

Для большей наглядности при исследовании динамики изменения эксплуатационных свойств агрегатов при различных вариантах балластирования динамику изменения суммарных рейтинговых баллов (Σ балл.) представим на рисунке 1.

Из информации, представленной на рис. 1 и табл. 4, видно, что наилучшие эксплуатационные свойства у трактора Agroapollo G1604 в агрегате с культиватором КПС-6 при 6-м варианте балластирования (10 передних балластных грузов по 40 кг + по 6 грузов по 50 кг на задние колёса). До 5-го варианта балластирования эксплуатационные свойства МТА, с учётом увеличения тягового усилия за счёт использования балластных грузов, увеличения расхода топлива, увеличивались в среднем на 2,7 %. При 6-м варианте балластирования, за счёт увеличения тягового усилия, появилась возможность использования более высокой рабочей скорости – 14,5 км/ч (в пятом варианте 12,1 км/ч), что позволило увеличить часовую производительность до 4,8 га/час (на 20 %), снизить удельный расход топлива до 3,72 кг/га (на 13,5 %) по сравнению с 5-м вариантом балластирования трактора.

Эксплуатационные свойства МТА с культиватором КПС-5 выше, чем с культиватором КПС-6 до 5-го варианта балластирования – на 6,3 %, но с 3-го варианта балластирования эксплуатационные свойства МТА снижаются за счёт увеличения расхода топлива при равных значениях производительности. Агрегат в составе с культиватором КПК-7, до 4-го варианта балластирования, агрегатировать нецелесообразно из-за низких рабочих скоростей, на которых МТА способен выполнять технологическую операцию. Эксплуатационные свойства МТА с культиваторами КПС-5 и КПК-7 при 6-м и 7-м вариантах балластирования имеют практически равные значения. Агрегат в составе

Инженерные агропромышленные науки

с культиватором КПС-4 использовать нецелесообразно, даже при рабочей скорости 15,4 км/ч тяговое усилие трактора используется 81 %, дальнейшее использование балластных грузов приводит только к увеличению расхода топлива [8].

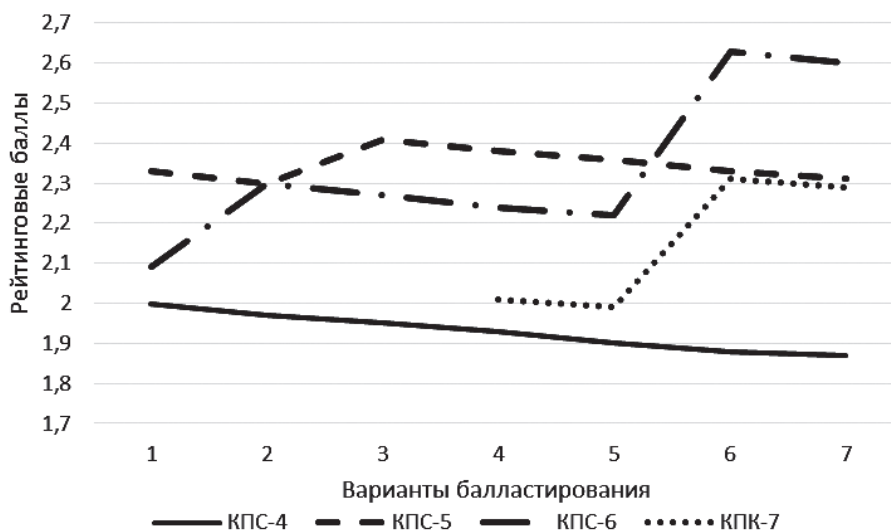


Рисунок 1 – Динамика изменения эксплуатационных средств МТА в зависимости от варианта балластирования трактора

Необходимо отметить, что наряду с трактором Agropollo G1604, выпускаемом на ООО «Владимирский Трактор», на российском рынке сельскохозяйственных тракторов в разные годы появилось множество моделей тракторов китайского производства разных марок. Отметим тракторы китайских производителей, близких по своим технико-экономическим показателям к трактору Agropollo G1604.

Представим основные модели, имеющиеся на российском рынке сельскохозяйственных тракторов: ENSING YX 1604-J, ZOOMLION RS 1604, LOVOL TR1504, YTO-ELG1604, FOTRAK 1604 [9]. Для сравнительного анализа рассмотрим также технико-экономические показатели трактора белорусского производства – Беларус 1523. Из представленных марок видно, что тракторы имеют мощность двигателя 150 л.с. – 160 л.с., эксплуатационную массу в диапазоне от 5810 кг (ZOOMLION RS 1604) до 6420 кг (YTO-ELG1604), Беларус 1523 – 5950 кг. Это говорит о том, что у всех представленных тракторов выше номинальное тяговое усилие, чем у трактора Agropollo G1604. У ZOOMLION RS 1604 – 22,3 кН, у YTO-ELG1604 – 25,2 кН, у Беларус 1523 – 21,5 кН. Для примера сравним эксплуатационные свойства LOVOL TR1504 и Agropollo G1604.

В результате расчётов выявлено, что трактор Agropollo G1604 с культиватором КПК-7, при 6-м варианте балластирования (10 передних балластных грузов по 40 кг, всего 400 кг + по 6 грузов по 50 кг на задние колёса, всего 600 кг) имеет одинаковые эксплуатационные свойства с трактором LOVOL TR1504 в агрегате с культиватором КПК-7 при эксплуатации без балластных грузов. При использовании полного комплекта балластных грузов (1760 кг), агрегат в составе LOVOL TR1504 + КПК-7 эффективнее агрегата Agropollo G1604 + КПК-7 на 38,6 %. Трактор Agropollo G1604 с культиватором КПС-6, при 6-м варианте балластирования, превышает эксплуатационные свойства трактора LOVOL TR1504 в агрегате с культиватором КПК-7, при эксплуатации без балластных грузов, на 15 %. Агрегат LOVOL TR1504 + КПК-7 с полным комплектом балластных грузов эффективнее агрегата Agropollo G1604 + КПС-6 на 21,7 %.

Проведём также сравнительный анализ тракторов Беларус 1523 и Agropollo G1604. Агрегат в составе Беларус 1523 с культиватором КПК-7 при оптимальном варианте догрузки балластными гру-

зами (4-й вариант – 265 кг) эффективнее агрегата Agroapollo G1604 + КПК-7 на 9,9 %, но агрегат в составе Agroapollo G1604 + КПС-6 эффективнее агрегата Беларусь 1523 + КПК-7 на 3,6 % [10].

Выводы. Наряду с производством на территории России универсально-пропашных тракторов из тракторокомплектов Минского тракторного завода, производство тракторов во Владимире является своевременным решением. При сравнительном анализе эксплуатационных свойств трактора с различными культиваторами, при выполнении технологической операции культивация, при разных вариантах балластирования, выявлено, что наилучшие, т.е. оптимальные свойства трактора, в составе агрегата с культиватором КПС-6 при 6-м варианте балластирования. В то же время необходимо отметить, что трактор Agroapollo G1604 относится к тяговому классу 2 т, с номинальным тяговым усилием 18,5 кН. Он уступает по своим тяговым свойствам тракторам китайского производства с мощностью двигателя 150 л.с. – 160 л.с. от 20,5 % до 36,2 %, что можно компенсировать за счёт использования дополнительного комплекта балластных грузов, энергонасыщенность трактора позволяет это сделать.

Трактор Agroapollo G1604 также уступает по своим эксплуатационным свойствам трактору белорусского производства Беларусь 1523. При определённых вариантах комплектования машинно-тракторного агрегата, использования балластных грузов, можно добиться практически равных эксплуатационных свойств с тракторами других китайских производителей и Беларусь 1523. Но на наш взгляд, и это подкреплено расчётами, производителям необходимо расширить диапазон использования балластных грузов или путём увеличения количества заводского комплекта, или путём увеличения массы передних и задних балластных грузов.

Список используемой литературы

1. Картошкин А.П. Конструкторские разработки АО «Петербургский тракторный завод». / А.П. Картошкин, В.А. Филимонов, А.И. Фомичев. – Текст: непосредственный. // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 12-20. – EDN QXGIJW.
2. Грудский Ю.Г. Прикладная наука и производство: НАМИ и ВТЗ / Ю.Г. Грудский. – Текст: непосредственный. // Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – Т. 88, № 2. – С. 6-15. – DOI 10.31992/0321-4443-2021-2-6-15. – EDN UNZDWV.
3. Рыжкова С.М. Современные факторы развития рынка сельскохозяйственной техники в России. / С.М. Рыжкова, В.М. Кручинина. – Текст: непосредственный. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2023. – № 7 (101). – С. 77-85. – EDN: MQBWXR.
4. Владимирский трактор Agroapollo G1604. // URL: https://agroapollo.ru/catalog_rf/tproduct/167340577942-agroapollo-g1604. – Текст: электронный.
5. Иовлев Г.А. Организационно-экономические аспекты использования тракторов индийского производства в хозяйствующих субъектах России. / Г.А. Иовлев, И.И. Голдина. – Текст: непосредственный. // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2023. – № 8. – С. 31-37. – DOI 10.31442/0235-2494-2023-0-8-31-37. – EDN FXSRVU.
6. Астапенко И.М. Способы повышения тягово-скоростных показателей сельскохозяйственных тракторов. / И.М. Астапенко. – Текст: непосредственный. // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2021. – № 1 (20). – С. 185-191. – EDN: YXQQXD.
7. Журавлёв С.Ю. Улучшение эксплуатационных свойств колёсных 4x4 сельскохозяйственных тракторов. / С.Ю. Журавлёв. – Текст: непосредственный. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (84). – С. 127-132. – EDN: WKVGWR.
8. Белоковьяльский А.М. Анализ эксплуатационной надежности тракторов. / А.М. Белоковьяльский. – Текст: непосредственный. // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 70-75. – EDN: VKZCOU.
9. Никитченко С.Л. Обзор международной выставки сельскохозяйственного сотрудничества «Пояс и путь» 2023 в провинции Хэнань КНР. / С.Л. Никитченко, О.В. Игнатьева. – Текст: непосредственный. // Агро-Форум. – 2024. – №1. – С. 78-80.

10. Иовлев Г.А. Сравнительный анализ технико-экономических и эксплуатационных характеристик тракторов БЕЛАРУС 2122 и ZOOMLION PL2304. / Г.А. Иовлев, И.И. Голдина. – Текст: непосредственный. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2025. – Т. 19, № 1. – С. 96-102.

References

1. Kartoshkin A.P. Konstruktorskie razrabotki AO «Peterburgskij traktorny'j zavod». / A.P. Kartoshkin, V.A. Filimonov, A.I. Fomichev. – Tekst: neposredstvenny'j. // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2023. – № 67. – S. 12–20. – EDN QXGIJW.
2. Grudskij Yu.G. Prikladnaya nauka i proizvodstvo: NAMI i VTZ / Yu.G. Grudskij. – Tekst: neposredstvenny'j. // Traktory' i sel'hoz mashiny'. – 2021. – Т. 88, № 2. – С. 6–15. – DOI 10.31992/0321-4443-2021-2-6-15. – EDN UNZDWV.
3. Ry'zhkova S.M. Sovremennyy'e faktory' razvitiya ry'nka sel'skoxozyajstvennoj texniki v Rossii. / S.M. Ry'zhkova, V.M. Kruchinina. – Tekst: neposredstvenny'j. // E'konomika, trud, upravlenie v sel'skom xozyajstve. – 2023. – № 7 (101). – S. 77-85. – EDN: MQBWXR.
4. Vladimirs'kiy traktor Agroapollo G1604. // URL: https://agroapollo.ru/catalog_rf/tproduct/167340577942-agroapollo-g1604. – Tekst: e'lektronny'j.
5. Iovlev G.A. Organizacionno-e'konomicheskie aspekty' ispol'zovaniya traktorov indijskogo proizvodstva v xozyajstvuyushhix sub`ektax Rossii. / G.A. Iovlev, I.I. Goldina. – Tekst: neposredstvenny'j. // E'konomika sel'skoxozyajstvenny'x i pererabaty'vayushhix predpriyatij. – 2023. – № 8. – S. 31-37. – DOI 10.31442/0235-2494-2023-0-8-31-37. – EDN FXSRVU.
6. Astapenko I.M. Sposoby' povы'sheniya tyagovo-skorostny'x pokazatelej sel'skoxozyajstvenny'x traktorov. / I.M. Astapenko. – Tekst: neposredstvenny'j. // Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya. – 2021. – № 1 (20). – S. 185–191. – EDN: YXQQXD.
7. Zhuravlyov S.Yu. Uluchsheniye e'kspluatatsionny'x svoystv kolyosny'x 4x4 sel'skoxozyajstvenny'x traktorov. / S.Yu. Zhuravlev. – Tekst: neposredstvenny'j. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 4 (84). – S. 127–132. – EDN: WKVGWR.
8. Belokovy'ls'kiy A.M. Analiz e'kspluatatsionnoj nadezhnosti traktorov. / A.M. Belokovy'ls'kiy. – Tekst: neposredstvenny'j. // Mezhdunarodny'j tekhniko-e'konomicheskij zhurnal. – 2020. – № 2. – S. 70-75. – EDN: VKZCOU.
9. Nikitchenko S.L. Obzor mezhdunarodnoj vy'stavki sel'skoxozyajstvennogo sotrudnichestva «Poyas i put'» 2023 v provincii Xe`nan` KNR. / S.L. Nikitchenko, O.V. Ignat`eva. – Tekst: neposredstvenny'j. // AgroForum. – 2024. – №1. – S. 78–80.
10. Iovlev G.A. Sravnitel'ny'j analiz tekhniko-e'konomicheskix i e'kspluatatsionny'x xarakteristik traktorov BELARUS 2122 i ZOOMLION PL2304. / G.A. Iovlev, I.I. Goldina. – Tekst: neposredstvenny'j. // Sel'skoxozyajstvenny'e mashiny' i tekhnologii. – 2025. – Т. 19, № 1. – С. 96–102.

КРИТЕРИЙ ПОДОБИЯ ПРИ ТРЕНИИ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Картошкин А.П., Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Агапов Д.С., Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Антипов А.В., Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Разработка новых термостойких материалов и новых видов смазочных материалов для снижения трения в подшипниках качения и скольжения автотракторной техники является актуальной задачей. В статье проанализированы факторы, влияющие на трение в подшипниках скольжения. Влияние рассмотренных факторов нелинейно. Многие учёные исследовали зависимость коэффициента трения от комплексного показателя, включающего ряд влияющих факторов. В качестве примера приведена диаграмма Герси-Штрибека. Нами предлагается синтез безразмерного критерия подобия трения с целью распространения выводов на широкий класс подшипников скольжения для автотракторной техники. В качестве инструмента использована р-теорема, с помощью которой представлена структура формул, описывающих явление трения. Для проведения исследований выбрана целевая функция. Для синтеза безразмерного критерия трения в подшипниках определены наиболее значимые факторы. При анализе размерностей использован класс систем единиц измерения типа «длина-масса-время», что характерно для гидромеханических процессов в СИ. С помощью теоремы Федермана-Букингема составлено уравнение безразмерного комплекса в виде мультипликативной функции. Определённый таким образом критерий подобия связывает три физические величины - скорость V , площадь трения S и кинематическую вязкость ν , которые будут являться условием однозначности. Теорема Ньютона-Бертрана устанавливает необходимые условия подобия: если явления подобны, то их критерии подобия численно равны. Полученный критерий подобия позволяет провести расчёт и подбор материала подшипникового узла, геометрических параметров узла трения, вида смазочного материала и оптимальные режимы работы подшипникового узла. Синтезированный критерий подобия позволяет как прогнозировать ресурс имеющегося подшипника в зависимости от его условий и режима функционирования, так и проектировать новые типоразмерные ряды подшипников, подобные имеющимся.

Ключевые слова: узел трения, кинематическая вязкость, давление, подшипник, критерий подобия, износ

Для цитирования. Картошкин А.П., Агапов Д.С., Антипов А.В. Критерий подобия при трении в подшипниках скольжения автотракторной техники // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 102–107.

Актуальность. Актуальность изучения износов в узлах трения автотракторной техники и комплексных сельскохозяйственных агрегатов объясняется множеством подшипников качения, скольжения и др. Нагрузки на узлы трения увеличиваются, изменяются процессы тепловыделения. Всё это вызывает необходимость создания новых материалов для узлов трения, а также новых видов смазочных материалов для снижения их износа.

Факторы, влияющие на трение в подшипнике скольжения: давление в паре трения P (Па), вязкость масла кинематическая ν ($\text{м}^2/\text{с}$), вязкость масла динамическая μ ($\text{Па}\cdot\text{с}$), температура подшип-

Инженерные агропромышленные науки

никового узла $T(K)$, скорость скольжения $V(m/c)$. Однако перечисленные факторы имеют взаимное влияние. Так, например, на рисунке 1 показана зависимость смазочных масел от давления, а на рисунке 2 – зависимость кинематической вязкости от температуры в паре трения.

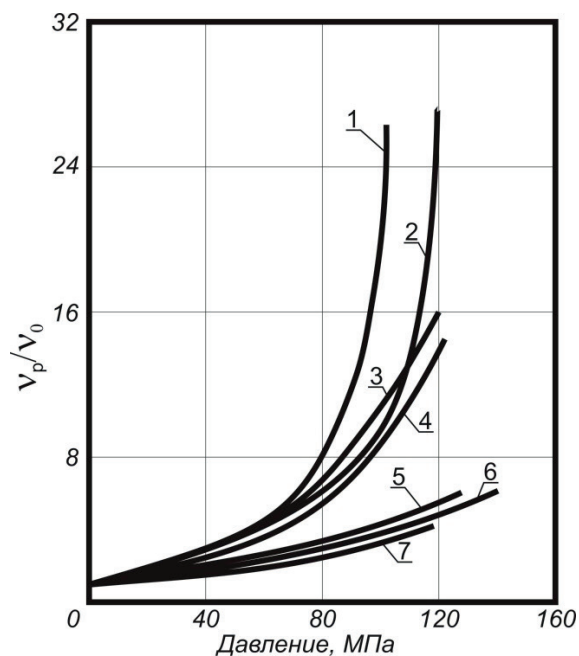


Рисунок 1 – Зависимость кинематической вязкости смазочных масел от давления:
1–4 – нефтяные масла; 5–7 – растительные масла

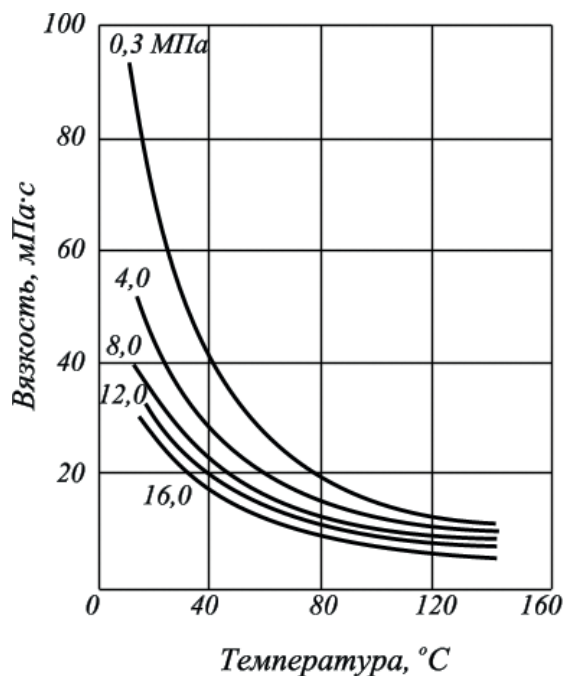


Рисунок 2 – Влияние температуры смазочных масел на их динамическую вязкость при различных давлениях

Известно также влияние скорости скольжения на коэффициент трения (рисунок 3).

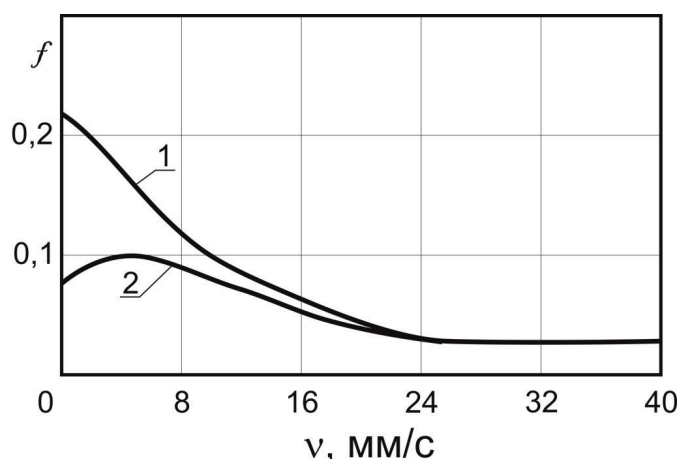


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента трения f смазочных масел от скорости скольжения V :
1 – для нефтяного масла; 2 – для того же масла с присадкой ПАВ (по В.В. Федорову)

Влияние указанных факторов весьма нелинейно; некоторые учёные [1, 10] исследовали зависимость коэффициента трения от комплексного показателя, включающего ряд перечисленных влияющих факторов. Так, на рисунке 4 приведена диаграмма Герси-Штрибека [2] для подшипников скольжения, учитывающая влияние на коэффициент трения кинематической вязкости масла, скорости скольжения и нагрузки.

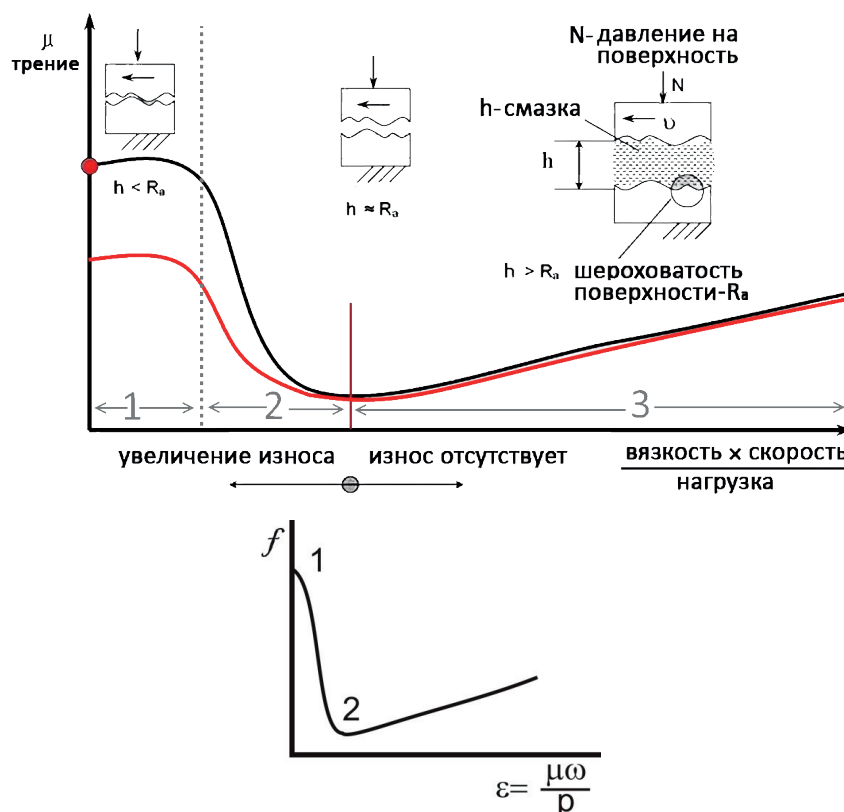


Рисунок 4 – Диаграмма Герси-Штрибека для подшипников скольжения

Однако даже предложенный показатель не является безразмерным и включает недостаточное количество влияющих факторов для подшипников автотракторной техники.

