

Аграрный вестник Верхневолжья



Научный журнал Верхневолжского государственного агробиотехнологического университета

4/2025



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.elibrary.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) — слева, обычный шрифт;
- инициалы автора(ов) и фамилия(и) — справа курсивом (на русском и английском языках);
- заголовок (название) статьи — по центру, шрифт полужирный, буквы — прописные (на русском и английском языках);
- аннотация (200 слов) и ключевые слова (5-10 понятий) на русском и английском языках;
- текст статьи, имеющий внутренние разделы (напр.: введение, цель и задачи, методы, выводы и др.);
- список литературы на русском языке;
- Транслитерация выполняется по ГОСТ. Транслитерацию можно выполнить автоматически на автоматическом сервисе онлайн;
- Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой
- Сноски на литературу оформляются библиографическим списком в соответствии с ГОСТ Р. 7.05.-2008 (номер в квадратных скобках). Список цитируемой литературы приводится в соответствии требованиям ГОСТ Р 7.0.100-2018. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в тексте.

С более подробными требованиями можно ознакомиться на сайте журнала: <http://avv-ivgsha.ucoz.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.



Верхневолжский
государственный
агробиотехнологический
университет

**Научный журнал**

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский 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;
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
В. А. Исаичев, 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 (Сузdalь, 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;
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. Агринженерия и пищевые технологии

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

**12+****2025. № 4 (53)****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

Севостьянов М.А., Вагина А.Г. РАЗРАБОТКА ФИТОСАНИТАРНО-БАРЬЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 7

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Алексеев И.Л. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ. ОБЗОР 12

Андреянов О.Н., Постевой А.Н. СВОЙСТВА КАШТАНА КОНСКОГО (AESCULUS HIPPOCASTANUM L., 1753) С МОЛЛЮСКОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ 18

Горин М.А., Волков И.Р. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КУР-НЕСУШЕК 24

Лаптев С.В., Иванюк В.П., Бредихин А.В. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БРУЦЕЛЛЕЗА СОБАК 29

Мержакыпова Г.Б., Гизатуллина Ф.Г. ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОБАВКИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ 39

Нигова Е.А. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ДИЕТ-ЗАВИСИМОЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ЭНТЕРОПАТИИ У СОБАК И КОШЕК ЗА ДВУХЛЕТНИЙ ПЕРИОД 46

Скворцова Л.Н., Чурсина Н.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ КОРМОВ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ НАТРИЯ В РАЦИОНАХ ПЕРЕПЕЛОК-НЕСУШЕК 52

Смирнов Н.Г., Гизатуллина Ф.Г. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КОРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДОБАВКИ «ГУВИТАН» И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ 62

Соколов И.В., Ломакин А.А., Зялалов Ш.Р., Савина Е.В., Мерчина С.В. ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ВЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД И ПРОБИОТИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ 71

Хуранов А.М., Диданова А.А., Туганов М.Н. РАННЯЯ ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА БЕРЕМЕННОСТИ КОРОВ 79

Юдина К.С., Клетикова Л.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОТЛИЧИЙ ПЛАЦЕНТЫ СВИНОМАТОК В СЛУЧАЯХ НОРМАЛЬНОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ СУПОРОСНОСТИ 84

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

Галиутдинов Р.Р. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ 91

Новиков М.А., Капустин А.В., Чумаков В.Л., Павлов С.Б. РАСЧЕТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ НА БЕДНЫХ СОСТАВАХ СМЕСИ 101

Кун Цзяли, Астахов В.С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА: АЛГОРИТМЫ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ 108

Терёхин М.А., Яшин А.В., Шумаев В.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА FARMET SOFTER 6 PS 115



СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Пономарева Г.В., Антонов А.А., Лоцаков А.М., Закурин Л.В. АДАПТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА У СТУДЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ	123
Abstract	129
Список авторов	138
Содержание журналов за 2025 год	143

AGRONOMY

- Sevostyanov M.A., Vagina A.G.** DEVELOPMENT OF PHYTOSANITARY BARRIER COMPOSITE MATERIAL 7