Цель исследования – синтез безразмерного критерия подобия трения с целью распространения выводов на широкий класс подшипников скольжения для автотракторной техники.

Материалы, методы и объекты исследования. Мощным инструментом для подобных исследований является р-теорема [3, 6], с помощью которой удаётся определить структуру формул, описывающих какое-либо явление, а также правильно организовывать экспериментальные работы.

Выберем влияющие факторы, на основе которых будем вести дальнейшее исследование. Целевой функцией является сила трения $F_{тр}$ (Н). Из перечисленных выше факторов предлагается исключить температуру пары трения или кинематическую вязкость смазочного масла, ввиду того что они связаны определённой зависимостью. Так как на силу трения $F_{тр}$ (Н) влияет непосредственно кинематическая вязкость, а не температура пары трения, то предлагается оставить именно её (кинематическую вязкость ν (м²/с)). Кроме того, давление в узле трения Р (Па) заменим на определяющие его факторы: нормальную нагрузку на площадь трения N (Н) и площадь, на которую она приходится S (м²). Таким образом, для синтеза безразмерного критерия трения в подшипниках возьмём следующие факторы: нагрузка N (Н), площадь контакта материалов трения S (м²), кинематическая вязкость масла ν (м²/с), скорость скольжения V (м/с), площадь контакта материалов трения S (м²). Отсюда:

$$F_{тр} = \varphi(N; S; V; \nu). \quad (1)$$

Проведём анализ размерностей принятых факторов:

$$N \text{ (Н)}: [L^1 \times M^1 \times T^{-2}]; \quad S \text{ (м)}: [L^2]; \quad V \text{ (м/с)}: [L^1 \times T^{-1}]; \quad \nu \text{ (м}^2\text{/с)}: [L^2 \times T^{-1}]$$

Инженерные агропромышленные науки

Как видно из анализа размерностей, перед нами класс систем единиц измерения типа «длина-масса-время» (ЛМТ), что характерно для гидромеханических процессов в системе СИ.

Теорема Федермана-Букингема [4] говорит о том, что если существует однозначное соотношение между n физическими величинами, для описания которых используется k основных единиц с независимыми размерностями, то существует также соотношение между $(n-k)$ с безразмерными комбинациями, составленными из этих физических величин [4].

В нашем случае $n = 4$ (N, S, V и v), а $k = 3$ (L, M и T). Следовательно, в соответствии с π -теоремой функциональную зависимость $F_{\text{тр}} = \varphi(N; S; V; v)$ можно выразить безразмерными комплексами в количестве $(n-k = 4-3 = 1)$ одного. Самых величин в комплексе должно быть $(k+1=3+1=4)$ четыре. Составим уравнение комплекса в виде мультипликативной функции:

$$\pi = [L^1 \times M^1 \times T^2]^\alpha \times [L^2]^\beta \times [L^1 \times T^{-1}]^\gamma \times [L^2 \times T^{-1}]. \quad (2)$$

Чтобы обеспечить нулевую размерность для данного комплекса методом полного двустороннего комплекса [5], приравняем показатели степени при каждой величине L, T, M к нулю и получаем систему уравнений:

$$\text{Для L: } \alpha + 2\beta + \gamma + 2 = 0;$$

$$\text{Для T: } -2\alpha - \gamma - 1 = 0;$$

$$\text{Для M: } \alpha = 0;$$

Решением системы являются следующие значения показателей степени величин: $\alpha = 0$; $\beta = -0,5$; $\gamma = -1$.

Запишем наш безразмерный комплекс (2) в виде искомых величин:

$$\pi = [N]^0 \times [S]^{-0,5} \times [V]^{-1} \times [v], \quad (3)$$

и окончательно получим:

$$\pi = \frac{v}{V \cdot \sqrt{S}} \quad \text{или} \quad \pi = \frac{v^2}{V^2 \cdot S}.$$

При перестановке величин в уравнении (2) получается аналогичное решение, где:

$$\pi = \frac{V \cdot \sqrt{S}}{v} \quad \text{или} \quad \pi = \frac{V^2 \cdot S}{v^2},$$

что вполне естественно, и можно использовать любой из этих вариантов. Однако в нашем случае

наиболее рациональным представляется вид: $\pi = \frac{v}{V \cdot \sqrt{S}}$ или $\pi = \frac{v^2}{V^2 \cdot S}$, так как рисунок 3 под-

тверждает данный вид комплекса тем, что при увеличении скорости коэффициент трения, а значит и сила трения, снижаются. Кроме того, на рациональность такого вида комплекса указывает то обстоятельство, что с увеличением кинематической вязкости смазочного масла сила трения также будет увеличиваться, т. к. вязкость — это внутреннее трение слоёв жидкости.

Определённый таким образом критерий подобия связывает три физические величины — скорость V , площадь трения S и кинематическую вязкость v , которые будут являться условием однозначности. Нагрузка N не вошла в комплекс π . Однако известно, что сила трения $F_{\text{тр}}$ прямо пропорциональна нагрузке N [9].

Таким образом, силу трения $F_{\text{тр}}$ (Н) в подшипниках скольжения автотракторной техники предлагается искать в виде [10]:

$$F_{\text{од}} = N \cdot \frac{v}{V \cdot \sqrt{S}} \cdot C \quad (4)$$

или

$$F_{\infty} = N \cdot \frac{v^2}{V^2 \cdot S} \cdot C, \quad (5)$$

где C – константа соответствия опытным данным (аналог коэффициента трения) для полученного уравнения.

Теорема Ньютона-Бертрана [2] устанавливает необходимые условия подобия: если явления подобны, то их критерии подобия численно равны. Следовательно, данные, полученные при проверке формулы (4) или (5) опытным путём, можно будет экстраполировать на другие подобные объекты.

Проанализируем, достаточно ли тех физических величин, которые мы приняли при выводе критерия подобия [11]. Теорема Кирпичёва-Гухмана [6, 8] устанавливает достаточные условия подобия. Подобны те процессы, условия однозначности которых подобны, и критерии подобия, составленные из условий однозначности, численно равны. К условиям однозначности относятся геометрические соотношения, физические параметры, краевые и начальные условия [7].

Условия однозначности:

- 1) геометрическая форма и размеры системы, в которой протекает процесс, в нашем случае размеры системы определяются площадью трения S ;
- 2) физические (физико-химические) параметры веществ, находящихся в системе, в нашем случае физико-химический показатель смазочного масла, а именно кинематическая вязкость ν , считается постоянным;
- 3) начальные условия протекания процесса (начальные скорость, температура и т. д.), в нашем случае речь идёт об установившемся режиме трения, а значит скорость V и температура тоже неизменны;
- 4) состояние системы на ее границах, например, равенство нулю скорости жидкости на неподвижных стенках, в нашем случае граничные условия также соблюдены.

Целью дальнейших исследований является определение опытным путём зависимости (6):

$$F_{\text{тр}} = \varphi(N), \quad (6)$$

при

$$\frac{\nu}{V \cdot \sqrt{S}} = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{\nu^2}{V^2 \cdot S} = \text{const},$$

где N – нормальная нагрузка на подшипник, N .

Полученный критерий подобия позволит провести расчёт и подбор материала подшипникового узла, геометрических параметров узла трения, вида смазочного материала и определить оптимальные режимы работы подшипникового узла.

Вывод: в данной статье рассмотрено влияние различных факторов на трение в подшипниках скольжения автотракторной техники; на основе π -теоремы определен критерий подобия для физических процессов, протекающих в подшипниках трения; предложена зависимость силы трения от нагрузки на подшипник; поставлены задачи дальнейшего исследования опытным путём работы подшипниковых узлов с одинаковыми критериями подобия. Синтезированный критерий подобия позволяет как прогнозировать ресурс имеющегося подшипника в зависимости от его условий и режима функционирования (нагрузка, смазка), так и проектировать новые типоразмерные ряды подшипников, подобных имеющимся.

Список используемой литературы

1. Медеяев И.А. Физическая сущность процессов в зоне контакта деталей машин. / И. А. Медеяев. – Москва: Техполиграфцентр, 2022. – 274 с. – Текст: непосредственный.
2. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника). / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; под общ. Ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2013. – 578 с. – Текст: непосредственный.

Инженерные агропромышленные науки

3. Семёнов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплоэнергетике. / Б.А. Семёнов. – СПб, Лань. 2013. – 132 с. – Текст: непосредственный.
4. Стельмашонок В.Л. Моделирование процессов и систем. / В.Л. Стельмашонок, Л.А. Еникеева, С.А. Соколовская; под ред. Стельмашонок В.Л. – М.: Издательство Юрайт, 2023 – 289 с. – Текст: непосредственный.
5. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. –Новосибирск: Издательство «ЗУХ», 2019. – 629 с. – Текст: непосредственный.
6. Фирсов А.Н., А. И. О методах теории подобия и размерности. / А. Н. Фирсов, А. Журавская. – Текст: непосредственный. – СПб: Сборник научных трудов Петербургского политехнического университета, 2020. – С. 52-59.
7. Кирпичёв М.В. Математические основы теории подобия. / М.В. Кирпичёв, П.К. Конаков. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 97 с. – Текст: непосредственный.
8. Тюлькин В. А. Теория подобия в оценке параметров температурного режима двигателя автомобиля / В. А. Тюлькин, И. М. Трегубова. – Тюмень, 2022. – 160 с. – Текст: непосредственный.
9. Антипов А.В. Повышение работоспособности агрегатов автотракторной техники триботехническими методами. Монография. / А.В. Антипов, А.С. Евсеев, А.П. Картошкин. – М.: ИКЦ Колос-с, 2023. – 231 с. – Текст: непосредственный.
10. Tribologia. Tribotechnika. / Redakcja naukowa. – M. Szczerek, M. Wisniewski. Radom: Polskie Towarzystwo Tribologiczne, 2000. – 728 s. – Text: direct.
11. Menahem Kr. Analytic solutions of the nonlinear radiation diffusion equation with an instantaneous point source in non-homogeneous media. / Kr. Menahem. – Text: electronic. // Physics of Fluids. – 2021. – № 33 (5). – P. 14. DOI:10.48550/arXiv.2104.08475.

References

1. Medelyaev I.A. Fizicheskaya sushhnost` processov v zone kontakta detalej mashin. / I. A. Medelyaev. – Moskva: Texpoligrafcentr, 2022. – 274 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
2. Trenie, iznos i smazka (tribologiya i tribotexnika). / A.V. Chichinadze, E`M. Berliner, E`.D. Braun i dr.; pod obshh. Red. A.V. Chichinadze. – M.: Mashinostroenie, 2013. – 578 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
3. Semyonov B.A. Inzhenerny`j e`ksperiment v promy`shlennoj teploe`nergetike. / B.A. Semyonov. – SPb, Lan`. 2013. – 132 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
4. Stel` mashonok V.L. Modelirovanie processov i sistem. / V.L. Stel` mashonok, L.A. Enikeeva, S.A. Sokolovskaya; pod red. Stel` mashonok V.L. – M.: Izdatel`stvo Yurajt, 2023 – 289 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
5. Shary`j S.P. Konechnomerny`j interval`ny`j analiz. –Novosibirsk: Izdatel`stvo «ZUX», 2019. – 629 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
6. Firsov A.N., A. I. O metodax teorii podobiya i razmernosti. / A. N. Firsov, A. Zhuravskaya. – Tekst: neposredstvenny`j. – SPb: Sbornik nauchny`x trudov Peterburgskogo politexnicheskogo universiteta, 2020. – S. 52-59.
7. Kirpichyov M.V. Matematicheskie osnovy` teorii podobiya. / M.V. Kirpichyov, P.K. Konakov. M. – L.: Izd-vo AN SSSR, 1949. – 97 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
8. Tyul`kin V. A. Teoriya podobiya v ocenke parametrov temperaturnogo rezhima dvigatelya avtomobilya / V. A. Tyul`kin, I. M. Tregubova. – Tyumen`, 2022. – 160 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
9. Antipov A.V. Povy`shenie rabotosposobnosti agregatov avtotraktornoj texniki tribotexnicheskimi metodami. Monografiya. / A.V. Antipov, A.S. Evseev, A.P. Kartoshkin. – M.: IKCz Kolos-s, 2023. – 231 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
10. Tribologia. Tribotechnika. / Redakcja naukowa. – M. Szczerek, M. Wisniewski. Radom: Polskie Towarzystwo Tribologiczne, 2000. – 728 s. – Text: direct.
11. Menahem Kr. Analytic solutions of the nonlinear radiation diffusion equation with an instantaneous point source in non-homogeneous media. / Kr. Menahem. – Text: electronic. // Physics of Fluids. – 2021. – № 33 (5). – P. 14. DOI:10.48550/arXiv.2104.08475.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВОРОШЕНИЯ ЛЕНТ ЛЬНА

Новиков М. А., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»;

Павлов С.Б., ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»;

Гунбина Е.С., ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого».

Представленный материал является одним из этапов научной работы коллектива авторов по повышению эффективности и качества работы льноуборочных машин. На основании исследования процесса вылежки тресты на льнице обоснована актуальность совершенствования технологических операций ворошения и оборачивания. Установлено, что эффект достигается и при комплексном приёме, сочетающем операции оборачивания с ворошением, а также наоборот – ворошения с оборачиванием. Практическое использование данных приёмов позволяет исключить снижение качества тресты льна, достигнуть её однородности по степени вылежки, улучшения цвета льноволокна, повысить сохранность льносырья при вылежке его в тресту. Все приёмы в вариантах с оборачиванием и ворошением, а также сочетающих оборачивание и ворошение способствуют сохранению качества выращенного урожая. Рассмотрено воздействие рабочих органов ворошилки на стебли льна в ленте. Процесс взаимодействия зубьев ворошилки с лентой льна представлен из несколько этапов: I – первоначальный контакт зубьев с лентой; II – проникновение зубьев в ленту; III – подгребание стеблей зубьями; IV – отрыв стеблей льна от поверхности; V – сброс стеблей на почву. Проведя исследования этих этапов, была определена рациональная форма зубьев, оптимальные параметры ворошилки. В зависимости от условий работы определены показатель кинематического режима $\lambda = 0,8-0,9$ и рабочая скорость машины $v_n = 8-12$ км/ч. Предложена ворошилка лент льна, адаптированная к работе на лентах, сформированных теребивильными машинами с различной шириной захвата.

Ключевые слова: лен-долгунец, треста, оборачиватель, ворошилка лент льна.

Для цитирования: Новиков М.А., Павлов С.Б., Гунбина Е.С. Анализ эффективности процесса ворошения лент льна // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 108–112.

Актуальность. Лен-долгунец является фактически единственным источником натурального сырья для текстильной промышленности в России. Несмотря на уникальные свойства льняного волокна и масла, объёмы его производства значительно сократились. Это в первую очередь связано с низкой урожайностью льна-долгунца, невысоким качеством льнотресты и низким выходом длинного волокна при переработке тресты на льнозаводе [1].

Текстильные предприятия ценят волокно, полученное из тресты, приготовленной на полях хозяйств. Вытеребленные и разостланные стебли льна при благоприятных погодных условиях (влажности и температуры воздуха) находятся на льнице 3-4 недели, при затянувшейся непогоде этот период увеличивается. Под воздействием дождей ленты льна прибиваются к почве, прорастают травой.

Вылежка тресты на льнице протекает неодинаково в нижних и верхних слоях ленты. Нижний слой стеблей контактирует с влажной почвенной поверхностью, вследствие чего они не долеживают и подгнивают, а это снижает выход и качество льноволокна.

Для активизации процесса мацерации ленты льна по всей её толщине и для предотвращения порчи волокна необходимо проводить отрыв стеблей льна от почвы путём ворошения или оборачивания для насыщения слоя воздухом и ускорения процесса естественной просушки [2]. От проведения

Инженерные агропромышленные науки

этих операций зависит качество получаемой тресты, а следовательно, урожайность льноволокна. Для этих целей в настоящее время применяют ворошилки и оборачиватели лент льна.

Цель исследования – повышение эффективности работы ворошилки лент льна.

Материалы и методы. Исследования проводились в производственных условиях в соответствии с действующими методическими рекомендациями. Определение качественных показателей и оценку качества льнотресты и волокна проводили согласно методикам действующих стандартов.

Результаты исследований. В зависимости от погодных условий оборачивание лент производят от 1 до 3 раз. Первое оборачивание выполняют на 3–6-й день после теребления льна для выравнивания цвета и ускорения сушки льносолумы по толщине слоя в лентах. Второе оборачивание полутресты выполняют на 12–16-й день после теребления в середине процесса вылежки для выравнивания цвета тресты, устранения возможности подгнивания нижнего слоя стеблей. Третье оборачивание выполняют перед подъёмом тресты для ускорения просыхания нижнего слоя стеблей в ленте и улучшения условий подбора [3].

Ворошение лент льна производят как минимум 2 раза. Первое ворошение выполняют при сильном уплотнении ленты льна, прорастании её сорняками, когда в нижнем слое создаётся повышенная влажность и затрудняется воздухообмен. В этом случае ускоряется процесс приготовления тресты и повышается равномерность тресты по степени вылежки. Второе ворошение выполняют перед подбором тресты пресс-подборщиком для повышения чистоты подбора стеблей и снижения засорённости льносырья в рулонах.

Эффект достигается и при комплексном приёме, сочетающем операции оборачивания с ворошением, а также наоборот – ворошения с оборачиванием. Практическое использование данных приёмов позволяет исключить снижение качества тресты льна, достигнуть её однородности по степени вылежки, улучшения цвета льноволокна [4].

Исследования влияния процессов оборачивания и ворошения лент льна на сохранность льносырья при вылежке его в тресту представлены в таблице. Норма расстила льносолумы на льнище составляла 4,2 т/га. Ворошение или оборачивание лент льна первый раз проводили в тот момент, когда стебли льна начинали превращаться в тресту и отделяемость волокнистого слоя составляла 2,7–3,1 единицы. Чтобы своевременно определить этот момент, начиная с третьего дня после теребления льна, брали «пытки» со льнища и определяли отделяемость тресты. Эффективность каждого приёма определяем по сумме процентно-номеров длинного волокна. Всего было три срока. Оптимальным сроком подъёма для каждого варианта считали тот, в котором была получена наибольшая сумма процентно-номеров длинного волокна. В таблице представлены результаты последнего срока подъёма тресты.

Все приёмы способствовали сохранению качества выращенного урожая. Эффект получен с одно- и двухкратным ворошением (вариант 4 и 5), а также в вариантах, сочетающих ворошение и оборачивание (вариант 6–10). Эти приёмы способствовали сохранению качества тресты, что позволило при переработке на волокно, получить выход длинного волокна на 1–3 % (абс.) и качество его на 0,4–0,9 номера выше, чем в контроле (вариант 1).

Однако при доказанной очевидной пользе оборачивания данная операция в льноводческих предприятиях применяется крайне редко из-за низкой технологической надёжности имеющихся оборачивателей лент льна и их невысокой производительности (оборачивается всего одна лента).

В настоящее время ворошение лент льна – один из самых востребованных приёмов в технологии уборки льна-долгунца. Для вспушивания стеблей льна применяют различные ворошилки ВЛ-3, ВЛН-3, ВЛН-4,5, ВЛК-3М и другие [5]. Они просты по устройству, имеют высокую производительность и надёжность. Ворошилки одновременно вспушивают три ленты льна и при скорости машины 10–12 км/ч, их производительность составляет 4 га/ч и выше.

В существующих машинах заложен принцип работы по вспушиванию лент льна со смещением различных участков стеблей в направлении движения агрегата [6]. Это вызывает перекосы и перекрещивания стеблей, увеличивает их растянутость в ленте, а также неравномерность расстила ленты (сгуживание стеблей). Эти факторы приводят к снижению выхода длинного волокна при переработке тресты на льнозаводе.

Рабочие органы машин при выполнении технологического процесса воздействуют на стебли льна, вызывая их смещение относительно первоначального положения. Это относится к льноуборочным комбайнам, оборачивателям, ворошилкам, пресс-подборщикам и другим машинам. И чем больше будет воздействий, тем больше будет дезориентация стеблей в листе льна.

Таблица – Влияние приемов ворошения и оборачивания лент льна на разрывное усиление (прочность) и номер тресты, на выход и качество длинного волокна

Варианты	Разрывное усиление, Н	Номер тресты	Выход длинного волокна, %	Средний номер волокна	Процентно-номера длинного волокна
Контроль	73	1,10	16,6	9,2	152,7
Оборачивание 1 раз	100	1,39	19,0	9,7	184,3
Оборачивание 2 раза	112	1,45	20,5	10,0	205,0
Ворошение 1 раз	82	1,24	18,5	9,3	172,0
Ворошение 2 раза	108	1,56	19,9	9,9	197,0
Ворошение + оборачивание	91	1,44	18,6	10,0	186,0
Ворошение + оборачивание 2 раза	102	1,41	20,5	9,8	200,9
Оборачивание + ворошение	92	1,24	19,6	9,5	186,2
Оборачивание + ворошение 2 раза	103	1,27	21,0	9,7	203,7
Ворошение + оборачивание + ворошение	107	1,34	18,2	9,7	176,5

В работах [7, 8, 9] определены оптимальные конструктивные и кинематические параметры ворошилki, рассмотрены наиболее рациональные режимы её работы, при которых перепутывание стеблей в ленте и их потери будут минимальными. При работе ворошилki необходимо учитывать следующие факторы: урожайность льносырья и его влажность, прямолинейность лент и расстояние между ними, пророщенность лент льна сорняками, рельеф и микрорельеф и другие.

Процесс взаимодействия зубьев ворошилki с лентой льна можно разбить на несколько этапов (рис.): I – первоначальный контакт зубьев с лентой; II – проникновение зубьев в ленту; III – подгребание стеблей зубьями; IV – отрыв стеблей льна от поверхности; V – сброс стеблей на почву. Проведя исследования этих этапов, была определена рациональная форма зубьев, оптимальные параметры ворошилki. Траектория движения зубьев ворошилki представляет собой укороченную циклоиду и определяется показателем кинематического режима $\lambda = v_3 / v_n$, где v_3 – линейная скорость зубьев, v_n – поступательная скорость машины. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований показатель кинематического режима находится в пределах $\lambda = 0,8 - 0,9$. При наиболее тяжелых условиях работы, когда ленты льна прибиты дождями к почве и плотности травостоя свыше $0,2 \text{ кг/м}^2$, он имеет наименьшее значение. При таком режиме работы ворошилki происходит отрыв всех стеблей льна от почвы. Однако увеличивается неравномерность расстила стеблей в ленте (сгуживание стеблей), что приводит к неравномерности вылежки тресты, а следовательно, к снижению выхода длинного волокна. При обычных условиях показатель кинематического режима должен иметь наибольшее значение, при котором не увеличиваются растянутость и равномерность их расстила. В существующих ворошилках этот показатель имеет постоянное значение. Его можно сделать изменяемым в зависимости от условий работы, но это приведёт к усложнению конструкции ворошилki.

Скорость движения машины определяется не только макро- и микронеровностями поля, но и качеством вспушивания ленты льна. При скорости движения ворошилki от 8 км/ч и более вспушенность ленты льна возрастает на $70 - 120 \%$ по сравнению с исходной. Но скорость ворошилki не должна превышать 12 км/ч , так как при более высокой скорости движения секции рабочих органов воро-

Инженерные агропромышленные науки

шилки, соединенные с рамой навески шарнирно, будут смещаться от середины лент к краям. Также возрастает центробежная сила инерции, прижимающая стебли к зубьям ворошилки при их подъеме вверх до съёмной решётки и затрудняющая сброс стеблей льна на почву. Это приводит к перепутыванию стеблей в ленте, их дезориентацию.

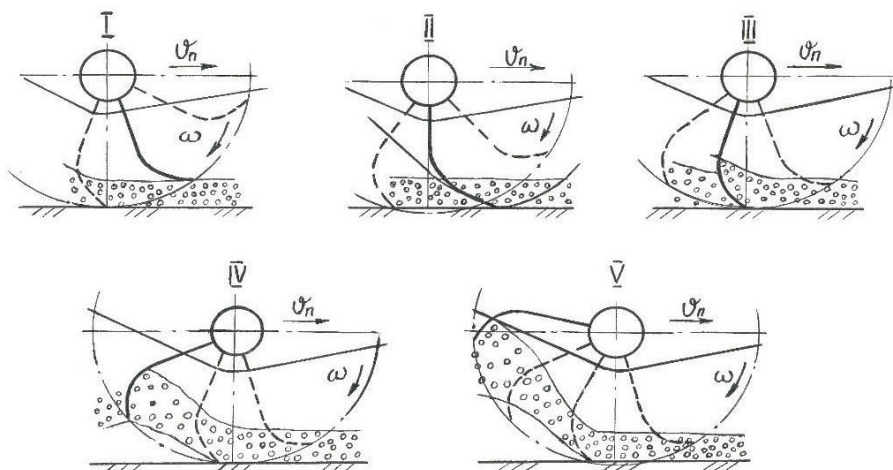


Рисунок – Этапы взаимодействия зуба с лентой льна

Ворошилки лент льна впусивают ленты льна, сформированные российскими и зарубежными комбайнами и теребилками. Российские льнотеребилки: ТЛН-1,5А, ТПК-4К, льнокомбайны ЛК-4А, КЛП-1,5, «Русич» имеют ширину захвата 1,52 м и формируют ленты с этой ширины. При неблагоприятных условиях уборки льнотеребилные машины работают не на полную ширину захвата, поэтому ленты льна располагаются друг от друга на разном расстоянии. Зарубежные машины фирм Union, Deporte (Бельгия), Dehondt (Франция) и другие, в том числе выпускающие на совместных предприятиях в Белоруссии, имеют ширину захвата 1,2 и 1,6 м. Для обеспечения движения впусивающих секций машины посередине лент льна предложена ворошилка, обеспечивающая изменение расстояния между центральной и боковыми секциями [10]. Таким образом, эта ворошилка лент льна адаптирована к работе с любой шириной захвата теребилных машин. Секции ворошилки двигаются точно по лентам, и зубья воздействуют на весь стебель льна по его длине, не изменяя его положение относительно других стеблей в ленте. Следовательно, положение стеблей в ленте после ворошения практически не изменяется по сравнению с исходной.

Выводы.

1. Для сохранения качества льносырья в период вылежки его в тресту необходимо проводить его ворошение. Ворошение лент льна выполняют как минимум два раза, последний раз перед подбором льнотресты пресс-подборщиком.
2. В зависимости от условий работы необходимо корректировать скорость движения машины в пределах $v_n = 8 - 12$ км/ч и показатель кинематического режима $\lambda = 0,8 - 0,9$.
3. Предложена ворошилка лент льна, адаптированная на лентах, сформированных теребилными машинами с различной шириной захвата.

Список используемой литературы

1. Казакевич П.П. Совершенствование технологий производства и переработки льна-долгунца и льна масличного. / П.П. Казакевич, И.Н. Карпунин, И.А. Голуб, В.И. Карпунин. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 184 с. – Текст: непосредственный.
2. Трибуналов М.Н. К вопросу повышения качества льнотресты. / М.Н. Трибуналов, С.И. Оскирко, Н.Д. Янцов. – Текст: непосредственный. // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной

- продукции: сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2-3 июня 2015 г. – Минск: БГАГУ, 2015. – С. 296–300.
3. Справочник льновода. / М.М. Труш, И.П. Сергеев, А.Н. Марченков и др.; сост. М.М. Труш и Ф.М. Карпунин. – Л.: Агропромиздат, Ленинград-скос отд-ние, 1958. – 240 с. – Текст: непосредственный.
 4. Ковалёв М.М. Технологии и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справочник. / М.М. Ковалёв, Л.М. Колчина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 184 с. – Текст: непосредственный.
 5. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебник. / А.В. Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко, [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2015. – 516 с. – Текст: непосредственный.
 6. Смирнов Н.А. Анализ работы ворошилок лент льна. / Н.А. Смирнов, А.Н. Зинцов, С.В. Смирнов, В.Н. Соколов. – Текст: непосредственный. // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сб. науч. тр-в. – Тверь, 2018. – С. 242–247.
 7. Новиков М.А. Анализ процесса работы ворошилки лент льна. / М.А. Новиков, С.Б. Павлов. – Текст: непосредственный. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (62). – С. 190–198.
 8. Новиков М.А. Обоснование показателя кинематического режима работы ворошилки лент льна. / М.А. Новиков, С.Б. Павлов. – Текст: непосредственный. // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – № 4 (60). – С. 88-90.
 9. Новиков М.А., Павлов С.Б. Анализ процесса отрыва стеблей от почвы при ворошении. / М.А. Новиков, С.Б. Павлов. – Текст: непосредственный. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 58. – С. 172–178.
 10. Патент РФ 190989 Российская Федерация. На полезную модель МПК АО1D45/06. Ворошилка лент льна: заявл. 24.04.2019, опубл. 18.06.2019, // С.Б. Павлов, С.В. Карташов, И.В. Наймушин, А.С. Сушкова. – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.

References

1. Kazakevich P.P. Sovershenstvovanie texnologij proizvodstva i pererabotki l'na-dolguncza i l'na maslichnogo. / P.P. Kazakevich, I.N. Karpunin, I.A. Golub, V.I. Karpunin. –Minsk: Belarusskaya navuka, 2016. – 184s. – Tekst: neposredstvenny`j.
2. Tribunalov M.N. K voprosu povu`sheniya kachestva l'notresty`. / M.N. Tribunalov, S.I. Oskirko, N.D. Yanczov. – Tekst: neposredstvegy`j. // Innovacionny`e texnologii v proizvodstve sel'skoxozyajstvennoj produkcii: sb. nauch. statej Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 2-3 iyunya 2015g. – Minsk: BGAGU, 2015. – S. 296–300.
3. Spravochnik l'novoda. / M.M. Trush, I.P. Sergeev, A.N. Marchenkov i dr.; sost. M.M. Trush i F.M. Karpunin. – L.: Agropromizdat, Leningrad-skos otd-nie, 1958. – 240 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
4. Kovalyov M.M. Texnologii i oborudovanie dlya proizvodstva i pervichnoj pererabotki l'na i konopli: spravochnik. / M.M. Kovalyov, L.M. Kolchina. – M.: FGBNU «Rosinformagrotex», 2013. – 184 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
5. Texnicheskoe obespechenie proizvodstva produkcii rastenievodstva: uchebnik. / A.V. Novikov, I.N. Shilo, T.A. Neparco, [i dr.]; pod red. A.V. Novikova. – Minsk: Novoe znanie; M.:INFRA-M, 2015. – 516 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
6. Smirnov N.A. Analiz raboty` voroshilok lent l'na. / N.A. Smirnov, A.N. Zinczov, S.V. Smirnov, V.N. Sokolov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil`ny`x kul`tur: sostoyanie, problemy` i perspektivy`: sb. nauch. tr-v. – Tver`, 2018. – S. 242–247.
7. Novikov M.A. Analiz processa raboty` voroshilki lent l'na. / M.A. Novikov, S.B. Pavlov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 1 (62). – S. 190–198.
8. Novikov M.A. Obosnovanie pokazatelya kinematcheskogo rezhima raboty` voroshilki lent l'na. / M.A. Novikov, S.B. Pavlov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – 2016. – № 4 (60). – S. 88–90.
9. Novikov M.A., Pavlov S.B. Analiz processa otry`va steblej ot pochvy` pri voroshenii. / M.A. Novikov, S.B. Pavlov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Izvestiya Sankt-Petersburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 58. – S. 172–178.
10. Patent RF 190989 Rossijskaya Federaciya. Na poleznuyu model` MPK AO1D45/06. Voroshilka lent l'na: yayavl. 24.04.2019, opubl. 18.06.2019, // S.B. Pavlov, S.V. Kartashov, I.V. Najmushin, A.S. Sushkova. – 7 s.: il. – Tekst: neposredstvenny`j.

О РЕМОНТНОПРИГОДНОСТИ ВЕНЦА МАХОВИКА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Д-240/243

Терентьев В.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Смирнов С.Ф., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Краснов А.А., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Кувшинов В.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

В статье представлены результаты исследований причин возникновения отказов в процессе эксплуатации маховиков дизельных двигателей внутреннего сгорания Д-240/243. Отмечена необходимость определения напряжений в основных частях маховика с целью выбора эффективных методов повышения долговечности. Проведен расчет напряжений, возникающих в маховике при работе, при помощи программного комплекса ANSYS Workbench. Отмечено, что максимальные значения сжимающих напряжений не превышают допустимые, наибольшие растягивающие напряжения в венце возникают в соединении маховик – венец и составляют 339,14 МПа. Сделан вывод о том, что для обеспечения необходимой прочности рекомендуется в качестве материала зубчатого венца маховика применять стали с допускаемым напряжением не ниже марки 40Х. Проведены исследования напряжения в зубьях венца на выносливость при изгибе для различных условий приложения нагрузки на зубья венца от стартера. Проведенный численный расчет напряжений по Мизесу показал, что максимальная эквивалентная нагрузка возникает на левом торце верхней грани зуба. При этом в данной области напряжения по сравнению с основанием зуба выше в 2,3 раза. На основании проведенных исследований и анализа характерных неисправностей отмечено, что чаще всего деформация зубьев зубчатого венца маховика происходит по левому торцу верхней грани. Для повышения надежности работы маховика левый торец зубьев следует дополнительно упрочнить, повышая его твердость, ударпрочность и износостойкость. Отмечена перспективность упрочнения зубьев методом электроискрового легирования с применением электродов из твердых сплавов.

Ключевые слова: ремонтпригодность, долговечность, маховик, упрочнение, зубчатый венец, напряжение, надежность

Для цитирования: Терентьев В.В., Смирнов С.Ф., Краснов А.А., Кувшинов В.В. О ремонтпригодности венца маховика дизельных двигателей Д-240/243 // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 113–121.

Актуальность. Эффективная работа дизельного двигателя внутреннего сгорания обеспечивается функционированием ряда различных систем и деталей. Одним из элементов кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания является маховик (маховое колесо).

Большинство современных поршневых двигателей внутреннего сгорания оснащены системой пуска с электрическим стартером. Крутящий момент от стартера к коленчатому валу передается через зубчатый венец, установленный на маховике двигателя по способу термических деформаций (рис. 1).

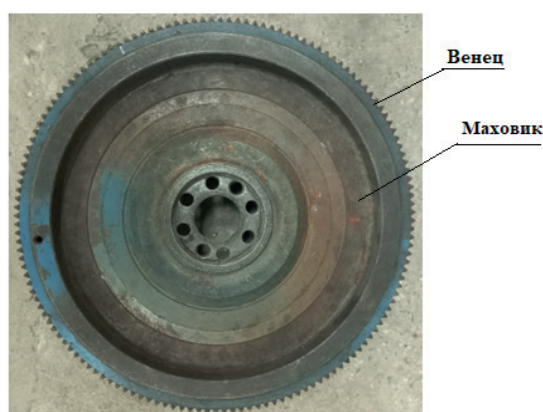


Рисунок 1 – Соединение маховик – венец

Во время пуска двигателя крутящий момент от стартера передается через его шестерню на венец маховика, передавая вращение коленчатому валу двигателя.

Маховик критически важен для обеспечения стабильной работы двигателя. За счет высокой массы маховик на такте рабочего хода накапливает кинетическую энергию и передает ее коленчатому валу на остальных тактах.

Основными функциями маховика являются обеспечение: равномерности угловой скорости коленчатого вала; вывода поршней из мертвых точек; передачи крутящего момента от коленчатого вала на механизм сцепления и далее на коробку перемены передач; передачи крутящего момента от шестерни стартера на коленчатый вал при запуске двигателя.

В процессе работы двигателя маховик взаимодействует с элементами сцепления и системы запуска двигателя. В результате этого маховик подвергается значительным механическим нагрузкам, приводящим к его неисправности. К основным неисправностям маховика можно отнести следующие: износ поверхности контакта с ведомым диском сцепления (рис. 2 а), усталостные трещины и выкрашивания (рис. 2 б), износ, деформация и полное разрушение зубьев зубчатого венца (рис. 2 в).



а) износ поверхности контакта с ведомым диском сцепления



б) усталостные трещины и выкрашивания



в) износ, деформация зубьев зубчатого венца

Рисунок 2 – Характерные неисправности маховиков ДВС

Характерными признаками появления неисправностей маховика являются: затрудненный или невозможный запуск двигателя, сопровождающийся появившимся скрипом при запуске и выключении двигателя; нарушение регулировок сцепления, приводящее к ухудшению переключения передач, сопровождающееся повышенным шумом; появление постороннего стука на холостых оборотах; появление вибрации педали сцепления и рывки при начале движения; возникновение посторонних

Инженерные агропромышленные науки

шумов и ударов в зоне расположения маховика; сохранение вибрации некоторое время после выключения двигателя; неожиданное снижение или повышение оборотов двигателя.

Надежность работы двигателя зависит от надежности работы маховика и венца, которые обеспечиваются их прочностью (механическими напряжениями).

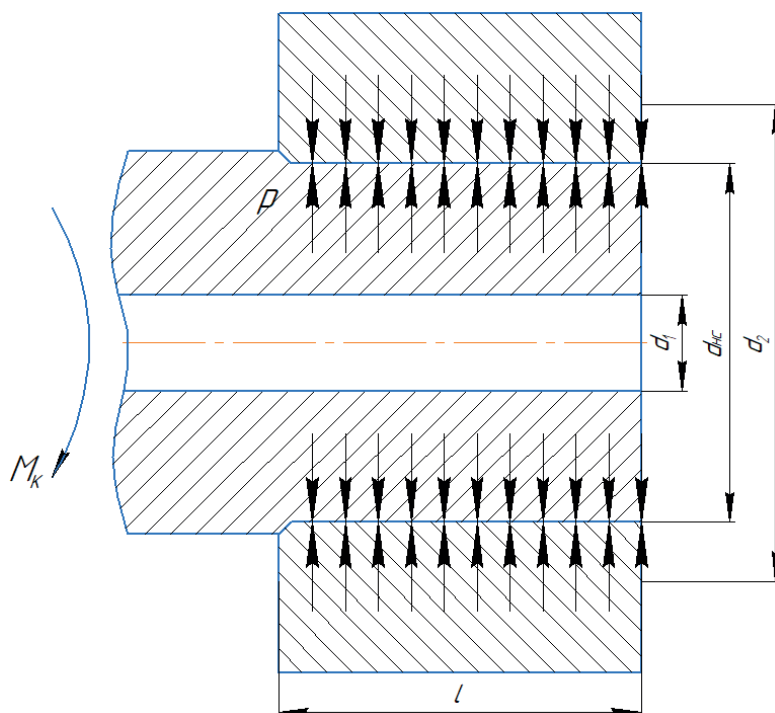
В настоящее время различные производители часто предлагают зубчатые венцы маховиков двигателей Д-240, Д-243, изготовленные из среднеуглеродистой стали, в основном стали 45 с термообработкой. Однако прочностные характеристики данных материалов не в полной мере отвечают требованиям высокой долговечности зубчатого венца. Замена зубчатого венца маховика на данных двигателях отличается высокой трудоемкостью работ.

Известно, что основным требованием обеспечения прочности и надежности детали является выполнение условия, когда нагрузочный эффект меньше или равен несущей способности детали [1].

Для обеспечения высокой надежности корпусных элементов технических систем на этапе конструирования необходимо точное определение внутренних усилий, напряжений и перемещений, действующих на элемент [2]. Это также необходимо и при обосновании технологий восстановления или упрочнения элементов при их ремонте.

Цель работы. Определение напряжений, действующих в маховике, обоснование выбора материала зубчатого венца маховика при известных геометрических параметрах.

Методы. Для определения напряжений в маховике и венце маховика был проведен расчет при их термической посадке (рис. 3) для максимального натяга 0,7 мм при температуре 200 °С в программном комплексе ANSYS Workbench.



M_k – крутящий момент; d_1 – внутренний диаметр маховика; d_2 – наружный диаметр венца;
 $d_{н.с}$ – номинальный диаметр соединения.

Рисунок 3 – Контактные поверхности соединения «маховик-венец»

Венец маховика изготавливают из стали, маховик из серого чугуна СЧ 20. Модуль упругости серого чугуна $E_1 = 100$ ГПа, коэффициент Пуассона $\mu_1 = 0,25$. Для венца модуль упругости $E_2 = 200$ ГПа, $\mu_2 = 0,3$. Номинальный размер соединения $d_{н.с} = 392$ мм, $d_2 = 412$ мм, $d_1 = 100$ мм.

В качестве геометрической модели маховика был принят диск постоянной ширины $b_{\omega} = 20$ мм, венец в виде тонкостенной оболочки той же ширины.

Результаты. На рисунке 4. приведены результаты расчета эквивалентных напряжений при термической посадке.

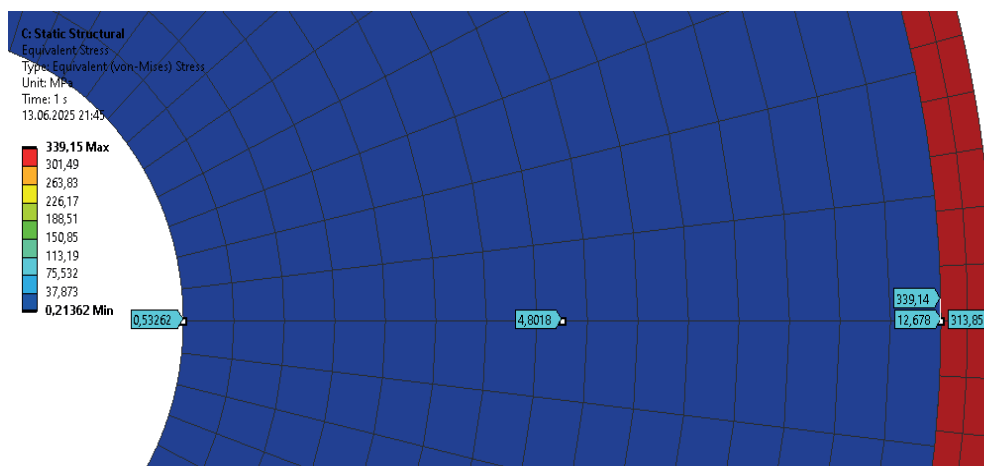


Рисунок 4 – Эквивалентные напряжения по Мизесу

Максимальные напряжения в маховике при сжатии не превышают 13 МПа, при допуске для серого чугуна 165 МПа [3], что полностью обеспечивает его прочность.

Наибольшие растягивающие напряжения в венце возникают в соединении маховик – венец и составляют 339,14 МПа. Следовательно, для обеспечения необходимой прочности рекомендуется в качестве материала зубчатого венца маховика применять сталь с допуском не ниже марки 40Х (допускаемое напряжение 377,3 МПа).

При запуске двигателя от стартера на зубья венца передается нагрузка от шестерни стартера, которая может привести к повреждению и разрушению зубьев (см. рис. 2 в).

Для оценки опасности разрушения зубьев венца был проведен расчет их на контактную выносливость (при условии изготовления зубчатого венца из стали 40Х).

Крутящий момент на шестерне стартера T_1 приводит к окружной силе (рис. 5) F взаимодействия шестерни стартера с зубьями венца [3].

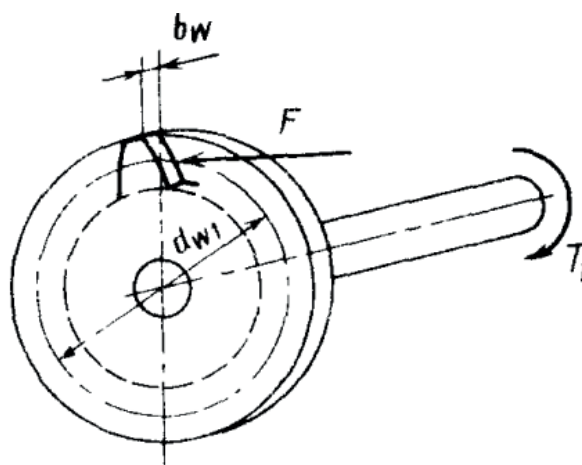


Рисунок 5 – Схема нагружения зуба шестерни стартера

Инженерные агропромышленные науки

Значение крутящего момента T_1 рассчитывается по формуле по [3]:

$$T_1 = 9555 \frac{N}{n_1}, \quad (1)$$

где N – мощность стартера, кВт; n_1 – частота вращения шестерни, мин⁻¹.

С учетом передаточного отношения зубчатого венца маховика и шестерни бендикса стартера частота вращения шестерни бендикса должна в момент проворачивания коленчатого вала при запуске вращаться с частотой 2300-2900 мин⁻¹. Для запуска двигателя применяется стартер с редуктором 12В, мощностью $N = 4.2$ кВт (SLOVAK с количеством зубьев $z_1 = 10$, модулем $m = 3,175$ мм).

Согласно исходным данным, значение крутящего момента составляет $T_1 = 17,4$ Нм.

Для расчета окружной силы F используется выражение [3]:

$$F = \frac{2000 \cdot T_1}{d_{\omega 1}}, \quad (2)$$

где $d_{\omega 1}$ – диаметр начальной окружности шестерни, мм.

$$d_{\omega 1} = z_1 m. \quad (3)$$

Подставляя данные в формулы, получаем: $d_{\omega 1} = 31,75$ мм, $F = 1096$ Н.

Удельная расчетная окружная сила ω , отнесенная к единице рабочей ширины венца, рассчитывается по формуле [3]:

$$\omega = 9,55 \cdot 10^6 (u - 1) \frac{N \cdot K}{n_1 \cdot a_{\omega} \cdot b_{\omega}}, \quad (4)$$

где K – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между зубьями и по ширине, принимаем равным 1,5 [3]; n_1 – постоянная частота вращения шестерни, $n_1 = 2300$ мин⁻¹; u – передаточное число соединения шестерни стартера с венцом маховика; a_{ω} – межосевое расстояние, мм; b_{ω} – ширина зуба венца, $b_{\omega} = 20$ мм (см. рис. 5).

Передаточное число соединения шестерни стартера с венцом маховика определится по формуле:

$$u = \frac{z_2}{z_1}, \quad (5)$$

где Z_2 и Z_1 – соответственно число зубьев зубчатого венца и шестерни стартера.

Межосевое расстояние определится по формуле:

$$a_{\omega} = 0,5(z_1 + z_2) m. \quad (6)$$

$$a_{\omega} = 0,5(10 + 145) \cdot 3,175 = 246 \text{ мм.}$$

$$u = \frac{145}{10} = 14,5.$$

Подставляя полученные данные в формулу 4, получаем значение удельной расчетной окружной силы, равное $\omega = 82,4$ Н/мм.

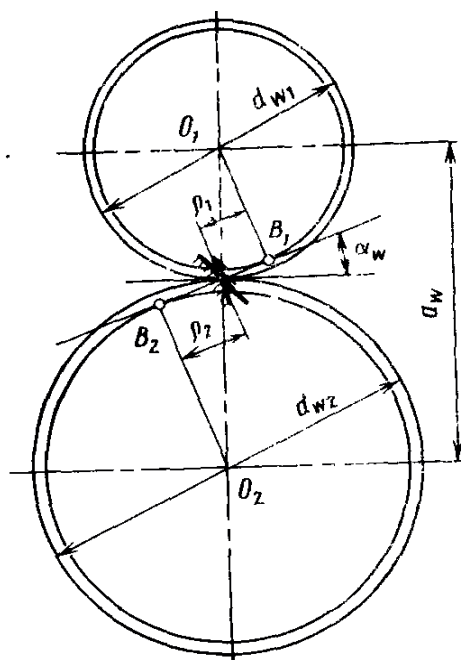


Рисунок 6 – Схема сжатия двух цилиндров

При сжатии двух цилиндров на их границе образуется площадка контакта, ширина которой возрастает с увеличением нагрузки F (см. рис. 5). Фактически напряжения распределяются по ширине контактной площадки неравномерно. Максимальное контактное напряжение σ_H для зубьев из одинакового материала с углом зацепления $\alpha_\omega = 20^\circ$ [3] составляет:

$$\sigma_H = 332(u + 1) \sqrt{\frac{\omega}{a_\omega \cdot u}}. \quad (7)$$

Подставляя известные данные, получаем $\sigma_H = 782$ МПа.

Допустимое контактное напряжение определяется по выражению [3]:

$$\sigma_{HP} = 17 \text{ HRC} + 200. \quad (8)$$

Таким образом, для венца при твердости HRC 50 допустимое контактное напряжение составляет $\sigma_{HP} = 1050$ МПа. Следовательно, условие контактной выносливости $\sigma_H \leq \sigma_{HP}$ выполняется.

Расчет зубьев на выносливость при изгибе производится из расчета напряжения σ_F у основания зуба из выражения [3]:

$$\sigma_F \approx 3,7 \frac{\omega}{m}. \quad (9)$$

$$\sigma_F \approx 3,7 \cdot \frac{82,4}{3,175} = 96 \text{ МПа}.$$

Условие контактной выносливости при изгибе определяется по формуле:

$$\sigma_F \leq \sigma_{FP}, \quad (10)$$

где σ_{FP} – допускаемое напряжение при изгибе, МПа.

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{F \text{ lim}}}{n_F}, \quad (11)$$

где $\sigma_{F \text{ lim}}$ – предел выносливости материала зубьев при пульсационном цикле; n_F – запас прочности, $n_F = 2-2,5$ [3].

Для цементированных зубьев $\sigma_{F \text{ lim}} = 800-1000$ МПа [3], следовательно, условие выносливости цементированных зубьев венца при изгибе выполняется.

Контактные напряжения σ_H возрастают при увеличении удельной окружной силы ω при малых значениях частоты вращения. При пуске двигателя частота вращения стартера постепенно достигает постоянного значения, поэтому удельная расчетная окружная сила ω , отнесенная к единице рабочей ширины венца, изменяется от минимального значения (что происходит в течение нескольких секунд).

Также были проведены исследования напряжения в зубьях венца на выносливость при изгибе для различных условий приложения нагрузки на зубья венца от стартера, т.к. место приложения нагрузки зависит от формы контакта зубьев шестерни с зубьями венца (точечный или распределенный контакт) при условии, что нагрузка прикладывается на верхней грани зубьев венца, когда возникают наибольшие напряжения при изгибе.

Согласно данным, представленным в работе [3], наибольшие напряжения изгиба находятся у основания зуба на переходной поверхности.

Однако численный расчет напряжений по Мизесу, проведенный авторами, показал, что максимальная эквивалентная нагрузка возникает на левом торце верхней грани зуба. При этом в данной области напряжения по сравнению с основанием зуба выше в 2,3 раза.

Вследствие максимальной концентрации нагрузки на левом торце зуба в процессе эксплуатации наблюдаются значительный износ и деформация зубьев венца (см. рис. 2 в).

Следовательно, в целях повышения долговечности зубьев целесообразно проводить их дополнительное упрочнение по левому торцу верхней грани. Эффективным при этом можно считать электроискровое легирование твердыми сплавами. Как показывают исследования различных авторов [4–16], данный метод позволяет повышать твердость, ударную вязкость и износостойкость металлических поверхностей. При этом, подбирая параметры обработки и материал электродов, можно обеспечить необходимый уровень долговечности зубьев зубчатого венца.

Выводы.

1. Проведен численный расчет напряжений в венце и маховике, рассматривая модель посадки по способу термических деформаций.
2. Расчеты на прочность в маховике показали, что наибольшие напряжения в нем намного меньше допустимого напряжения при сжатии 165 МПа, что обеспечивает надежность его работы.
3. Расчет напряжений в венце показал, что для обеспечения его прочности он должен быть изготовлен из стали с допустимым напряжением не ниже стали 40Х.
4. Так как максимальная эквивалентная нагрузка при работе возникает на левом торце верхней грани зуба, для повышения надежности работы маховика ее следует дополнительно упрочнять.

Список используемой литературы

1. Расчет начальной надежности деталей машин методом двух моментов. / В.В. Терентьев, С.Ф. Смирнов, Ю.М. Максимовский, А.А. Краснов – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 4 (37). – С. 73–76.
2. Смирнов С.Ф. Расчет на прочность вертикальных резервуаров на упруго-податливом основании. / С.Ф. Смирнов, В.В. Терентьев, А.А. Краснов. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2022. – № 2 (39). – С. 107–113. DOI 10.35523/2307-5872-2022-39-2-107-113.
3. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин. – 4-ое издание, перераб. и доп. / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – Москва: Машиностроение, 1993. – 640 с. – Текст: непосредственный.

4. Терентьев В.В. Исследование влияния режимов электроискровой обработки на твердость поверхности нержавеющей стали. / В.В. Терентьев, Д.Е. Краев. – Текст: непосредственный. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 244–247.
5. Некоторые характеристики упрочнения поверхности стали 65Г электроискровым методом. / С.Н. Шарифуллин, И.А. Файзрахманов, Н.Р. Адигамов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. – 2019. Т.1, № 10. – С. 421–427.
6. Влияние электроискрового легирования на стойкость холодноштамповочного инструмента. / О.Г. Лукша, К.М. Машкоук, А.В. Напалков, С.И. Агапов. – Текст непосредственный. // Металлообработка. – 2002. – № 6 (12). – С. 28–30.
7. Пилюшина Г.А. Восстановление деталей машин методом электроискрового легирования. / Г.А. Пилюшина, А.Ю. Тиняев. – Текст: непосредственный. // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2023. – № 38. – С. 111–115.
8. Иванов В.И. Использование современных ресурсосберегающих методов при изготовлении и ремонте деталей на примере электроискрового легирования (ЭИЛ). / В.И. Иванов, В.А. Денисов, Д.А. Игнатков. – Текст непосредственный. // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2019. – 23 (6). – С. 8–20.
9. Патерюхин И.С. Нанесение покрытий на твердосплавные режущие инструменты методом электроискрового легирования. / И.С. Патерюхин, Н.А. Крысь, С.Я. Алибеков. – Текст: непосредственный. // Фундаментальные основы механики. – 2020. – № 5. – С. 10–13.
10. Новое практическое приложение результатов исследования электроискрового легирования. / А.М. Парамонов, В.В. Паршутин, А.В. Коваль, В.И. Иванов. – Текст: непосредственный. // Труды ГОСНИТИ. – 2008. – Т. 102. – С. 112–115.
11. Юрченко Е.В. Применение электроискрового легирования для восстановления и упрочнения стальных посадочных мест под подшипники качения. / Е.В. Юрченко, О.Е. Юрченко. – Текст: непосредственный. // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2023. – № 3 (75). – С. 110–117.
12. Михайлюк А.И. Применение графита в электроискровых технологиях. / А.И. Михайлюк, А.Е. Гитлевич. – Текст: непосредственный. // Труды ГОСНИТИ. – 2010. – Т. 106. – С. 120–124.
13. Иванов В.И. Развитие электроискровых технологий и оборудования для АПК. / В.И. Иванов, В.А. Денисов. – Текст: непосредственный. // Технический сервис машин. – 2019. – № 4 (137). – С. 195–204.
14. Физико-механические характеристики нанокomпозиционных покрытий, формируемых методом электроискрового легирования. / В.В. Михайлов, Е.В. Овчинников, Е.И. Эйсымонт [и др.]. – Текст: непосредственный. // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 45–53.
15. Исследование жаростойких свойств покрытий после электроискрового легирования стали 45 хромоникелевыми сплавами. / А.В. Козырь, Л.А. Коневцов, С.В. Коновалов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Письма о материалах. – 2018. – Т. 8, № 2 (30). – С. 140–145.
16. Свойства электроискровых покрытий, полученных легированием стали электродами из сплава Т30К4. / В.А. Кончин, Д.В. Савенков, В.С. Фетисов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4 (114). – С. 128–134.

References

1. Raschet nachal'noj nadezhnosti detalej mashin metodom dvux momentov. / V.V. Terent'ev, S.F. Smirnov, Yu.M. Maksimovskij, A.A. Krasnov – Tekst: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2021. – № 4 (37). – S. 73–76.
2. Smirnov S.F. Raschet na prochnost` vertikal`ny`x rezervuarov na uprugo-podatlivom osnovanii. / S.F. Smirnov, V.V. Terent'ev, A.A. Krasnov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2022. – № 2 (39). – S. 107–113. DOI 10.35523/2307-5872-2022-39-2-107-113.
3. Birger I.A. Raschet na prochnost` detalej mashin. – 4-oe izdanie, pererab. i dop. / I.A. Birger, B.F. Shorr, G.B. Iosilevich. – Moskva: Mashinostroenie, 1993. – 640 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

4. Terent'ev V.V. Issledovanie vliyaniya rezhimov e'lektroiskrovoy obrabotki na tverdst' poverxnosti nerzhaveyushhej stali. / V.V. Terent'ev, D.E. Kraev. – Tekst: neposredstvenny'j. // Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mexanizmov: sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MChS Rossii, 2018. – S. 244–247.
5. Nekotory'e karakteristiki uprochneniya poverxnosti stali 65G e'lektroiskrovym metodom. / S.N. Sharifullin, I.A. Fajzraxmanov, N.R. Adigamov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny'j. // Nizkotemperaturnaya plazma v procesax nanoseniya funkcional'ny'x pokry'tij. – 2019. T.1, № 10. – S. 421–427.
6. Vliyanie e'lektroiskrovogo legirovaniya na stojkost' xolodnoshtampovochnogo instrumenta. / O.G. Luksha, K.M. Mashkouk, A.V. Napalkov, S.I. Agapov. – Tekst neposredstvenny'j. // Metalloobrabotka. – 2002. – № 6 (12). – S. 28–30.
7. Pilyushina G.A. Vosstanovlenie detalej mashin metodom e'lektroiskrovogo legirovaniya. / G.A. Pilyushina, A.YuT inyaev. – Tekst: neposredstvenny'j. // Novy'e materialy' i tehnologii v mashinostroenii. – 2023. – № 38. – S. 111–115.
8. Ivanov V.I. Ispol'zovanie sovremenny'x resursoberegayushhix metodov pri izgotovlenii i remonte detalej na primere e'lektroiskrovogo legirovaniya (E'IL). / V.I. Ivanov, V.A. Denisov, D.A. Ignat'kov. – Tekst neposredstvenny'j. // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2019. – 23 (6). – S. 8–20.
9. Pateryuxin I.S. Nanesenie pokry'tij na tverdospilny'e rezhushhie instrumenty' metodom e'lektroiskrovogo legirovaniya. / I.S. Pateryuxin, N.A. Kry's', S.Ya. Alibekov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Fundamental'ny'e osnovy' mexaniki. – 2020. – № 5. – S. 10–13.
10. Novoe prakticheskoe prilozhenie rezul'tatov issledovaniya e'lektroiskrovogo legirovaniya. / A.M. Paramonov, V.V. Parshutin, A.V. Koval', V.I. Ivanov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Trudy' GOSNITI. – 2008. – T. 102. – S. 112–115.
11. Yurchenko E.V. Primenenie e'lektroiskrovogo legirovaniya dlya vosstanovleniya i uprochneniya stal'ny'x posadochny'x mest pod podshipniki kacheniya. / E.V. Yurchenko, O.E. Yurchenko. – Tekst: neposredstvenny'j. // Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. Seriya: Fiziko-matematicheskie i texnicheskie nauki. E'konomika i upravlenie. – 2023. – № 3 (75). – S. 110–117.
12. Mixajlyuk A.I. Primenenie grafita v e'lektroiskrovyy'x texnologiyax. / A.I. Mixajlyuk, A.E. Gitlevich. – Tekst: neposredstvenny'j. // Trudy' GOSNITI. – 2010. – T. 106. – S. 120–124.
13. Ivanov V.I. Razvitie e'lektroiskrovyy'x texnologij i oborudovaniya dlya APK. / V.I. Ivanov, V.A. Denisov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Texnicheskij servis mashin. – 2019. – № 4 (137). – S. 195–204.
14. Fiziko-mexanicheskie karakteristiki nanokompozicionny'x pokry'tij, formiruemy'x metodom e'lektroiskrovogo legirovaniya. / V.V. Mixajlov, E.V. Ovchinnikov, E.I. E'jsy'mont [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny'j. // Vestnik Grodnenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yanki Kupaly'. Seriya 6. Texnika. – 2019. – T. 9, № 2. – S. 45–53.
15. Issledovanie zharostojkix svojstv pokry'tij posle e'lektroiskrovogo legirovaniya stali 45 xromonikelevy'mi splavami. / A.V. Kozy'r', L.A. Konevczov, S.V. Konovalov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny'j. // Pis'ma o materialax. – 2018. – T. 8, № 2 (30). – S. 140–145.
16. Svoystva e'lektroiskrovyy'x pokry'tij, poluchenny'x legirovaniem stali e'lektrodami iz splava T30K4. / V.A. Konchin, D.V. Savenkov, V.S. Fetisov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny'j. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – № 4 (114). – S. 128–134.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Терентьев В.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния на прочностные и противоизносные характеристики стальной поверхности введения алюминийсодержащих и борсодержащих легирующих элементов при упрочняющей лазерной обработке. Представлены основные причины изнашивания рабочих органов кормоуборочных машин. Отражена перспективность применения лазерной обработки в качестве упрочняющей для рабочих органов кормоуборочной техники. На основании проведенных экспериментальных исследований отмечена перспективность использования алюминий и борсодержащих легирующих компонентов, наносимых перед упрочняющей обработкой в виде паст на поверхность образцов. Взаимодействие лазерного луча с поверхностью в присутствии упрочняющих паст способствует изменению процессов теплообмена, реализации химико-термической модификации, образованию на отдельных участках интерметаллидных структур и повышению твердости поверхностного слоя в 1,41-2,74 раза. Проведенные триботехнические испытания упрочненных образцов показали, что лазерная обработка по слою легирующих паст способствует снижению интенсивности абразивного изнашивания образцов. Массовая интенсивность изнашивания образцов в зависимости от исследованных вариантов упрочнения снижается в 1,73-2,36 раза. Представленные данные свидетельствуют об эффективности применения в качестве легирующих компонентов при лазерном упрочнении стальной поверхности как Al_2O_3 , так и H_3BO_3 . Отмечено, что лазерная обработка по слою пасты с легирующим порошком способствует повышению относительной износостойкости в 2,17-2,36 раза. Экспериментально подтверждено, что лазерная обработка по слою упрочняющей пасты является перспективным направлением упрочнения стальных поверхностей. Результаты проведенного исследования имеют практическое значение для повышения долговечности рабочих органов машин, работающих в условиях абразивного изнашивания.

Ключевые слова: упрочнение, абразивное изнашивание, лазерная обработка, твердость, износостойкость, долговечность.

Для цитирования: Терентьев В.В. Совершенствование процесса лазерного упрочнения металлических поверхностей // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 122–129.

Актуальность. Агропромышленный комплекс Российской Федерации активно использует значительное количество технических средств механизации. Широкое распространение в сельскохозяйственных предприятиях при заготовке трав на сенаж и силос нашли кормоуборочные комбайны как отечественных, так и зарубежных производителей.

Долговечность машин определяется долговечностью ее узлов трения и рабочих органов. Задача повышения долговечности трибосопряжений в эксплуатационных условиях эффективно решается путем применения смазочных материалов, легированных трибоактивными присадками. Перспективным направлением при этом является применение жидкокристаллических соединений [1–3].

Надежность машин для заготовки кормов во многом определяется долговечностью рабочих органов, которые вследствие непосредственного контакта с растениями подвергаются различным видам

Инженерные агропромышленные науки

изнашивания. В процессе уборки растительной массы ножи кормоуборочных комбайнов испытывают абразивный, эрозионный и коррозионный износ, вызывая затупление режущей кромки [4].

Абразивный износ происходит вследствие перемещения скашиваемой массы по поверхности ножа. Наличие твердых частиц почвы в скашиваемой массе интенсифицируют процесс изнашивания, приводя к ускоренному износу элементов режущего аппарата. Авторы работ [5, 6] отмечают, что износ деталей режущего аппарата зависит от состояния растительной массы и количества в ней абразивных частиц (кристаллов кремнезема и частиц кварца). Большое влияние на износ оказывает рельеф полевых участков, механический состав и каменистость верхнего слоя почвы этих участков [7, 8].

Поэтому для обеспечения высокой стойкости к абразивному изнашиванию при упрочнении материала необходимо создавать поверхностный слой повышенной твердости.

Эрозионное изнашивание ножей режущего аппарата происходит в условиях повышенной влажности скашиваемой массы. При изнашивании в кислых абразивосодержащих средах на поверхности металлов, особенно железоуглеродистых сплавов, интенсивно протекают коррозионные процессы, совместно с механическим воздействием интенсифицирующие их разрушение [9].

В таких условиях протекают процессы коррозионно-механического изнашивания. При этом наиболее часто возникает окислительное изнашивание. Коррозионно-механическое изнашивание характеризуется разрушением металла под действием двух одновременно протекающих процессов: химического взаимодействия металла с окружающей средой и механического разрушения продуктов этого взаимодействия и самого металла при трении. На металлические поверхности ножа воздействует атмосферная влага и сок растений, способствующий образованию коррозионно-активной среды. Поэтому на металлической поверхности быстро образуются оксидные пленки. Строение кристаллической решетки, а также физико-механические характеристики оксидной пленки отличаются от состава исходного материала, вследствие чего в процессе трения пленки интенсивно разрушаются. При этом удаление оксидной пленки с поверхности приводит к обнажению химически активных ювенильных поверхностей чистого металла, на которых вновь образуются оксидные пленки с повышенной скоростью в начальные периоды.

Изнашивание происходит вследствие отделения с поверхности и удаления окисленного металла. Сопровождающая трение пластическая деформация поверхности металла интенсифицирует его способность к окислению. Особенно интенсивно данный процесс протекает при циклическом использовании техники. В зависимости от изменяющихся условий работы преобладающим является тот или иной вид изнашивания.

Для снижения интенсивности изнашивания ножей режущих аппаратов уборочной техники и повышения их долговечности в настоящее время применяются различные упрочняющие технологии. Одной из известных технологий упрочнения, основанной на использовании высококонцентрированного энергетического воздействия на поверхность, является лазерная обработка. Лазерная закалка и упрочнение металлической поверхности отличается от многих методов рядом известных преимуществ. Изучение и совершенствование применения лазерного излучения для улучшения характеристик металлов является одним из перспективных направлений. Практический интерес представляют результаты, представленные в работах [10, 11]. Вследствие воздействия лазерного луча на обрабатываемую поверхность в результате термического воздействия нагревается микрообъем поверхностного слоя металла до температур, при которых возникают различные фазовые превращения, которые сопровождаются высокими скоростями охлаждения. Это способствует формированию в поверхностном слое закалочной зоны, характеризующейся высокой твердостью и износостойкостью. Лазерная закалка является поверхностным, а не объемным процессом. В отличие от большинства других методов лазерное упрочнение отличается высокой степенью локальности. Лазерная обработка применима для упрочнения деталей сложной конфигурации. В результате теплового воздействия на поверхности металлических изделий образуется высокодисперсная структура, которая прочнее основного материала в 2 и более раза. Исследования [12] показали, что показатели долговечности

лемехов плугов, ножей, дисковых культиваторов и деталей почвообрабатывающих машин при их лазерном легировании повысились в 2 и более раза.

Результаты производственных испытаний, представленные в работе [13], свидетельствуют о повышении ресурса сегментных ножей после лазерной закалки на 15 %.

Введение в зону действия лазерного луча легирующих элементов в виде порошков или паст при обработке способствует повышению эффективности лазерного упрочнения. Применение керамических покрытий на основе бора, полученное лазерным оплавлением, результаты исследований которого представлены в работе [14], позволило повысить износостойкость металлической поверхности в условиях сухого и граничного трения.

В работе [15] представлены результаты исследований лазерной наплавки порошка, состоящего из 60 % WC, смешанных с 40 % частиц NiCrBSi с размерами частиц 45–106 мкм на поверхность из легированной стали. Отмечено значительное повышение стойкости стальной поверхности к условиям абразивного изнашивания.

В работе [16] отмечена эффективность лазерной обработки покрытий, полученных гальваническим методом.

В работе [17] отмечается, что способ лазерного легирования эффективен при легировании поверхности углеродистых и низколегированных сталей.

Ввиду дороговизны рабочих органов кормоуборочной техники, изготовленных из легированных сталей, одним из путей снижения затрат является применение в качестве материала рабочего органа дешевых низкоуглеродистых сталей после соответствующей упрочняющей обработки. Для выбора режимов упрочняющей обработки требуются дополнительные исследования прочностных и противоизносных характеристик упрочненной поверхности.

Цель работы. Исследование влияния на прочностные и противоизносные характеристики стальной поверхности введения алюминийсодержащих и борсодержащих легирующих элементов при лазерной обработке поверхности.

Условия, материалы и методы исследований. Образцы для исследований представляли из себя прямоугольные пластины из стали Ст.3 ГОСТ 535-2005 размерами 20x20x1,5 мм. Лазерная обработка осуществлялась на лазерном станке с числовым программным управлением KAMSTAN. В качестве легирующих элементов при лазерной обработке поверхности использовались порошок оксида алюминия Al_2O_3 ТУ 2123-015-73098969-2014, борная кислота H_3BO_3 ГОСТ 18704-78 [18]. Лазерная обработка осуществлялась как без легирующих элементов, так и по слою пасты толщиной 2 мм, содержащей легирующий порошок. В качестве связующего элемента легирующих компонентов применялось жидкое стекло. Твердость поверхности образцов до и после лазерной обработки образцов определялась прибором ТПП-2 по ГОСТ 2999-75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу» [19]. Прикладываемая нагрузка 10 кгс, время выдержки 10 сек. Исследование стойкости образцов к абразивному изнашиванию осуществлялось с помощью установки, представленной в работе [20].

Результаты исследований и их анализ. На рисунке 1 представлены фотографии поверхности образцов до и после лазерного упрочнения.

Как видно из представленного рисунка, лазерная обработка способствует изменению морфологии поверхностного слоя. Лазерная обработка образцов без легирующих компонентов приводит к оплавлению микронеровностей, способствующих некоторому выравниванию поверхности (рисунок 1б). Высокий нагрев поверхностного слоя в зоне действия лазерного излучения с высокой скоростью охлаждения способствует реализации процесса его лазерной закалки. Предварительное нанесение на поверхность борсодержащих и твердых алюминийсодержащих компонентов с дальнейшей лазерной обработкой поверхности способствует реализации процессов химико-термической обработки поверхностного слоя. На рисунках 1в и 1г, кроме изменения шероховатости поверхности с явными следами ее оплавления, видны изменения цвета отдельных участков. Это очевидно обусловлено образованием на отдельных участках поверхности твердых интерметаллидных структур, способствующих повышению твердости поверхностного слоя.



Рисунок 1 – Поверхности образцов до и после упрочнения (увеличение $\times 125$ раз)

Известно, что при увеличении твердости поверхностей трения повышается стойкость их к абразивному износу [21]. Более твердые и прочные материалы обычно имеют большую стойкость к абразивному износу [22].

Автор [23] отмечает, что при твердости металлической поверхности, превышающей 60 % твердости абразива, износостойкость резко возрастает. Согласно известным данным, представленным в [24], при твердости абразива менее 70 % от твердости материала абразивное изнашивание не происходит.

Результаты определения прироста твердости образцов представлены на рисунке 2.

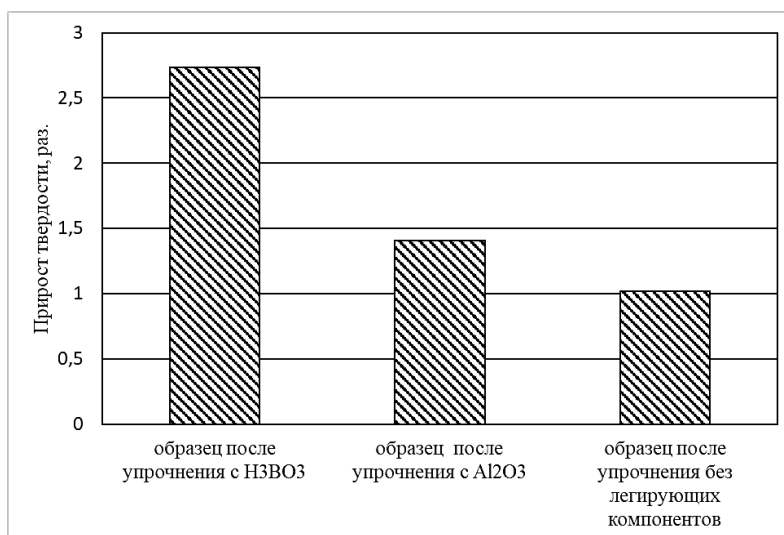


Рисунок 2 – Результаты определения прироста твердости образцов после лазерного упрочнения

Из данных, представленных на рисунке 2, видно, что в случае применения Al_2O_3 твердость исходной поверхности увеличилась в 1,41 раза, в случае применения H_3BO_3 твердость исходной поверхности возросла в 2,74 раза. Без легирующих компонентов прирост твердости после лазерного упрочнения составил 2 %. Дополнительно проведенные исследования показывают, что тенденция роста твердости наблюдается и при обработке высоколегированных сталей. Однако за счет более высоких температур их плавления и повышенном содержании в них углерода эффект упрочнения оказался несколько ниже. Это подтверждают данные исследований, представленные в работе [25], свидетельствующие о том, что в высоколегированных сталях с повышенным содержанием углерода

длительность лазерного нагрева в ряде случаев недостаточна для завершения фазовых превращений. Повышение твердости поверхности способствует повышению их износостойкости в условиях абразивного, ударно-абразивного и коррозионно-механического изнашивания.

На рисунке 3 представлены результаты определения интенсивности изнашивания образцов в условиях трения о незакрепленный абразив.

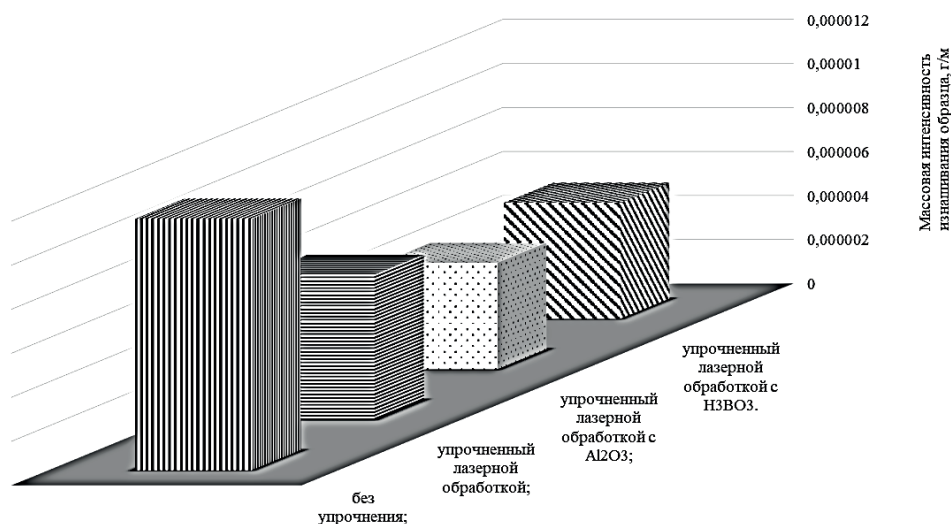


Рисунок 3 – Результаты определения интенсивности изнашивания образцов

Видно, что рассмотренные варианты упрочнения поверхности способствуют снижению интенсивности абразивного изнашивания образцов. Массовая интенсивность изнашивания образцов в зависимости от вариантов упрочнения снижается в 1,73-2,36 раза.

Для сравнительного анализа различных вариантов упрочнения применяется такая характеристика материалов, как относительная износостойкость.

На рисунке 4 представлены результаты определения относительной износостойкости образцов.

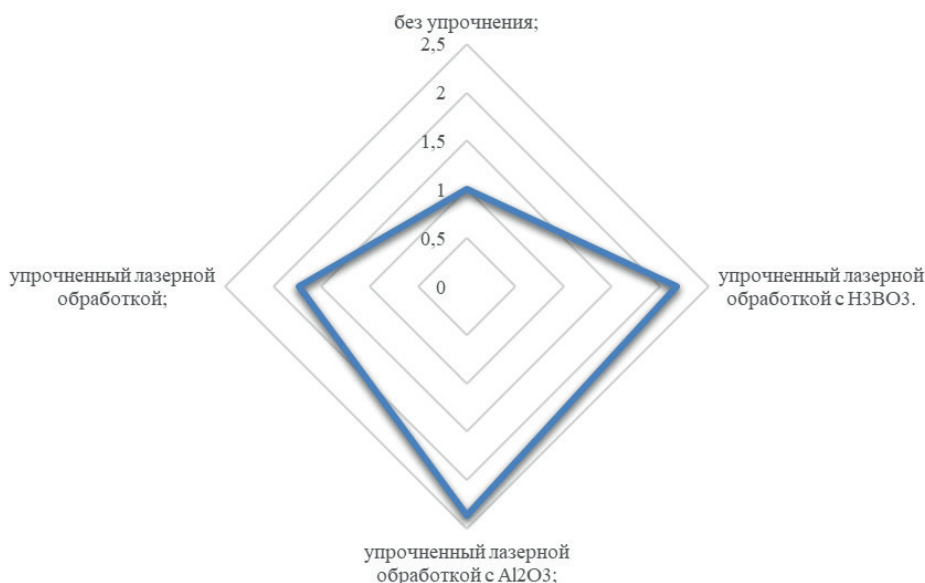


Рисунок 4 – Результаты определения относительной износостойкости образцов

Инженерные агропромышленные науки

Представленные данные свидетельствуют об эффективности применения в качестве легирующих компонентов при лазерном упрочнении стальной поверхности как Al_2O_3 , так и H_3BO_3 . Отмечено, что лазерная обработка по слою пасты с легирующим порошком способствует повышению относительной износостойкости в 2,17–2,36 раза.

Выводы. Таким образом, экспериментально доказано, что лазерная обработка по слою пасты с легирующими порошками Al_2O_3 и H_3BO_3 является перспективным направлением упрочнения стальных поверхностей. Результаты проведенного исследования имеют практическое значение для повышения долговечности рабочих органов машин и оборудования, работающих в условиях абразивного изнашивания.

Список используемой литературы

1. Спектральные свойства карбоксилатов меди и опыт их применения в узлах трения сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, О.Б. Аكوпова, И.А. Телегин [и др.]. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжская. – 2019. – № 1 (26). – С. 79–84.
2. Повышение ресурса узлов трения почвообрабатывающей техники. / В.В. Терентьев, В.Б. Лапшин, К.В. Субботин, В.С. Богданов. – Текст: непосредственный // Научное обозрение. – 2011. – № 6. – С. 27–31.
3. Влияние строения дископических мезогенных присадок-карбоксилатов меди на свойства синтетических кальциевых смазок. / В.В. Терентьев, О.Б. Аكوпова, В.Б. Лапшин, К.В. Субботин. – Текст: непосредственный. // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – № 4. – С. 31–33.
4. Возможности использования лазерных технологий для упрочнения ножей кормоуборочного комбайна КПК-3000. / В.В. Ивашка, В.С. Голубев, А.А. Дюжев, Н.Ф. Соловей. – Текст: непосредственный. // Инженер-механик. – 2005. – № 3 (28). – С. 5–7.
5. Рубин А.Г. О надежности режущего аппарата зерноуборочного комбайна. / А.Г. Рубин, Н.Н. Оранский. – Текст: непосредственный. // Труды ГОСНИТИ. – 1981. – Т. 63. – С. 105–111.
6. Коломейченко А.В. Результаты эксплуатационных испытаний деталей режущего аппарата зерноуборочных машин, упрочненных электроискровой обработкой электродом из аморфного сплава 84КХСР. / А.В. Коломейченко, И.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный. // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – Ч. 1. – С. 91–94.
7. Кузнецов И.С. Анализ состояния изношенных пальцев жаток зерноуборочных комбайнов фирмы JOHN DEERE. / И.С. Кузнецов. – Текст: непосредственный. // Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 1 (5). – С. 113–119.
8. Кузнецов И.С. Анализ состояния изношенных пальцев жаток современных зерноуборочных комбайнов. / И.С. Кузнецов, Т.С. Прокошина. – Текст: непосредственный. // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – № 1-2 (14). – С. 5–11.
9. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн. / под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, 1978. – Кн. 1. 1978. – 400 с. – Текст: непосредственный.
10. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings. / E. V. Kharanzhevskiy, M.D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.]. – Текст: непосредственный. // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174.
11. Dry sliding wear behavior of borided hot-work tool steel at elevated temperatures. / M.S. Gök, Y. Küçük, A. Erdoğan [et al.]/ – Текст: непосредственный // SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY. – 2017. – Vol. 328. – P. 54–62.
12. Триботехническое материаловедение и триботехнология: учеб. пособие. / Н.Е. Денисова, В.А. Шорин, И.Н. Гонтарь [и др.]; под ред. Н.Е. Денисовой. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. – 248 с. – Текст: непосредственный.
13. Упрочнение сегментных ножей Schumacher Pro Cut лазерной закалкой. / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. Ф. Первушин, А. В. Малинин. – Текст: непосредственный. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4 (76). – С. 63–68.
14. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials. / E. V. Kharanzhevskiy, M.D. Krivilyov, A.G. Ipatov [et al.]. – Текст: непосредственный. // Wear. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835.
15. Бирюков В.П. Оптимизация технологии лазерной наплавки и ее влияние на свойства покрытий. / В.П. Бирюков. – Текст: непосредственный. // Фотоника. – 2023. – Т. 17, № 6. – С. 442–452.

16. Плешка Е.Д. Лазерное упрочнение легированных железных покрытий. / Е.Д. Плешка. – Текст: непосредственный. // Электронная обработка материалов – 2007. – № 4. – С. 79–85.
17. Белова С.А. Возможности лазерного легирования при изготовлении быстрорежущего инструмента. / С.А. Белова. – Текст: непосредственный. // Научное обозрение. Технические науки. – 2015. – № 1. – С. 74–74.
18. ГОСТ 18704-78 «Кислота борная. Технические условия» [Текст]. – Введ. 01.01.1980. Взамен ГОСТ 18704-73. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 32с. – Текст: непосредственный.
19. ГОСТ 2999-75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу» [Текст]. – Введ. 01.07.1976. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 30 с. – Текст: непосредственный.
20. Терентьев В.В. Повышение износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин для предпосевной обработки почвы. / В.В. Терентьев, И.В. Коньков, В.А. Рузанов. – Текст: непосредственный. // Сборник научных трудов кафедры теоретической и прикладной механики: сборник статей. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет, 2025. – С. 40–46.
21. Терентьев В.В. Исследование влияния режимов электроискровой обработки на твердость поверхности нержавеющей стали. / В.В. Терентьев, Д.Е. Краев. – Текст: непосредственный. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. Иваново, 2018. – С. 244–247.
22. Господариков А.П. К вопросу влияния абразивного износа футеровочных бандажей валковых дробилок на технологические показатели процесса рудоподготовки. / А.П. Господариков, Д.А. Ефимов. – Текст: непосредственный. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 23. – С. 214–221.
23. Гаркунов Д.Н. Триботехника: учебник для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с. – Текст: непосредственный.
24. Хрущов М.М. Трение, износ и микротвердость материалов: Избранные работы (к 120-летию со дня рождения). / М.М. Хрущов. – М.: КРАСАНД, 2012. – 512 с. – Текст: непосредственный.
25. Бирюков В. Лазерное упрочнение и легирование сталей. / В. Бирюков. – Текст: непосредственный. // Фотоника. – 2011. – № 3.(27). – С. 34–37.

References

1. Spektral`ny`e svojstva karboksilatov medi i opy`t ix primeneniya v uzlax treniya sel`skoxozyajstvennoj texniki / V.V. Terent`ev, O.B. Akopova, I.A. Telegin [i dr.]. –Текст: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verkhnevolzh`h`ya. – 2019. – № 1 (26). – С. 79–84.
2. Povy`shenie resursa uzlov treniya pochvoobrabaty`vayushhej texniki. / V.V. Terent`ev, V.B. Lapshin, K.V. Subbotin, V.S. Bogdanov. – Текст: neposredstvenny`j // Nauchnoe obozrenie. – 2011. – № 6. – С. 27–31.
3. Vliyanie stroeniya diskoticheskix mezogenny`x prisadok-karboksilatov medi na svojstva sinteticheskix kal`cievy`x smazok. / V.V. Terent`ev, O.B. Akopova, V.B. Lapshin, K.V. Subbotin. – Текст: neposredstvenny`j. // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. – 2011. – № 4. – С. 31–33.
4. Vozmozhnosti ispol`zovaniya lazerny`x tehnologij dlya uprochneniya nozhej kormouborochnogo kombajna KPK-3000. / V.V. Ivashka, V.S. Golubev, A.A. Dyuzhev, N.F. Solovej. – Текст: neposredstvenny`j. // Inzhen-er-mexanik. – 2005. – № 3 (28). – С. 5–7.
5. Rubin A.G. O nadezhnosti rezhushhego apparata zernouborochnogo kombajna. /A.G. Rubin, N.N. Oranskij. – Текст: neposredstvenny`j. // Trudy` GOSNITI. – 1981. – Т. 63. – С. 105–111.
6. Kolomejchenko A.V. Rezul`taty` e`kspluatacionny`x ispy`tanij detalej rezhushhego apparata zernouborochny`x mashin, uprochnenny`x e`lektroiskrovoj obrabotkoj e`lektrodom iz amorfnoego splava 84KXSR. / A.V. Kolomejchenko, I.S. Kuznecov. – Текст: neposredstvenny`j. // Trudy` GOSNITI. – 2013. – Т. 111. – Ch..1. – С. 91–94.
7. Kuznecov I.S. Analiz sostoyaniya iznoshenny`x pal`cev zhatok zernouborochny`x kombajnov firmy` JOHN DEERE. / I.S. Kuznecov. – Текст: neposredstvenny`j. // Agrotexnika i e`nergoobespechenie. – 2015. – № 1 (5). – С. 113–119.
8. Kuznecov I.S. Analiz sostoyaniya iznoshenny`x pal`cev zhatok sovremenny`x zernouborochny`x kombajnov. / I.S. Kuznecov, T.S. Prokoshina. – Текст: neposredstvenny`j. // Agrotexnika i e`nergoobespechenie. – 2017. – № 1–2 (14). – С. 5–11.

Инженерные агропромышленные науки

9. Trenie, iznashivanie i smazka: Spravochnik. V 2-x kn. / pod red. I.V. Kragel'skogo, V.V. Alisina. – M.: Mashinostroenie, 1978. – Kn. 1. 1978. – 400 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
10. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings. / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174.
11. Dry sliding wear behavior of borided hot-work tool steel at elevated temperatures. / M.S. Gök, Y. Küçük, A. Erdoğan [et al.]/ – Tekst: neposredstvenny`j // SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY. – 2017. – Vol. 328. – P. 54–62.
12. Tribotexnicheskoe materialovedenie i tribotexnologiya: ucheb. Posobie. / N.E. Denisova, V.A. Shorin, I.N. Gontar` [i dr.]; pod red. N.E.Denisovoj. – Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2006. – 248 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
13. Uprochnenie segmentny`x nozhej Schumacher Pro Cut lazernoj zakalkoj. / A. G. Ipatov, S. N. Shmy`kov, V. F. Pervushin, A. V. Malinin. – Tekst: neposredstvenny`j. // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2023. – № 4 (76). – S. 63–68.
14. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials. / E.V. Kharanzhevskiy, M.D. Krivilyov, A.G. Ipatov [et al.]. – Tekst: neposredstvenny`j. // Wear. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835.
15. Biryukov V.P. Optimizaciya tehnologii lazernoj naplavki i ee vliyanie na svojstva pokry`tij. / V.P. Biryukov. – Tekst neposredstvenny`j. // Fotonika. – 2023. – T. 17, № 6. – S. 442–452.
16. Pleshka E.D. Lazernoe uprochnenie legirovanny`x zhelezny`x pokry`tij. / E.D. Pleshka. – Tekst: neposredstvenny`j. // E`lektronnaya obrabotka materialov – 2007. – № 4. – S. 79–85.
17. Belova S.A. Vozmozhnosti lazernogo legirovaniya pri izgotovlenii by`strozeshushhego instrumenta. / S.A. Belova. – Tekst: neposredstvenny`j. // Nauchnoe obozrenie. Texnicheskie nauki. – 2015. – № 1. – S. 74–74.
18. GOST 18704-78 «Kislota bornaya. Texnicheskie usloviya» [Tekst]. – Vved. 01.01.1980. Vzamen GOST 18704-73. – M.: Izd-vo standartov, 1993. – 32s. – Tekst: neposredstvenny`j.
19. GOST 2999-75 «Metally` i splavy`. Metod izmereniya tverdosti po Vickersu» [Tekst]. – Vved. 01.07.1976. – M.: Izd-vo standartov, 1987. – 30 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
20. Terent`ev V.V. Povy`shenie iznosostojkosti rabochix organov pochvoobrabaty`vayushhix mashin dlya predpos-evnoj obrabotki pochvy`. / V.V. Terent`ev, I.V. Kon`kov, V.A. Ruzanov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Sbornik nauchny`x trudov kafedry` teoreticheskoy i prikladnoj mexaniki: sbornik statej. Ivanovo: Ivanovskij gosudarstvenny`j e`nergeticheskij universitet, 2025. – S. 40–46.
21. Terent`ev V.V. Issledovanie vliyaniya rezhimov e`lektroiskrovoj obrabotki na tverdest` poverxnosti nerzhaveyushhej stali. / V.V. Terent`ev, D.E. Kraev. – Tekst: neposredstvenny`j. // Nadezhnost` i dolgovechnost` mashin i mexanizmov: sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel`naya akademiya GPS MChS Rossii. Ivanovo, 2018. – S. 244-247.
22. Gospodarikov A.P. K voprosu vliyaniya abrazivnogo iznosa futerovochny`x bandazhej valkovy`x drobilok na texnologicheskie pokazateli processa rudopodgotovki. / A.P. Gospodarikov, D.A. Efimov. – Tekst: neposredstvenny`j. // Transportnoe, gornoe i stroitel`noe mashinostroenie: nauka i proizvodstvo. – 2023. – № 23. – S. 214–221.
23. Garkunov D.N. Tribotexnika: uchebnik dlya studentov vtuzov. – 2-e izd., pererab. i dop. / D.N. Garkunov. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 328 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
24. Xrushhov M.M. Trenie, iznos i mikrotverdost` materialov: Izbranny`e raboty` (k 120-letiyu so dnya rozhdeniya). / M.M. Xrushhov. – M.: KRASAND, 2012. – 512 s. – Tekst: neposredstvenny`j.
25. Biryukov V. Lazernoe uprochnenie i legirovanie stalej. / V. Biryukov. – Tekst neposredstvenny`j. //Fotonika. – 2011. – № 3.(27). – S.34–37.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 636.92

«ДЕШЕВОЕ МЯСО, ИЛИ КРОЛИКОВОДСТВО...»: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАЗВЕДЕНИЯ КРОЛИКОВ В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ

Бредихин А.В., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

Кролиководство в Российской империи не имело широкого распространения. Исторически оно не относилось к традиционным промыслам, а сам факт появления кроликов на Руси носил привозной характер. Существовал ряд неформальных запретов, суеверий, который не позволял разводить кроликов в крестьянской среде. В конце XIX – начале XX века ряд отечественных кролиководов, теоретиков и практиков в своих научных изысканиях подводят к мысли об улучшении социально-экономического положения населения вследствие повсеместного внедрения кроликов в жизнь крестьянских хозяйств. Этот пример впоследствии достаточно позитивно использует советская власть в период продовольственных кризисов 1930-х годов. Именно тогда разведению кроликов будет придан повсеместный характер, но его базовые разработки будут иметь дореволюционный статус. Одним из авторов, предлагавших своё видение по популяризации кролиководческой отрасли, стал Н.В. Васильев. В своей научной работе, предложенной к рассмотрению автором исследования, он проводит сравнительный анализ крольчатчины с мясом иных сельскохозяйственных животных, указывает на явные плюсы в развитии данной отрасли. Автор использует метод историзма и контент-анализ. В выводах указывает на безуспешность реализации представленной научной работы в социально-экономических условиях того времени. Преодолеть устоявшиеся в отношении кроликов стереотипы смогла лишь Октябрьская революция, трансформировавшая российское общество и форму хозяйствования. Реализация же представлений отечественных кролиководов на практике позволила бы снизить революционную напряжённость и социальное расслоение в стране.

Ключевые слова: крестьяне, кролики, кролиководство, Российская империя, сельское хозяйство, фермерство

Для цитирования: Бредихин А.В. «Дешёвое мясо, или кролиководство...»: социальной экономической аспект разведения кроликов в Российской империи // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 130–134.

Актуальность. Кролиководство в Российской империи имело недооцененный характер, выступая той нишей сельского хозяйства, которая могла, по мнению современников, трансформировать социально-экономическое положение населения в лучшую сторону, стать значительным фактором снижения революционных настроений в обществе и предотвратить проникновение социалистических идей. Позднее именно социалистическое руководство СССР воспользуется этим направлением животноводства, исправляя перегибы коллективизации и спасая страну в начале 1930-х годов от про-

Социально-экономические и гуманитарные науки

довольственного кризиса (рис.). И.В. Сталин указывал секретарю Центрального комитета ВКП(б) и руководителю московских большевиков Л.М. Кагановичу: «Налечь на птицу: мяса в этом году не хватит, птица может вывезти (а также кролики)» в 1931 году, по всей стране будет запущена агитационная кампания, а на страницах журнала «Мурзилка» будут опубликованы следующие строки:

*«Лишь крольчата подрастут,
Мясо сладкое дадут,
Кожу мягкую дадут,
Теплый мех.
Мы одеты и обуты
По зиме.
А из лапок и ушей
Будет очень крепкий клей» [10].*



Рисунок – Советский плакат 1932 года
«Комсомольцы и пионеры, разводите кроликов!»

Постановка проблемы. Историографический анализ кролиководства в Российской империи выявляет его маргинальное положение в структуре исторических исследований, характеризующееся фрагментарностью и недостаточной степенью разработанности. Дореволюционная историография в основном не акцентировала внимание на кролиководстве как на самостоятельном направлении сельскохозяйственного производства, рассматривая его в контексте общего обзора аграрных практик. Тем не менее в ряде работ по сельскому хозяйству, созданных в рассматриваемый период, эпизодически затрагивались вопросы, касающиеся кролиководства, предоставляя ценную эмпирическую информацию о географии распространения различных пород, особенностях содержания, рациона кормления и распространенности заболеваний. Данные сведения содержатся как в общих обзорах состояния животноводства в отдельных губерниях, так и в трудах, посвящённых конкретным видам сельскохозяйственных животных.

Цели и задачи исследования. Целью исследования выступает анализ социальной экономической роли кролиководства в Российской империи на примере научной работы Н.В. Васильева.

Методы исследования. В рамках заявленной методологии применен метод историзма, контент-анализ, что позволяет на основе представления имеющихся научных и публицистических работ сформировать картину социально-экономического влияния кролиководства в Российской империи.

Результаты исследования. Ряд исследователей теоретиков и практиков того времени уделяют внимание данному аспекту, прямо указывая на взаимосвязь социально-экономического благополучия крестьянского населения и развитие кролиководства. В пример ставятся европейские страны, обладающие развитым кролиководческим хозяйством и активно пропагандирующим его среди крестьян. На данный аспект указывают С.Е. Голубицкий, В.Ф. Майстрах, В.В. Сабинецкий [4–6, 9]. А спустя четверть века в указанный период «бума» советского кролиководства им будет апеллировать Л.Д. Троцкий, опубликовав в 1932 году в своём «Бюллетене оппозиции» письмо анонима: «Вся партия была мобилизована на ноги под лозунгом разведения кроликов. На заводах стали создавать

крольчатники. Можно подумать, что дело идет о Бельгии или об Англии, да и в этих густо населенных странах кролик вряд ли является предметом такого государственного культа» [10].

Среди публикаций начала XX века стоит выделить работу Н.В. Васильева «Дешевое мясо, или Кролиководство как наилучший способ экономического народного пропитания и как побочный заработок: Руководство к разведению, содержанию и откармливанию кроликов, а также практическому использованию получаемых продуктов». Данная работа входит в плеяду первых исследований отечественного кролиководства, о которых мы уже писали на страницах издания [1].

Разведение кроликов в глазах русского крестьянина начала XX века выступало аналогией с «чертовым яблоком» – картофелем, завезенным Петром I в XVIII веке. Его боялись, ему приписывали небылицы, формировался культ суеверий. Животное считалось «нечистым», а в отдельных регионах запрещалось есть его «кошачью голову» и «собачьи лапы». Все это происходило от незнаний и нежелания воспринимать правильные советы по развитию кролиководческой отрасли. Именно так реагирует автор на повеления населения, указывая на то, что потребление говядины, например, стало привычкой, а крольчатина хоть и выступает блюдом, объединяющим столы богатых и бедных социальных групп в странах Европы, вызывает у русского крестьянина отчуждение.

Заметим, что применение впоследствии советской властью директивного метода по разведению кроликов с созданием кролиководческих хозяйств на каждом предприятии, имело местами позитивной характер, негативные характеристики возникали большей частью в связи с климатическими условиями и болезнями кроликов. Подобную линию «сталинской» кролиководческой политике впоследствии попробует повторить Н.С. Хрущёв, отдающий предпочтение крольчатине над курятиной, в отношении директивной посадки кукурузы, но этот сельскохозяйственный эксперимент закончится полным провалом.

Полезность крольчатины еще до Октябрьской революции 1917 года была определена отечественной наукой. В сравнении с другими видами животных, мясо кролика, достаточно подходяще для усваивания, что Н.В. Васильев приводит в соответствующей таблице (таб.).

Таблица – Доля воды и питательных веществ в различных видах мяса домашних животных [3]

№ п/п	Вид мяса	Процент воды	Процент питательных веществ
1	Мясо быка	72	28
2	Мясо кролика	75	25
3	Мясо курицы	77	23
4	Телятина	76	24
5	Свинина	79	21

Таким образом, кроличье мясо не уступает основным видам потребляемого мяса, а выбор крестьянства в пользу бычьего мяса или телятины обусловлен лишь его активным внедрением в массовое сознание как единственно подходящего с малолетнего возраста.

При этом мясо раков, питающихся мертвечиной и разрушающих желудок, моллюсков, устриц, крабов и лягушачьих ляшек считается нормой и, несмотря на имеющиеся особенности, подлежит потреблению в пищу. В то время как кролик выступает по сути своей вегетарианцем, питаясь растительной пищей, а его мясо является значительно полезнее вышеуказанных.

Еще одним показательным фактором разведения кроликов выступает их крайняя плодовитость, неприхотливость к питанию и условиям содержания. Благодаря поступлению кроличьего мяса на рынок становится возможным «устранить недоедание и крайнюю нужду в бедных, малоразвитых в культурном отношении классах населения» [3]. Удешевление потребляемого населением мяса и повышение его доступности позволило бы поднять его объёмы до уровня европейских стран, где оно исчисляется сотнями миллионов голов.

Выводы. К сожалению, труд Н.В. Васильева, как и работы иных отечественных кролиководов того времени, не получили широкой поддержки среди населения империи, в связи с чем изменения социально-экономического положения крестьянского населения осуществить не удалось. Популяризация кролиководства будет отложена до 1930-х годов и выступит важным фактором в спасении страны от продовольственных кризисов. Однако, читая работу в наши дни, осознаешь её актуальность и возможность реализации в современном животноводстве.

Список используемой литературы

1. Бредихин А.В. С.Е. Голубицкий: основы кролиководства в Российской империи / А.В. Бредихин. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2025. – № 2. – С. 23–27.
2. Бредихин А.В. Основные меры поддержки кролиководства в Российской Федерации / А.В. Бредихин. – Текст непосредственный. // Journal of Agriculture and Environment. – 2025. – № 5 (57).
3. Васильев Н.В. Дешевое мясо, или Кролиководство как наилучший способ экономического народного пропитания и как побочный заработок: Руководство к разведению, содерж. и откармливанию кроликов, а также практич. использ. получаемых продуктов: с нем. / Н.В. Васильев. – Санкт-Петербург: Тип. П.С. Курочкина, [190-?]. – 23 с. – Текст: непосредственный.
4. Голубицкий С.Е. Как разводить кроликов: Руководство для сел. населения. / С.Е. Голубицкий. – Москва: Тип. «Рус. печ.» Я.М. Сарандинаки, 1914. – 64 с. – Текст: непосредственный.
5. Голубицкий С.Е. Кролики: Руководство к разведению, уходу и откорму кроликов. Устройство рассадников, помещений и клеток. Мясо как пищевой продукт. Рецепты кушаний: [В 2 ч.]. / С.Е. Голубицкий. – 3-е изд., знач. доп. Ч. 1 и 2. – Москва: Тип. «Рус. печ.» Я.М. Сарандинаки, 1912. – 290 с. – Текст: непосредственный.
6. Майстрах В.Ф. Животноводство (Учение о том, как с пользой для людей разводить, содержать и лечить лошадей, коров, овец, свиней, коз, кроликов и птиц, с излож. опаснейших для животных болезней собак). / Сост. агр. и вет. врач Вл. Майстрах. – Москва: Е. Коновалова и К°, 1913. – 416 с. – Текст: непосредственный.
7. Российское кролиководство. / отв. ред. А.В. Бредихин. – Москва: АНО ЦЭМИ, 2025. – 85 с. – Текст непосредственный.
8. Российское кролиководство. Том 2. / Отв. ред. А.В. Бредихин. – Москва: АНО ЦЭМИ, 2025. – 79 с. – Текст непосредственный.
9. Сабинецкий В.В. Кролик. / В.В. Сабинецкий. — Ревель: Э.В. Багговут, 1906. – 45 с. – Текст: непосредственный.
10. Сталинская кампания по кролиководству 1932-1934 гг. / OSTKRAFT. // URL: <https://ostkraft.ru/ru/articles/1921> (дата обращения: 01.06.2025). – Текст: электронный.

References

1. Bredikhin A.V. S.E. Golubitsky: Fundamentals of Rabbit Breeding in the Russian Empire / A.V. Bredikhin. – Text: direct. // Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region, 2025. – № 2. – С. 23-27.
2. Bredikhin, A.V. Main Measures to Support Rabbit Breeding in the Russian Federation / A.V. Bredikhin. – Text: direct. // Journal of Agriculture and Environment. – 2025. – № 5(57).
3. Vasiliev N.V. Cheap meat, or Rabbit breeding as the best way of economic subsistence and as a side income: Rabbit breeding as the best way of economic subsistence and as a side income: A guide to breeding, contents, and fattening rabbits, as well as practical. I use it. products obtained: from it. / N.V. Vasiliev. – St. Petersburg: P.S. Kurochkin Printing House, [190-?]. – 23 p.
4. Golubitsky, S.E. How to Raise Rabbits: A Guide for Rural Residents / S.E. Golubitsky. Moscow: Tip. «Russ. Pech.» by Y.M. Sarandina, 1914. – 64 p.
5. Golubitsky, S.E. Rabbits: A Guide to Breeding, Caring for, and Fattening Rabbits. Design of Nurseries, Rooms, and Cages. Meat as a Food Product. Recipes for Dishes: [In 2 Parts] / S.E. Golubitsky. — 3rd edition, significantly expanded. Parts 1 and 2. – Moscow: Typography of Y.M. Sarandina, 1912. – 290 p.
6. Maistrakh V.F. Animal husbandry (The doctrine of how to breed, maintain and treat horses, cows, sheep, pigs, goats, rabbits and birds for the benefit of people, with an outline. the most dangerous diseases of dogs for an-



- imals) / Comp. agr. and vet. doctor VI. Maystrakh. – Moscow: E. Konovalova and Co., 1913. – 416 p. – Text: direct.
7. Russian Rabbit Breeding / ed. by A.V. Bredikhin. – Moscow: ANO TSEMI, 2025. – 85 p. – Text in the original.
 8. Russian Rabbit Breeding. Volume 2. / ed. by A.V. Bredikhin. – Moscow: ANO TSEMI, 2025. – 79 p. – Text: direct.
 9. Sabinetsky V.V. The Rabbit. / V.V. Sabinetsky. – Revel: E.V. Baggovut, 1906. – 45 p. – Text: direct.
 10. Stalin's Campaign on Rabbit Farming, 1932-1934. / OSTKRAFT. // URL: <https://ostkraft.ru/ru/articles/1921> (accessed: 01.06.2025). – Text: e`lektronny`j.

ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ЛАТИНСКОГО ЯЗЫКА В ВЕТЕРИНАРНОМ КОЛЛЕДЖЕ

Емельянов А.А., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Статья посвящена формированию у обучающихся ветеринарных колледжей мотивации к изучению дисциплины «Латинский язык в ветеринарии». Определяется место данной дисциплины в программе подготовки по специальности «Ветеринария». Выделяются способы презентации новой дисциплины и пути повышения интереса к ней как дополнительный способ личностного развития обучающихся и расширения их кругозора. Определяется место данной дисциплины в учебном процессе. Рассматривается особенность преподавания латинского языка в целом и прикладных аспектов данной дисциплины в частности. Подчеркивается важность сопоставления изучаемых лексических единиц как с иностранным, так и с русским языком, что дает возможность студентам осознанно использовать латиноязычную терминологию при назначении лекарственных препаратов или постановке диагноза. Приводятся примеры некорректного употребления обучающимися согласованных и несогласованных определений в анатомических терминах в виде неправильного порядка слов при их переводе на русский язык, что свидетельствует о необходимости уделения более пристального внимания изучению данного раздела латинской грамматики. Делается вывод, что грамотное использование латинских терминов способствует успешному освоению новых явлений в непрерывно меняющемся мире, предоставляя неисчерпаемые возможности в познавательной и научной деятельности. Автор убежден, что осознанная мотивация к изучению обучающимися дисциплины «Латинский язык в ветеринарии» представляется одним из ключевых условий формирования конкурентноспособных и стремящихся к постоянному саморазвитию будущих ветеринаров.

Ключевые слова: латинский язык, ветеринарный колледж, языковые явления, специальные термины, повышение мотивации.

Для цитирования: Емельянов А.А. Повышение мотивации к изучению латинского языка в ветеринарном колледже. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2026. № 2 (55). С. 135–139.

Актуальность. Дисциплина «Латинский язык в ветеринарии» является частью программы высших и средних специальных учебных заведений медицинского, гуманитарного, юридического и естественно-научного профиля, а также классических гимназий. В ветеринарном колледже она изучается один семестр на втором курсе и затрагивает лексико-грамматические явления, которые необходимы для успешной профессиональной деятельности будущих специалистов. Освоение студентами данной дисциплины в должной мере обеспечивает понимание и грамотное использование международной ветеринарно-медицинской терминологии [1].

Латинский язык является глобальным универсальным способом как теоретического, так и прикладного научного взаимодействия для специалистов всего мира. Особое место занимает латынь в ветеринарии и медицине, где она находит реальное применение на всех этапах деятельности специалистов, находясь в основе клинической и анатомической терминологии, рецептуры, химической номенклатуры, частотных отрезков в наименованиях лекарственных средств и групп препаратов. Правильное использование терминологии латинского языка способствует более успеш-

ному освоению новых явлений постоянно меняющейся действительности, позволяя использовать неисчерпаемые возможности в познавательной и научной сфере. Становится очевидным тот факт, что осознанное и мотивированное изучение дисциплины «Латинский язык в ветеринарии» является важным условием для подготовки конкурентноспособных и готовых к постоянному саморазвитию будущих профессионалов.

Актуальность исследования. Все учебные дисциплины программы подготовки специалистов любой отрасли должны отражать не только сочетание определенных истин теории и практики, но и как средство личностного развития обучающихся [2]. Поскольку латинский язык является новой дисциплиной для большинства студентов, то видится необходимость донести до них его значимости для каждого образованного специалиста, в особенности для будущего врача. Важно отметить, что отсутствие у обучающихся начального уровня подготовки по латинскому языку дает возможность участникам образовательного процесса почувствовать собственную уверенность [3]. Более того, у всех обучающихся появляются равные возможности успешного освоения данной дисциплины. Преподавание латинского языка, рассматриваемое в таком ракурсе, становится способом не только качественного обучения специалистов, востребованных в области ветеринарии и медицины, но и их всестороннего личностного развития, восприятие себя в роли субъекта, достигшего значимых результатов в учебной и профессиональной сферах [4].

Постановка проблемы. Появление у студентов устойчивой мотивации к изучению латинского языка предполагает осознание наличия у последнего особых целей и места в системе изучаемых дисциплин. В процессе освоения обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями об основах языка, которые прослеживаются во всех европейских языках, приобретают возможность оценить четкость и лаконичность латинской грамматики и проанализировать ее сходства и различия с современными европейскими языками.

Постоянная практика сравнительно-сопоставительного анализа современных языков с латинским способствует появлению у обучающихся ощущения «почвы под ногами», компетентности, достаточной для решения учебных задач на базе первых полученных профессиональных навыков, то есть ощущения резерва сил для успешного продолжения учебной деятельности [5].

Материалы и методы исследования. Курс латинского языка в рабочей программе ветеринарного колледжа следует с полным основанием рассматривать как одну из профильных дисциплин, предполагающую общекультурное развитие обучающихся с целью их успешной интеграции в глобальный научный мир. Дисциплина «Латинский язык в ветеринарии» расширяет границы мировоззрения, отображает связи современной науки и культуры с античностью [6]. На первом занятии по латинскому языку предусматривается экскурс в историю, на котором демонстрируется тот факт, что в медицинско-ветеринарной терминологии прослеживаются образы и сюжеты культуры и мифологии античности, например, Эдипов комплекс, нарциссизм, Ахиллово сухожилие, Атлант (первый шейный позвонок). Текст «О Минотавре» позволяет прокомментировать анатомический термин *labyrinthus* (составить и просклонять согласованные определения – *labyrinthus ethmoidalis, osseus, membranaceus*), клинические термины *labyrinthitis, labyrinthopathia*, фармацевтические – *Dedalon, Icaron* (лекарственные средства от укачивания) и слова и выражения античного происхождения – нить Ариадны, лабиринт противоречий.

На протяжении веков имена мифологических персонажей использовались в ботанике в качестве названий растений, а затем в фармации, формируя семантику медицинских терминов (*Achillea millefolium, Adiantum capillis Veneris, Adonis vernalis, Atropa belladonna, Centaurea, Centaurum erythraea, Daphne Mezereum, Mentha*). Некоторые названия растений косвенно связаны с богами и героями (*Convallaria maialis, Myrtus communis, Aconitum, Laurus nobilis*). Часто интеграция охватывает межпредметные связи. Например, растение *Adonis vernalis* (ЛС – адонизид, адонис-бром) – горичвет весенний в греческой мифологии связано с именем возлюбленного богини любви – Афродиты (препараты – афродизиаки), в римском пантеоне – Венеры (венерические заболевания) [7].

В ветеринарно-медицинских терминах многие латинские названия являются сочетанием существительного с прилагательным. В начале прохождения темы согласованного определения важно

Социально-экономические и гуманитарные науки

акцентировать внимание студентов на необходимость соблюдения правил согласования существительных первого и второго склонения с прилагательными второй группы и показать случаи некорректных сочетаний. Например, название минеральной воды «*Aqua minerale*» составлено некорректно, так как прилагательное «*minerale*» согласуется с существительными среднего рода, в то время как «*aqua*» – существительное женского рода. В данном случае корректное согласованное определение будет иметь вид «*aqua mineralis*». Подобные случаи способствуют проявлению интереса студентов к новым предметам и стремлению грамотно использовать специальную лексику [8]. Так как в русском и латинском языках разный порядок слов, то отсутствие умения определять согласованные и несогласованные определения в словосочетании иногда приводит к следующим некорректным переводам: *fractura partis processus vertebrae* – «отросток позвонка части перелома» (вместо «перелом части отростка позвонка»), *cavum tympanicum auris mediae* – «среднее ухо барабанной полости» (вместо «барабанная полость среднего уха»), *apex radices dentis* – «зуб ветви верхушки» (вместо «верхушка корня зуба») [9].

Использование на занятиях по латинскому языку общеизвестных пословиц и изречений с информацией об их истории является одним из эффективных методов оживления «мертвого языка». На этапе изучения раздела «структура рецепта», где в седьмой части рецепта (указания фармацевту) используется сослагательное наклонение, студентам дается информация о происхождении грамматической формы *fiat* (от глагола *feri* – делать, получать, образовывать). На данном этапе представляется целесообразным привести распространенное изречение «*Fiat lux*» («да будет свет»). Эта библейская фраза используется в более широком смысле, когда речь идет о грандиозных событиях. Именно эта фраза была начертана на бумажном листе, который был в руках основоположника книгопечатания Гуттенберга на его прижизненных портретах. Фраза «*Nulla dies sine linea*» («ни дня без строчки») Плиния Старшего встречается в повествовании о выдающемся древнегреческом художнике Аппелесе, который «имел обыкновение, как бы он ни был занят, ни одного дня не пропускать, не упражняясь в своем искусстве, проводя хоть одну черту». Его добавление в дополнительный материал, с одной стороны, подтверждает ценность ежедневных занятий при изучении любой специальности, а с другой – копирует слово «*linea*» (линия), включенное в коллоквиум по анатомической терминологии.

Заключение. Автор считает, что курс латинского языка, входящий в программу ветеринарного колледжа, следует рассматривать как особую дисциплину, способствующую более осознанному усвоению как современных иностранных языков, так и специальных дисциплин естественно-научного цикла (анатомия, внутренние болезни животных, фармакология, паразитология).

Вышесказанное делает очевидным ценность формирования у обучающихся заинтересованности в освоении новой дисциплины. На занятиях целесообразно комбинировать подачу четко сформулированного грамматического материала, сведения по структуре рецепта, анатомических и клинических терминах с возможностью самостоятельного углубления и расширения полученных знаний. Как справедливо отмечается, при отказе от менторской позиции и давая возможность обучающимся ощутить себя на уроке равноправными участниками учебного процесса, преподаватель достигает гораздо большего, чем просто хорошая успеваемость группы. Это желание общаться с преподавателем, учиться у него, оправдать его ожидания, заслужить его похвалу [10]. Подобные дидактические принципы соответствуют современному курсу на гуманизацию и совершенствование качества приобретенных образовательных компетенций.

Список используемой литературы

1. Тинкчян Л.Э. Повышение интереса к изучению латинского языка у студентов ветеринарных факультетов сельскохозяйственных вузов. / Л.Э. Тинкчян — Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Волгоградского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (35). – С. 105–107.
2. Качалкин А.А. Специфика преподавания дисциплины «Латинский язык, основы терминологии» на медицинских факультетах. / А.А. Качалкин – Текст: непосредственный. // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2016. – Том 22. – С. 172–176.

3. Емельянов А.А. Методические особенности изучения латинского языка в зооветеринарных вузах. / А.А. Емельянов – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2023. – № 3 (43). – С. 138–140.
4. Нурмухамбетова Б.Н. Принципы преподавания латинского языка в медицинском университете. / Б.Н. Нурмухамбетова, Е.К. Лисариди — Текст: непосредственный. // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2014. №1. С. 376–378.
5. Пронькина С.В. Возможности регулирования процесса адаптации студентов-первокурсников средствами дисциплины «Латинский язык». / С.В. Пронькина – Текст: непосредственный. // Теория и практика иностранного языка в высшей школе: сборник научных статей. Выпуск. 5. – Иваново, 2007. – С. 85–91.
6. Емельянов А.А. К проблеме изучения латинского и греческого языков в современной медицине. / А.А. Емельянов, Е.В. Хрунова, А.Р. Трофимова – Текст: непосредственный. // Современное состояние: проблемы и перспективы развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции 29-30 апреля 2022 г. – Иваново, 2022. – С. 355–357.
7. Ковзалина А.Г. Специфика преподавания латинского языка в профильных классах школы. / А.Г. Ковзалина – Текст: непосредственный. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 1 (2). – С. 106–109.
8. Тучина Е.В. Методологические аспекты преподавания латинского языка в медицинском вузе. / Е.В. Тучина – Текст: непосредственный. // Теория и практика иностранного языка в высшей школе: сборник научных статей. Выпуск. 5. – Иваново, 2007. – С. 98–102.
9. Кирюхин Д.В. Преподавание латинского языка на ветеринарном факультете: ошибки обучающихся как источник вдохновения для педагога. / Д.В. Кирюхин, В.П. Полозова, А.В. Радкевич – Текст: электронный. // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74–3. // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prepodavanie-latinskogo-yazyka-na-veterinarnom-fakultete-oshibki-obuchayuschih-sya-kak-istochnik-vдохновения-dlya-pedagoga> (дата обращения: 23.02.2026).
10. Кузьмина (Головко-Гаршина) Н.В. Предмет акмеологии. 2-е издание, исправленное и дополненное. / Н.В. Кузьмина (Головко-Гаршина). – Санкт-Петербург, 2002. – 189 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Tinkchyan L.E`. Povy`shenie interesa k izucheniyu latinskogo yazy`ka u studentov veterinarny`x fakul`tetov sel`skozoxyzajstvenny`x vuzov. / L.E`. Tinkchyan — Текст: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2021. – № 2 (35). – S. 105–107.
2. Kachalkin A.A. Specifika prepodavaniya discipliny` «Latinskij yazy`k, osnovy` terminologii» na medicinskih fakul`tetaх. / A.A. Kachalkin – Текст: neposredstvenny`j. // Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova. – 2016. – Tom 22. – S. 172–176.
3. Emel`yanov A.A. Metodicheskie osobennosti izucheniya latinskogo yazy`ka v zooveterinarny`x vuzax. / A.A. Emel`yanov – Текст: neposredstvenny`j. // Agrarny`j vestnik Verxnevolzh`ya. – 2023. – № 3 (43). – S. 138–140.
4. Nurmuxambetova B.N. Principy` prepodavaniya latinskogo yazy`ka v medicinskom universitete. / B.N. Nurmuxambetova, E.K. Lisaridi — Текст: neposredstvenny`j. // Vestnik Kazaxskogo nacional`nogo medicinskogo universiteta. 2014. №1. S. 376–378.
5. Pron`kina S.V. Vozmozhnosti regulirovaniya processa adaptacii studentov-pervokursnikov sredstvami discipliny` «Latinskij yazy`k». / S.V. Pron`kina – Текст: neposredstvenny`j. // Teoriya i praktika inostrannogo yazy`ka v vy`sshej shkole: sbornik nauchny`x statej. Vy`pusk. 5. – Ivanovo, 2007. – S. 85–91.
6. Emel`yanov A.A. K probleme izucheniya latinskogo i grecheskogo yazy`kov v sovremennoj medicine. / A.A. Emel`yanov, E.V. Xrunova, A.R. Trofimova – Текст: neposredstvenny`j. // Sovremennoe sostoyanie: problemy` i perspektivy` razvitiya APK Rossii. Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii 29-30 aprelya 2022 g. – Ivanovo, 2022. – S. 355–357.
7. Kovzalina A.G. Specifika prepodavaniya latinskogo yazy`ka v profil`ny`x klassax shkoly`. / A.G. Kovzalina – Текст: neposredstvenny`j. // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. – 2012. – № 1 (2). – S. 106–109.

Социально-экономические и гуманитарные науки

8. Tuchina E.V. Metodologicheskie aspekty` prepodavaniya latinskogo yazy`ka v medicinskom vuze. / E.V. Tuchina – Tekst: neposredstvenny`j. // Teoriya i praktika inostrannogo yazy`ka v vy`sshej shkole: sbornik nauchny`x statej. Vy`pusk. 5. – Ivanovo, 2007. – S. 98–102.
9. Kiryuxin D.V. Prepodavanie latinskogo yazy`ka na veterinarnom fakul`tete: oshibki obuchayushhixsya kak istochnik vdoxnoveniya dlya pedagoga. / D.V. Kiryuxin, V.P. Polozova, A.V. Radkevich – Tekst: e`lektronny`j. // Problemy` sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. – 2022. – № 74–3. // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prepodavanie-latinskogo-yazyka-na-veterinarnom-fakultete-oshibki-obuchayuschih-sya-kak-istochnik-vdoxnoveniya-dlya-pedagoga> (data obrashheniya: 23.02.2026).
10. Kuz`mina (Golovko-Garshina) N.V. Predmet akmeologii. 2-e izdanie, ispravlennoe i dopolnennoe. / N.V. Kuz`mina (Golovko-Garshina). – Sankt-Peterburg, 2002. – 189 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

AGRONOMY

Mosyakov M.A., Mikheev M.A.

RESULTS OF RESEARCH ON LABORATORY AND GREENHOUSE GERMINATION OF SUGAR BEET SEEDS

Despite the technological advances in agricultural machinery, the problem of fully realizing the biological potential of plants remains unresolved. This is particularly true in sugar beet production, where all technological operations are performed using machinery. The introduction of new equipment based on outdated sugar beet cultivation technologies, as well as the introduction of new technologies with outdated agricultural machinery, leads to a decrease in the efficiency of the industry as a whole. It is important for sugar beet production to fully utilize the biological production potential of plants so that its realization can be monitored on-farm when modern machinery and technologies are introduced. This article presents the results of laboratory and greenhouse experimental studies, which were graphically recorded and analyzed using statistical processing in Statistica 13.5.0. The germination rate of Mitika sugar beet seeds, produced by JSC Shchelkovo Agrokhim, is determined. It was determined that the intermittent intrasoil application of hydrogel at a solution concentration of 1 g per liter of water, accompanied by seed sowing, increases seed germination to 92-94 % and prevents further loss of soil moisture, while simultaneously introducing micronutrients and biopreparations beneficial for growth and development. These results form the basis for developing the technical specifications for a pilot design for a module for intrasoil application of hydrogel.

Keywords: sugar beet seeds, laboratory germination, greenhouse germination, hydrogel, experimental results.

Torikov V.E., Melnikova O.V., Polenok A.V., Rozhnov N.I.

WEED CONTROL IN SPRING RAPESEED CROPS

*The application of a tank mixture of herbicides Galion, SL + Estok, WDG (0.31 l/ha + 0.025 kg/ha); Quickstep, MEC (0.8 l/ha) in spring rape crops provided a sufficiently high biological efficacy against all growing weeds, with the exception of individual plants of dawny hemp nettle (*Galeopsis tetrahit*). The plants showed signs of depression, being in the lower and middle tiers, and did not compete for nutrients with rapeseeds. The survival of dawny hemp nettle can be explained by the fact that at the time of herbicide treatment they were at the stage of 3–4 leaves, partially covered with the main crop and did not receive the full dose of the herbicide. In the growing seasons of 2022 and 2023 the biological efficiency of tank mixtures of herbicides Galion, SL; Estok, WDG; Quickstep, MEC was 98 %. When evaluating the effectiveness of herbicidal treatment before the seedling emergence of spring rapeseed plants, it should be noted the excellent effect against dicotyledonous and grass weeds of the tank mixture Python, EC + Treiser, EC was at the rate of 2.5 l/ha + 0.2 l/ha. After applying a tank mixture of herbicides Python, EC + Treiser, EC, mild phytotoxicity was observed. After this treatment practically no dicotyledonous weeds were left. A month after chemical treatment plants of prickly grass and spear-grass began to vegetate. The treatment of crops with Miura, EC at the rate of 1.2 l/ha against prickly grass and spear-grass at their height from 10 to 20 cm was highly effective. The applied herbicides ensured 100 % weed control and stable yield of rape seeds. Among the varieties and hybrids studied, on average, over the years of field experiments, the highest seed yields of 3.21 and 3.32 t/ha were formed by the varieties Novosel and Prometheus selected by the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology and Scientific and Practical Center of The National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture, respectively.*

Keywords: spring rapeseed, weeds, herbicide, biological efficiency, seed yield.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

Alekseeva E.S.

TREATMENT TACTICS FOR A PENETRATING EYE INJURY IN A DOG

This article describes a clinical case of a penetrating eye injury in a Chihuahua dog, using combined surgical and medical treatment. The injury was caused by an aggressive dog of the same breed, which bit the eyeball during a fight. Surgery was performed on the third day after the injury, and post-injury care was provided at an outside clinic. At the time of examination, the condition of the left eye was extremely severe: a penetrating limbal wound, iris prolapse, hyphema covering 80 % of the anterior chamber, hypotony, and blindness. Aggressive anti-inflammatory drug therapy was used for treatment, including Nevanac drops three times daily, Dexamethasone four times daily, and Midrimax to prevent posterior and anterior synechiae. Systemic prednisolone 1 mg/kg, followed by a gradual dose reduction until complete discontinuation, was also used. Surgical treatment included debridement, iris tissue necrotomy, excision of the fibrous ring that formed over 2.5 days, and repositioning of the “living tissue” of the iris into the eyeball cavity with interrupted suture closure. Following surgery, a subconjunctival injection of SPVS+A/B was administered. The final procedure was tarsorrhaphy for 18 days. Eighteen days after the surgery, the sutures were removed under sedation and the left eye underwent a complete ophthalmological examination, including biomicroscopy, ophthalmoscopy, and diagnostic tests. The treatment outcome was complete restoration of vision. Anisocoria – the pupil had a large synechia and a fibrous clot in the surgical area – was present. Normotension was the main positive prognostic sign.

Keywords: dog, limbal wound, iris prolapse, anterior chamber hyphema, hypotension, blindness, combination therapy.

Andreyanov O.N., Postevoy A.N.

PROPERTIES OF HORSE CHESTNUT (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L., 1753) WITH MOLLUSCOCIDAL EFFICACY

*Mollusks are considered not only pests of plant crops, but are also intermediate hosts of pathogens of parasitic diseases of humans, animals and birds. One of the dangerous trematodes diseases for humans is fasciolosis. Helminth is transmitted to the final owner through contaminated water and garden greens. The larvae of the parasite are localized in the summer on the leaves of watercress, bedbug, arugula, etc. The prevention of invasion requires the development of advanced methods and means of combating the intermediate host – the small pond (*Lymnaea truncatula* R., 1815). To achieve this goal, the development of modern environmentally friendly and cheap means of combating gastropods is required. The article publishes laboratory tests of a molluscicide agent based on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L., 1753). Described is a simple technology for producing and using it on a laboratory mollusk model. For testing, a small and swamp pond was used. To simulate field tests, small ponds were infected with common fasciola larvae (*Fasciola hepatica* L., 1758). Mollusks for 3 months were kept on artificial biotopes with an area of 1 m². Soil, plants and water were brought from natural troughs (biotope), where a small and swamp pond exists and breeds. The viability of the molluscs was determined under a magnifying glass by recording locomotor activity. The concentration of the aqueous working solution (6.7 to 20 %) of the agent was determined. The active ingredients of the agent are triterpene saponins of plant origin. The drug consumption was 50 ml per 1 m² of biotope. The effectiveness of the agent in relation to the small and swamp pond was from 99.8 to 100 %. Experiments have shown that a cheap and quickly prepared horse chestnut seed product has a molluscocidal effect. It can be used to reduce or destroy mollusks – intermediate hosts of parasitic invasion pathogens.*

Keywords: aqueous solution, horse chestnut, molluscicide, pond snail, saponin, *Aesculus hippocastanum*.

Apieva E.Z., Abuzyarova G.A., Gengin I.D.

PRECLINICAL STUDIES OF A PHARMACEUTICAL SUBSTANCE FOR THE PREVENTION OF UROLITHIASIS IN DOGS AND CATS

Small pets, namely dogs and cats, are susceptible to the formation of uroliths in the pelvis of the kidneys, ureters and bladder cavity. Pedigree cats and dogs of small breeds are the most susceptible. The etiological factors for the formation of uroliths vary in nature and origin, but they are often an infection of the urinary tract or errors in the animal's diet. To solve this problem, preclinical trials of a pharmaceutical substance based on fermented plant substrates were carried out on the basis of the Penza State Agrarian University, in cooperation with the Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises and the UMNİK program. Laboratory studies of the substance were based on the efficiency of plant fermentation to increase the release of active substances from the matrix of plant cells. Preclinical trials were conducted on Wistar rats to assess the toxicity of the drug and to assess its applicability in dogs and cats. In the course of the study, it was found that the enzyme xylanase has a positive effect on the lysis of cellulose of the cell wall of plants, as a result of which their concentration increases during the extraction of active substances in hot water. Laboratory rats did not show toxic effects after consuming the substance in the maximum dosage regimen, only side effects of a number of plants appeared. After preclinical studies, plant weights were recalculated, the risks of use were assessed, a list of contraindications to the use of the pharmaceutical substance was compiled, and a dosage regimen with minimum and maximum dosages was developed. By the time of clinical testing, the drug was already completely safe for dogs and cats.

Keywords: pharmacology, toxicology, laboratory tests, laboratory rats, urolithiasis.

Galkina E.A., Kuzmina I.V.

ENZYME ACTIVITY IN DUODENAL CHYME AND BLOOD OF BROILER CHICKENS AND THEIR EFFECT ON METABOLISM UNDER CONDITIONS OF HEAT STRESS DURING EMI TREATMENT

The study was conducted on 80 "Smena 9" broiler chickens in the poultry house and the nutrition physiology laboratory of the Russian State Agrarian University, Moscow Timiryazev Agricultural Academy in 2024. Under heat stress conditions, the activity of digestive enzymes in the duodenal chyme and blood of the birds, as well as blood biochemistry, were studied. The TOR non-invasive electromagnetic therapy device (manufactured by JSC Concern GRANIT) was used as a method for altering metabolism. The study results showed a significant change in enzyme activity in the chyme, which led to changes in blood biochemistry: trypsin levels were 9.9 % higher in the experimental group, lipase levels were 8.7 % higher, alkaline phosphatase levels were 17 % lower, and amylase levels demonstrated greater physiological maturity. Metabolic parameters such as protein, triglyceride, and uric acid levels also changed. According to the experimental results, exposure to electromagnetic radiation led to an increase in the poultry's performance indicators.

Keywords: broiler chickens, electromagnetic radiation, heat stress, enzyme activity, blood biochemistry.

Gatina V.R., Seitov M.S., Bikteev Sh.M.

FEATURES OF BLOOD SERUM STRUCTURE IN CALVES WITH GASTROENTERITIS

The aim of this research was to study the structure-forming elements in the blood serum of calves with gastroenteritis using the wedge dehydration method. Informative markers of the structural organization

Abstracts

of the serum were identified, allowing for a dynamic assessment of the nature of the pathological process. Analysis of the morphological picture of the blood serum in diseased calves revealed that signs of intoxication are the most consistently recorded group of pathological morphotypes. Thus, during an exacerbation of the chronic inflammatory process, the method enabled the detection of “double facies” as well as toxic plaques, indicating chronic intoxication. In addition, other specific structures were identified: “leaf-shaped” elements as markers of sclerotic vascular lesions; wide cracks as an indicator of dehydration; and funnel-shaped structures as an indicator of high stress of the functional and protective systems.

Keywords: calves, gastroenteritis, biological fluids, facies, blood serum, markers, structure-forming element, wedge-shaped dehydration.

Gizatullina F.G., Smirnov N.G., Merzhakypova G.B.

THE EFFECT OF SODIUM HUMATE ON THE MINERAL METABOLISM OF DAIRY COWS IN A BIOGEOCHEMICAL TECHNOGENIC ZONE

This article presents the results of a study on the use of the humic substance feed additive “Guvitan,” which was used to adjust the diet of dairy cows on a farm located in a biogeochemical province susceptible to heavy metal contamination. Based on an analysis of blood chemical elements—calcium, phosphorus, magnesium, iron, copper, zinc, cobalt, manganese, nickel, lead, cadmium, and chromium—the changes in mineral metabolism in Black-and-White cows were studied after daily supplementation with a 20 % solution of “Guvitan” for 30 days. Three experimental groups and one control group were formed for the experiment. The feed additive was included in the diet of all experimental groups, pre-diluted with clean water at a ratio of 1:8. The resulting aqueous solution was used to moisten the compound feed at a rate of 0.5 ml/kg of live body weight. Additionally, cows in the second group were given ascorbic acid daily with their feed at a dose of 10 mg/kg of live body weight, while cows in the third group were given succinic acid at a dose of 15 mg/kg of live body weight. It was found that the feed additive “Guvitan,” administered as an aqueous solution containing humic acids, alone and in combination with ascorbic or succinic acid, helps normalize mineral metabolism in cows. “Guvitan,” in combination with ascorbic acid, reduced blood nickel levels by 71.43 % on the 30th day of the experiment, by 33.78 % in combination with succinic acid, and by 44.82 % without additives ($P < 0.05$). A decrease in blood nickel levels was also associated with a significant decrease in nickel concentrations in milk samples. This allows us to recommend using the feed additive “Guvitan” mixed with ascorbic acid for a month in dairy cows in ecologically unfavorable areas with excess nickel in feed.

Keywords: cows, blood, mineral metabolism, heavy metal salts, nickel, feed additive “Guvitan”, ascorbic acid, succinic acid.

Kopchekchi K.A., Ziruk I.V., Kopchekchi M.E.

A CLINICAL CASE OF FELINE VIRAL LEUKEMIA IN SARATOV

The causative agent of feline viral leukemia is a retrovirus (FeLV), which suppresses the immune system and increases the risk of secondary diseases, including cancer. In this article, based on the veterinary clinic of Dr. Annikov (Saratov), a clinical case of a progressive form of viral leukemia with neurological manifestations is described. To clarify the causes of the developed paralysis of the pelvic limbs, echocardiography and MRI of the thoracolumbar spine were performed. The examination revealed multiple neoplasms in the heart, spinal cord, and other organs. The clinical, laboratory, and instrumental examination of this animal allowed us to establish a single etiology of the systemic disease. Using PCR diagnostics, a progressive form of feline leukemia virus (FeLV) was verified. The identified hematological and biochem-

ical disorders were typical manifestations of this infection. Cytological examination confirmed the tumor's oncological nature, verifying lymphocytic lymphoma as a typical complication of FeLV infection. Spinal cord compression by the tumor masses caused neurological deficits. This observation highlights the key role of timely diagnosis of this disease, which is crucial for determining the prognosis and treatment strategy.

Keywords: Viral leukemia, leukemia, cats, lymphoma, oncology of the nervous system.

**Kozlov S.V., Strogov V.V., Marinicheva M.P., Drevko Y.B., Manaenkova Y.V.,
Denisova N.I., Shelkovaya A.A.**

STUDY OF CHEMICAL-PHARMACEUTICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES OF A NEW INJECTABLE FORM OF A HEPATOPROTECTIVE DRUG

Currently, maintaining the health of agricultural and non-productive animals is a very pressing issue. The most common are diseases of the hepatobiliary system. Veterinary specialists in production conditions often encounter such pathologies as alimentary hepatitis associated with selenium deficiency, bacterial hepatitis developing against the background of eating toxic substances. Thus, it can be concluded that hepatopathies are a consequence of the effects of toxins on the body, and are also caused by unbalanced nutrition and lack of vitamins in the diet of animals. To prevent the development of liver diseases, we decided to create an injectable form of a hepatoprotective drug based on the following active ingredients: ornithine, berberine, methyluracil, selenium nanoparticles.

Keywords: hepatobiliary system, hepatitis, toxic substances, ornithine, berberine, methyluracil, selenium nanoparticles.

Smirnov N.G., Gizatullina F.G.

BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF COWS WHEN USING THE GUVITAN SUPPLEMENT AND ORGANIC ACIDS

In order to study the effect of a feed additive based on sodium humate in combination with ascorbic or succinic acids on the biochemical status of cow blood, an experiment was conducted in a farm located in the biogeochemical province of the Southern Urals. The studies were conducted on 20 dairy animals of a black-and-white breed, aged about 4-5 years, with a live weight of 450-500 kg, distributed according to the principle of analogues into 4 groups (control and 3 experimental groups). The experimental cows were kept in the same conditions and received a general household ration. In the experimental groups, Guvitan feed additive was additionally given daily for a month at the rate of 0.5 ml of an aqueous ready-made solution of the drug per 1 kg of live body weight. The cows of the second experimental group were additionally given ascorbic acid at a dose of 10 mg/kg body weight during this period. During this period, the cows of the third experimental group were additionally given succinic acid at a dose of 15 mg/kg of body weight. Blood samples were taken from the animals before the experiment, then 30 days later at the end of the experiment. The content of total protein and protein fractions, urea, creatinine, glucose, total lipids, beta-lipoproteins, cholesterol, chlorides, alkaline reserve, carotene, calcium, phosphorus, AsAT and ALAT activity were determined in blood serum samples. During the experiment, there was a decrease in the total protein content in the blood serum of the experimental animals (within the reference values), in particular, in the second group – by 10.21 % ($P < 0.001$), in the third group – by 11.06 % ($P < 0.001$) compared with the beginning of the experiment. The proteino-gram showed a decrease in the concentration of albumins (within the normal range) due to an increase in the content of α -globulins. At the end of the experiment, marked changes in the serum urea content were noted: its concentration increased in cows of the first group by 57.00 % ($P < 0.001$), the second group

Abstracts

– by 21.23 % ($P < 0.01$), the third group – by 26.86 % ($P < 0.001$) in comparison with the initial values. The amount of creatinine in the blood serum of experimental animals increased in cows of the first group by 26.14 % ($P < 0.001$), the second group – by 23.34 % ($P < 0.001$), the third group – by 19.38 % ($P < 0.001$). In the blood of animals in the control group, the changes in this indicator were insignificant. In animals of the third group, there was a significant increase in the activity of AsAT by 10.0 % ($P < 0.01$) and ALAT by 33.05 % ($P < 0.01$). By the end of the study, there was a decrease in glucose content in blood serum samples of the first group by 20.00 % ($P < 0.001$), the second group by 23.33 % ($P < 0.01$), and the third group by 27.12 % ($P < 0.001$) relative to the initial values. As a result of the application of the feed additive, an increase in the concentration of total lipids in the blood serum of experimental cows was found. The tested substances also had a positive effect on the concentration of total cholesterol in animals, especially in experimental ones. By the end of the experiment, the beta-lipoprotein content in the first and second groups increased by 49 % ($P < 0.001$) and 61.2 % ($P < 0.001$), and the cows of the third group showed a decrease in this indicator by 26.2 % ($P < 0.01$). At the end of the experiment, the carotene content in the control group increased by 47.37 % ($P < 0.05$), in cows of the first group by 2 times ($P < 0.001$), in the second group by 76.83 % ($P < 0.001$), in the third group by 75.64 % ($P < 0.001$). By the end of the experiment, the chloride level in all experimental animals had significantly decreased, which was probably due to the feeding conditions. According to the results of a biochemical blood test, it was found that when using the feed additive “Guvitan” alone and in combination with ascorbic acid or succinic acid, changes in the biochemical status of the blood serum of experimental cows were noted.

Keywords: dairy cows, humates, feed additive “Guvitan”, ascorbic acid, succinic acid, biochemical parameters of blood serum, protein metabolism.

Taov I.Kh., Karashaev M.F.

EFFECTS OF ERGOMETRINE AND METHYLERGOMETRINE ON REPRODUCTIVE FUNCTION, REACTIVITY OF THE COW'S BODY, AND UTERINE CONTRACTILE CAPACITY: EXPERIMENTAL AND CLINICAL DATA

The article presents an experimental and clinical study of the effect of the drugs “ergometrine” and “methylergometrine” in a special installation of the author’s design on the condition of the cow’s uterus and its contractile activity for the growth of animal tissue *in vitro*, as well as after a gynecological disease. The goal was to develop relevant, scientifically proven methods for the prevention and treatment of diseased cows for the purposes of reproduction and management of cattle breeding processes. Gynecological diseases are known to arise under the influence of many internal and external factors. These findings are supported by clinical use of these drugs and experiments on the activation of uterine smooth muscle cells. The objective was to develop relevant, scientifically validated methods for the prevention and treatment of sick cows for the reproduction and management of cattle reproductive processes. Gynecological diseases are known to arise under the influence of many internal and external factors. These findings are supported by the clinical use of drugs and experiments on the activation of uterine smooth muscle cells. This in itself indicates satisfactory support for animal reproduction and facilitates the search for optimal recovery methods. Uterotonic drugs enhance uterine contractility, as demonstrated in model experiments. This effect is independent of the animals’ physiological state and the stage of the estrous cycle, providing grounds for recommending these drugs for clinical use. During the postpartum period, immunological reactivity fluctuated in accordance with changes in the cows’ hormonal status. Under the influence of biotechnical treatment, its changes did not exceed physiological norms during the estrous cycle.

Keywords: cattle, ergometrine, methylergometrine, efficiency, reproduction, reactivity.

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

Iovlev G.A., Goldina I.I.

A STUDY OF THE TRACTOR PERFORMANCE PROPERTIES OF THE VLADIMIR TRACTOR PLANT

The history of the Vladimir Tractor Plant began in 1944 with the production of the Universal U-2 tractor. Tractor manufacturing evolved, and tractor performance characteristics evolved, becoming more powerful and energy-dense. In 2024, the plant began production of the Agroapollo G1604 tractor, manufactured by Vladimirsky Traktor LLC in Vladimir. The equipment is based on Chinese engineering from Changfa, but with gradual localization in Russia. This article presents, in tabular form, the evolution of the performance characteristics of the entire line of Vladimir Tractor Plant tractors. To substantiate the objective of studying the operational properties, the technical characteristics of the Agroapollo G1604 tractor were calculated, including its traction forces under various ballasting options; optimal operational properties of the tractor during the cultivation technological operation; the maximum and minimum productivity of the Agroapollo G1604 + KPS-6 unit was determined under various ballasting options. The calculations are presented in tables and graphs. Also, to compare the operational properties, the authors conducted calculations for tractors with similar technical and economic indicators – Belarus 1523 and LOVOL TR1504. Based on the calculations, it was concluded that the Agroapollo G1604 is inferior in its traction properties to Chinese-made tractors and Belarus 1523 with an engine power of 150 hp – 160 hp. From 20.5 % to 36.2 %, which can be compensated for by using an additional set of ballast weights.

Keywords: Vladimir Tractor Plant, Agroapollo G1604, performance properties, cultivation.

Kartoshkin A.P., Agapov D.S., Antipov A.V.

SIMILARITY CRITERION FOR FRICTION IN BEARINGS SLIDING OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT

Since there are a large number of rolling and sliding bearings in the friction units of automotive equipment, it becomes necessary to develop new heat-resistant materials and new types of lubricants to reduce friction. The article analyzes the factors affecting non-friction in sliding bearings. The influence of the considered factors is not linear. Many scientists have investigated the dependence of the coefficient of friction on a complex indicator that includes a number of influencing factors. Many scientists have investigated the dependence of the coefficient of friction on a complex indicator, including a number of influencing factors. The Hersi-Shtribek diagram is given as an example. We propose the synthesis of a dimensionless criterion for the similarity of friction in order to extend the conclusions to a wide class of plain bearings for automotive equipment. The theorem is used as a tool, with the help of which the structure of formulas describing the friction phenomenon is presented. A target function has been selected for conducting research. The most significant factors have been determined for the synthesis of the dimensionless criterion of friction in bearings. In the analysis of dimensions, a class of measurement unit systems of the “length-mass-time” type was used, which is typical for hydromechanical processes in SI. Using the Federman-Buckingham theorem, the equation of a dimensionless complex in the form of a multiplicative function is compiled. The similarity criterion defined in this way combines three physical quantities – velocity V , friction area S and kinematic viscosity n , which will be a condition of unambiguity. The Newton-Bertrand theorem establishes the necessary similarity conditions: if the phenomena are similar, then their similarity criteria are numerically equal. The obtained similarity criterion makes it possible to calculate and select the material of the bearing assembly, the geometric parameters of the friction unit, the type of lubricant and the optimal

Abstracts

operating modes of the bearing assembly. The synthesized similarity criterion allows both to predict the life of an existing bearing depending on its conditions and mode of operation, and to design new standard-sized rows of bearings similar to the existing ones.

Keywords: friction unit, kinematic viscosity, pressure, bearing, similarity criterion

Novikov M.A., Pavlov S.B., Gunbina E.S.

AGITATION EFFICIENCY ANALYSIS OF FLAX RIBBONS

The presented material is one of the stages of the scientific work of a team of authors aimed at improving the efficiency and quality of the operation of flax-harvesting machines. Based on the study of the process of flax harvesting, the relevance of improving the technological operations of turning and stirring has been substantiated. It has been established that the effect can also be achieved through a combined approach that combines turning with stirring, or vice versa, stirring with turning. The practical use of these techniques allows you to avoid a decrease in the quality of the flax threshing, achieve uniformity in the degree of aging, improve the color of the flax fiber, and increase the preservation of the flax raw material during its aging in the threshing. All techniques in the options with turning and stirring, as well as those combining turning and stirring, contribute to the preservation of the quality of the grown crop. The impact of the rake's working bodies on the flax stalks in the belt is considered. The process of interaction between the rake's teeth and the flax belt consists of several stages: I – initial contact of the teeth with the belt; II – penetration of the teeth into the belt; III – the stalks are raked by the teeth; IV – separation of the flax stalks from the surface; V – dumping of the stalks on the soil. Having carried out research of these stages, the rational form of the teeth, the optimal parameters of the rake were determined. Depending on the operating conditions, the indicator of the kinematic mode $\lambda = 0.8-0.9$ and the operating speed of the machine $v_n=8-12\text{km/h}$ were determined. A flax ribbon stuffer adapted to work on ribbons formed by flax-pulling machines with different working widths has been proposed.

Keywords: fiber flax, threshing, wrapping, flax ribbon agitator.

Terentyev V.V., Smirnov S.F., Krasnov A.A., Kuvshinov V.V.

ABOUT THE MAINTAINABILITY OF THE RING OF THE FLYWHEEL OF DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES D-240/243

The article presents the results of research cause of occurrence of failures during exploitation of flywheels of diesel internal combustion engines D-240/243. The need for stresses determination is noted in the main parts of the flywheel in order to select effective methods to increase durability. Stresses arising in the flywheel during operation when using the ANSYS Workbench software package the calculation was carried out. It is noted that the maximum values of compressive stresses do not exceed the permissible ones, the greatest tensile stresses in the crown occur at the flywheel–crown junction and amount to 339,14 MPa. It is concluded that in order to ensure the necessary strength, it is recommended to use steel with a permissible stress of at least 40X grade as the material of the gear ring of the flywheel. Research has been conducted stress in the teeth of the ring on bending endurance for various conditions of applying a load on the teeth of the ring from the starter. Numerical calculation of stresses by Mises performed showed, that the maximum equivalent load occurs on the left side the upper on edge of the tooth. At the same time, the stress in this area is 2,3 times higher compared to the base of the tooth. Based on the conducted research and analysis of the characteristic malfunctions, it was noted that most often the deformation of the teeth gear ring flywheel occurs by left end of the upper face. To increase the reliability of the flywheel, the left end of the teeth should be additionally strengthened, increasing

its hardness, impact resistance and wear resistance. The prospect of tooth hardening by electric spark alloying using electrodes made of hard alloys are noted.

Keywords: maintainability, durability, flywheel, hardening, gear ring, stress, reliability

Terentyev V.V.

IMPROVING THE PROCESS OF LASER HARDENING OF METAL SURFACES

The article presents the results of experimental studies of the effect on the strength and anti-wear characteristics of the steel surface of the introduction of aluminum-containing and boron-containing alloying elements during hardening laser treatment. The main causes of wear of the working organs of forage harvesting machines are presented. The perspectivity of using laser treatment as a increased strength for the working bodies of forage harvesting equipment are reflected. Based on the conducted experimental studies, the prospects of using aluminum and boron-containing alloying components applied to the surface of the samples before hardening treatment in the form of pastes have been noted. The interaction of the laser beam with the surface in the presence of reinforcing pastes contributes to a change in heat exchange processes, the implementation of chemical and thermal modification, the formation of intermetallic structures in certain areas and an increase in the hardness of the surface layer by 1.41-2.74 times. Performed tribotechnical tests of hardened samples have shown that laser treatment on the layer of alloying paste helps to reduce the intensity of abrasive wear of the samples. Mass wear intensity of the samples depending on the studied hardening options, the decreases by 1,73-2,36 times. The presented data indicate the effectiveness of using both Al_2O_3 and H_3BO_3 as alloying components for laser hardening of steel surfaces. It is noted that laser treatment on a paste layer with an alloying powder increases the relative wear resistance by 2,17-2,36 times. It has been experimentally confirmed that laser treatment on a layer of hardening paste is a promising direction for hardening steel surfaces. The results of the study performed are of practical importance for increasing the durability of the working bodies of machines operating under conditions of abrasive wear.

Keywords: hardening, abrasive wear, laser treatment, hardness, wear resistance, durability

SOCIAL-ECONOMIC AND HUMANITIES SCIENCES

Bredikhin A.V.

“CHEAP MEAT, OR RABBIT BREEDING...”: THE SOCIO-ECONOMIC ASPECT OF RABBIT BREEDING IN THE RUSSIAN EMPIRE

Rabbit breeding was not widespread in the Russian Empire. Historically, it was not a traditional industry, and the introduction of rabbits to Russia was a foreign phenomenon. There were a number of informal prohibitions and superstitions that prevented the widespread cultivation of rabbits in peasant households. However, in the late 19th and early 20th centuries, a number of Russian rabbit breeders, theorists, and practitioners began to explore the potential benefits of introducing rabbits into peasant households. This example was later used by the Soviet government in a positive way during the food crises of the 1930s. It was during this time that rabbit farming became widespread, but its basic principles were established before the revolution. Nikolai Vasilyevich Vasilyev was one of the authors who proposed his vision for promoting the rabbit farming industry. In his scientific work, he conducted a comparative analysis of rabbit meat compared to the meat of other farm animals, highlighting the clear advantages of this industry. The article discusses breeds, breeding methods, and disease treatment. The author uses the method of his-

Abstracts

toricism and content analysis. In the conclusions, the author points out the unsuccessful implementation of the presented scientific work in the socio-economic conditions of that time. Only the October Revolution, which transformed Russian society and the form of economy, was able to overcome the established stereotypes about rabbits. If the ideas of Russian rabbit experts had been implemented in practice, it would have helped to reduce revolutionary tensions and social stratification in the country.

Keywords: peasants, rabbits, rabbit farming, Russian Empire, agriculture, farming

Emelyanov A.A.

INCREASING MOTIVATION TO LEARN LATIN AT VETERINARY COLLEGE

The article is devoted to the formation of motivation among students of veterinary colleges to study the discipline "Latin in veterinary medicine." The place of this discipline in the training program in the specialty "Veterinary Medicine" is determined. Methods of presenting a new discipline and ways to increase interest in it as an additional way of personal development of students and expanding their horizons are distinguished. The place of this discipline in the educational process is determined. The peculiarity of teaching the Latin language in general and the applied aspects of this discipline in particular is considered. The importance of comparing the studied lexical units with both foreign and Russian is emphasized, which makes it possible for students to consciously use Latin-language terminology when prescribing drugs or making a diagnosis. Examples of incorrect use by students of agreed and inconsistent definitions in anatomical terms in the form of incorrect word order when translating into Russian are given, which indicates the need to pay more attention to the study of this section of Latin grammar. It is concluded that the competent use of Latin terms contributes to the successful development of new phenomena in a constantly changing world, providing inexhaustible opportunities in cognitive and scientific activities. The author is convinced that the conscious motivation for students to study the discipline "Latin language in veterinary medicine" seems to be one of the key conditions for the formation of competitive and striving for the constant self-development of future veterinarians.

Keywords: Latin language, veterinary college, language phenomena, special terms, increased motivation.

Абузярова Гульсина Алиевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Ветеринария», e-mail: abyzyarova.g.a@pgau.ru.

Агапов Дмитрий Станиславович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: different76@list.ru

Алексеева Елизавета Сергеевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: elvet7@mail.ru

Андреянов Олег Николаевич, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гельминтозоонозов, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Россия, e-mail: 1980oleg@mail.ru, ORCID – <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>.

Антипов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: a.v.antipov@spbgau.ru

Апиева Эльза Жумабековна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Ветеринария», e-mail: apieva.ez.j@pgau.ru.

Биктеев Шакир Махмутович, кандидат биологических наук, доцент, Оренбургский государственный аграрный университет, e-mail: bikteev.77@mail.ru.

Бредихин Антон Викторович, кандидат исторических наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, e-mail: bredikhin90@yandex.ru

Галкина Екатерина Анатольевна, начальник лаборатории электробиофизических и химических исследований АО «Концерн ГРАНИТ», аспирант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: mgalinaal@bk.ru, ORCID 0000-0003-3824-2577.

Abuzyarova Gulsina Alievna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, e-mail: abyzyarova.g.a@pgau.ru.

Agapov Dmitriy S., Candidate of Technical Sciences, docent, docent of the Department of Cars, tractors and technical service', Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Agrarian University», e-mail: different76@list.ru

Alekseeva Elizaveta Sergeevna, postgraduate student, Upper Volga State Agrarian University, e-mail: elvet7@mail.ru

Andrejanov Oleg Nikolaevich, Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Helmintho-zoonoses, Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and Ya.R. Kovalenko” (FSBI FSC VIEV RAS), Russia, e-mail: 1980oleg@mail.ru, ORCID – <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>.

Antipov Aleksey V., Candidate of Technical Sciences, docent, docent of the Department of «Cars, tractors and technical service», Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Agrarian University», e-mail: a.v.antipov@spbgau.ru

Apieva Elza Zhumabekovna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, e-mail: apieva.ez.j@pgau.ru.

Bikteev Shakir Makhmutovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Orenburg State Agrarian University, e-mail: bikteev.77@mail.ru.

Bredikhin Anton Viktorovich, Candidate of Historical Sciences, Lomonosov Moscow State University, e-mail: bredikhin90@yandex.ru

Galkina Ekaterina Anatolyevna, Head of the Electrobiophysical and Chemical Research Laboratory at JSC Concern GRANIT, postgraduate student at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: mgalinaal@bk.ru, ORCID 0000-0003-3824-2577.

Список авторов

List of authors

Гатина Венера Рафиковна, аспирант, Оренбургский государственный аграрный университет, e-mail: gatina.mgusech@bk.ru.

Gatina Venera Rafikovna, postgraduate student, Orenburg State Agrarian University, e-mail: gatina.mgusech@bk.ru.

Генгин Иван Дмитриевич, студент 5 курса кафедры «Ветеринария», лаборант-исследователь Научно-образовательного центра ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ, e-mail: gengin.i.d@pgau.ru.

Gengin Ivan Dmitrievich, 5th year student of the Department of Veterinary Medicine, research assistant at the Scientific and Educational Center for Veterinary Medicine of the Penza State Agrarian University, e-mail: gengin.i.d@pgau.ru

Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры Инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, e-mail: gizatullina-f@mail.ru.

Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University, e-mail: gizatullina-f@mail.ru.

Голдина Ирина Игоревна, старший преподаватель кафедры «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», e-mail: ir.goldina@mail.ru.

Goldina Irina Igorevna, Senior Lecturer, Department of Service of Transport and Technological Machines and Equipment in the Agricultural Sector, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Ural State Agrarian University, e-mail: ir.goldina@mail.ru.

Гунбина Елена Сергеевна, преподаватель медицинского колледжа, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, e-mail: elenges12@yandex.ru.

Gunbina Elena Sergeevna, teacher of medical college, Federal state budgetary educational institution of higher education Novgorod State University named after Yaroslav the Wise, e-mail: elenges12@yandex.ru.

Денисова Наталия Игоревна, кандидат ветеринарных наук, ассистент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Denisova Natalia Igorevna, candidate of veterinary sciences, assistant, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Древко Ярослав Борисович, кандидат химических наук, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Drevko Yaroslav Borisovich, candidate of chemical sciences, associate professor, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Емельянов Алексей Анатольевич, кандидат филологических наук, доцент кафедры агрономии и землеустройства ФГБОУ ВО Верхневолжский ГАУ, E-mail: marveille777@mail.ru.

Emelyanov Alexey Anatolyevich, Candidate of Philology, Associate Professor of the Department of Agronomy and Land Management, FSBEI HE Verkhnevolzhsky SUAB, e-mail: marveille777@mail.ru

Зирук Ирина Владимировна, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры «Морфология, патология животных и биология», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», e-mail: iziruk@yandex.ru.

Ziruk Irina Vladimirovna, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov", e-mail: iziruk@yandex.ru.

Список авторов

List of authors

Иовлев Григорий Александрович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», e-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Карашаев Муад Фрунзевич, доктор биологических наук, профессор, кафедра Зоотехнии и Ветеринарно-санитарной экспертизы, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик

Картошкин Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: akartoshkin@yandex.ru.

Козлов Сергей Васильевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, e-mail: kozlovsv12@yandex.ru.

Копчекчи Ксения Александровна, аспирант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», e-mail: kseniakopchechi@mail.ru

Копчекчи Марина Егоровна, кандидат ветеринарных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», e-mail: kmesark@mail.ru

Краснов Александр Алексеевич, доктор технических наук, доцент, кафедра Естественных дисциплин ИПСА, профессор, e-mail: krasnow.a.a@mail.ru

Кувшинов Валерий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», доцент, e-mail: val.kuvshinov@yandex.ru

Iovlev Grigory Aleksandrovich, PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Service of Transport and Technological Machines and Equipment in the Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University, e-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Karashaev Mued Frunzevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Animal Science and Veterinary-Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik

Kartoshkin Alexander Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automobiles, Tractors and Technical Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State Agrarian University", e-mail: akartoshkin@yandex.ru.

Kozlov Sergey Vasilievich, doctor of veterinary sciences, professor, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: kozlovsv12@yandex.ru.

Kopchekchi Ksenia Aleksandrovna, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov", e-mail: kseniakopchechi@mail.ru

Kopchekchi Marina Egorovna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov", e-mail: kmesark@mail.ru

Krasnov Alexander Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Natural Sciences, IPSA, Professor, e-mail: krasnow.a.a@mail.ru

Kuvshinov Valery Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technical Systems in Agribusiness, Upper Volga State Agrarian University, Associate Professor, e-mail: val.kuvshinov@yandex.ru

Список авторов

List of authors

Кузьмина Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, научный консультант отдела волновых технологий АО «Концерн ГРАНИТ», e-mail: kuzmina.i@granit-concern.ru, ORCID 0000-0001-6399-6886.

Манаенкова Юлия Васильевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, e-mail: yu.bibaeva@mail.ru.

Мариничева Марина Петровна, кандидат ветеринарных наук, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Мельникова Ольга Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, e-mail: torikova1999@mail.ru.

Мержакыпова Гульсим Бахытгерейкызы, соискатель, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, руководитель отдела «Пищевой безопасности» РГП на ПХВ (Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения) Республиканская ветеринарная лаборатория КВКиН МСХ РК (Комитета ветеринарного контроля и надзора Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, e-mail: guls.90@mail.ru.

Михеев Максим Александрович, инженер, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия, e-mail: mak5im.mih@yandex.ru.

Мосяков Максим Александрович, к.т.н., доцент, вед. науч. сотр. Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия, e-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru.

Новиков Михаил Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: mihanov25@rambler.ru.

Павлов Сергей Борисович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры лесного хозяйства и земельных ресурсов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

Kuzmina Irina Viktorovna, PhD in Biology, Scientific Consultant at the Wave Technologies Department at JSC Concern GRANIT, e-mail: kuzmina.i@granit-concern.ru, ORCID 0000-0001-6399-6886.

Manaenkova Yulia Vasilyevna, candidate of veterinary sciences, associate professor, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: yu.bibaeva@mail.ru.

Marinicheva Marina Petrovna, candidate of veterinary sciences, associate professor, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Melnikova Olga Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, e-mail: torikova1999@mail.ru.

Merzhakypova Gulsim Bakhytgeraikyzy, applicant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education South Ural State Agrarian University, Head of the Food Safety Department of the Republican State Enterprise on the Right of Economic Management (RSE on the Right of Economic Management) Republican Veterinary Laboratory of the Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan (Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, e-mail: guls.90@mail.ru.

Mikheev Maxim Aleksandrovich, engineer, Federal scientific agroengineering center VIM, Moscow, Russia, e-mail: mak5im.mih@yandex.ru.

Mosyakov Maxim Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor, leading research fellow. Federal scientific agroengineering center VIM, Moscow, Russia, e-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru

Novikov Mikhail Alekseevich, is a Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Systems in Agrobusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Agrarian University, e-mail: mihanov25@rambler.ru.

Pavlov Sergey Borisovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry and Land Resources, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Список авторов

List of authors

высшего образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru.

Поленок Анастасия Васильевна, аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, e-mail: torikov@bqsha.com.

Постевой Алексей Николаевич, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии и биологических основ профилактики паразитарных заболеваний, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Россия, e-mail: apostevoy81@mail.ru

Рожнов Николай Ильич, кандидат сельскохозяйственных наук, Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Брянской области, e-mail: torikov@bqsha.com.

Сейтов Марат Султанович, доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, e-mail: seitovms@mail.ru.

Смирнов Николай Григорьевич, соискатель кафедры Инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, e-mail: smirnovng@mail.ru.

Смирнов Станислав Федорович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной механики ИГЭУ, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: smirnovst55@gmail.com

Строгов Владимир Викторович, кандидат биологических наук, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Таов Ибрагим Хасанович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры Ветеринарной медицины, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик, e-mail: taova_m@mail.ru

Yaroslav the Wise Novgorod State University, e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru.

Polenok Anastasia Vasilievna, Postgraduate Student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, e-mail: torikov@bqsha.com

Postevoy Alexey Nikolaevich, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Biology and Biological Foundations of Prevention of Parasitic Diseases, Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and Ya.R. Kovalenko” (FSBI FSC VIEV RAS), Russia, e-mail: apostevoy81@mail.ru

Rozhnov Nikolay Ilyich, Candidate of Agricultural Sciences, Branch of the Federal State Budgetary Institution Rosselkhoztsentr in the Bryansk Region, e-mail: torikov@bqsha.com.

Seitov Marat Sultanovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, e-mail: seitovms@mail.ru.

Smirnov Nicolai Grigorievich, applicant of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University, e-mail: smirnovng@mail.ru.

Smirnov Stanislav Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theoretical and Applied Mechanics of ISU, Upper Volga State Agrarian University, e-mail: smirnovst55@gmail.com

Strogov Vladimir Viktorovich, candidate of biological sciences, associate professor, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Taov Ibrahim Hasanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik 5, e-mail: taova_m@mail.ru

Список авторов**List of authors**

Терентьев Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса и механики, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: vladim-terent@yandex.ru

Ториков Владимир Ефимович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, кафедра агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, e-mail: torikov@bqsha.com.

Шелковая Анастасия Андреевна, аспирант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, e-mail: petrovitel@bk.ru.

Terentyev Vladimir Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical Service and Mechanics, Upper Volga State Agrarian University, e-mail: vladim-terent@yandex.ru

Torikov Vladimir Efimovich, Professor, Doctor of Sc., Chief Scientific Officer, Agriculture, Department of Agronomy, breeding and seed production, Bryansk State Agrarian University, e-mail: torikov@bgsha.com.

Shelkovaya Anastasia Andreevna, postgraduate student, Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: petrovitel@bk.ru.

Аграрный вестник Верхневолжья

2026 № 2 (55)

Ответственный редактор Л.В. Клетикова

Корректор Н.Ф. Скокан

Английский перевод А.А. Емельянов

Технический редактор И.Ю. Базлова

Все права защищены Перепечатка статей (полная или частичная)
без разрешения редакции журнала не допускается
Электронная копия журнала размещена на сайтах: <http://avv-ivgsha.ucoz.ru>;
<http://www.elibrary.ru>

Дата выхода в свет:

Формат 60×84 1/8

Тираж: 50 экз. Заказ №

Возрастная категория: 12+

Цена свободная.

Адрес учредителя, редакции и издателя: 153012, Ивановская область,
Г. Иваново, ул. Советская, д. 45.

Телефоны: зам гл. редактора – (4932) 32-94-23;

Факс – (4932) 32-81-44. E-mail: vestnik-igsha@mail.ru, vestni@ivgsna.ru

Отпечатано: ИПК «ПресСто»

153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 8

Тел.: 8-930-330-36-20

E-mail: presto@mail.ru



Верхневолжский
государственный
агробиотехнологический
университет

Сад акклиматизации южных растений

Сад акклиматизации южных растений — уникальный дендрарий и выявленный объект культурного наследия, расположенный по адресу: г. Иваново, ул. Пушкина, 26. Заложен в 1925 году ученым-селекционером Леонидом Петровичем Шуйским, который работал здесь до 1961 года.