VETERINARY MEDICINE AND ZOOECHNY

- Alekseev I.L.** APPLICATION OF COMPUTER TOMOGRAPHY IN VETERINARY MEDICINE. REVIEW 12
- Andreyanov O.N., Postevoy A.N.** PROPERTIES OF HORSE CHESTNUT (AESCULUS HIPPOCASTANUM L., 1753) WITH MOLLUSCOCIDAL EFFICACY HIPPOCASTANUM L., 1753 18
- Gorin M. A., Volkov I. R.** POSSIBILITIES OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM CONDITION IN LAYING HENS 24
- Laptev S.V., Ivanyuk V.P., Bredikhin A.V.** TOPICAL ISSUES OF CANINE BRUCELLOSIS 29
- Merzhakypova G.B., Gizatullina F.G.** NATURAL RESISTANCE OF NEWBORN CALVES WITH HUMIC SUBSTANCES SUPPLEMENT 39
- Nigova E.A.** EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF THE PREVALENCE OF PRESUMPTIVE DIET-DEPENDENT CHRONIC ENTEROPATHY IN DOGS AND CATS OVER A TWO-YEAR PERIOD 46
- Skvortsova L.N., Chursina N.S.** EFFICIENCY OF FEED AMINO ACIDS AND QUALITY INDICATORS OF QUAIL EGGS WITH DIFFERENT LEVELS OF SODIUM IN THE DIETS OF LAYING QUAILS 52
- Smirnov N.G., Gizatullina F.G.** BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF COWS WHEN USING THE GUVITAN SUPPLEMENT AND ORGANIC ACIDS 62
- Sokolov I.V., Lomakin A.A., Zyalalov Sh.R., Savina E.V., Provorova N.A., Merchina S.V.** THE INFLUENCE OF VECTOR-ACTION FEED ADDITIVE BASED ON SILICON-CONTAINING BREEDS AND PROBIOTIC ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STATUS INDICATORS OF RAINBOW TROUT 71
- Khuranov A.M., Didanova A.A., Tuganov M.N.** EARLY CYTOMORPHOLOGICAL DIAGNOSIS OF PREGNANCY IN COWS 79
- Yudina K.S., Kletikova L.V.** COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE PLACENTA OF SOWS WITH VARIOUS PATHOLOGIES OF PREGNANCY 84

ENGINEERING, AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

- Galyautdinov R.R.** THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS OF THE COMBINED WORKING ELEMENT OF THE CULTIVATOR ON THE QUALITY OF SOIL CULTIVATION 91
- Novikov M.A., Kapustin A.V., Chumakov V.L., Pavlov S.B.** DETONATION PREDICTION WHEN AN ENGINE IS OPERATING ON LEAN MIXTURE COMPOSITIONS 101
- Kong Jiali, Astakhov V.S.** INTELLIGENT CONTROL OF PNEUMATIC PRECISION SEEDING SYSTEMS: ALGORITHMS AND FIELD TESTING 108
- Teryokhin M.A., Yashin A.V., Shumaev V.V.** IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE FARMET SOFTER 6 PS DISC CULTIVATOR 115

**SOCIO-ECONOMIC AND HUMANITARIAN SCIENCES**

Ponomareva G.V., Antonov A.A., Loshchakov A.M., Zakurin L.V. ADAPTIVE PHYSICAL EDUCATION FOR STUDENTS WITH DIABETES	123
Abstract	129
List of authors	138
The contents of the journals for 2025	143

АГРОНОМИЯ

УДК: 631.8

РАЗРАБОТКА ФИТОСАНИТАРНО-БАРЬЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Севостьянов М.А., ФГБУН Институт metallургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Вагина А.Г., Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

В статье представлены результаты исследований по разработке фитосанитарно-барьерного композиционного материала состава хитозан – TiO_2 – NPK, а именно получены образцы с различным соотношением хитозана и диоксида титана модификационной формы анатаз 1:1, 2:1, 4:1, 6:1, 8:1, 10:1, а также изучены свойства полученных составов (скорость высвобождения N, P, K за 28 дней, прочность на раздавливание, потеря массы под УФ, антимикробная активность, визуальная оценка оболочки). По результатам исследований выясено, что оптимальным составом фитосанитарно-барьерного композиционного материала является гранула удобрения NPK (18-18-18) в оболочке, состоящей из полимерной матрицы 2%-ого хитозана со средними показателями молекулярной массы (ММ~100 кДа) и степени деацетилирования (СДД~85 %) с включениями диоксида титана анатаз в соотношении хитозан : диоксид титана 10:1. Разработанный состав фитосанитарно-барьерного композиционного материала был опробирован на огурцах сорта «Фермер F1» в открытом грунте на участке Московской области в 2024 г. В ходе исследования были зафиксированы ускоренные процессы вегетации у огурцов, подкормленных разработанным фитосанитарно-барьерным композиционным материалом, а именно всходы появились в среднем на 3 дня быстрее, 2 настоящих листа сформировались в среднем на 6 дней быстрее, цветение произошло в среднем на 10 дней раньше, чем у огурцов на контролльном участке. Средняя масса плодов огурцов увеличилась в среднем на 13 %. За сезон с 10 кустов было собрано на 52 % урожая больше, чем с контролльного участка.

Ключевые слова: резистентность, хитозан, диоксид титана, сельское хозяйство, защита растений, удобрение, антимикробные свойства.

Для цитирования: Севостьянов М.А., Вагина А.Г., Разработка фитосанитарно-барьерного композиционного материала // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 7–11.

Актуальность. Фитосанитарно-барьерные композиционные материалы – это инновационные системы, сочетающие полимерные, неорганические и биологически активные компоненты для защиты растений от патогенов, вредителей и стрессов абиатического характера [8]. Их разработка актуальна в контексте устойчивого сельского хозяйства, сокращения использования пестицидов и повышения урожайности [5, 6]. Для разработки фитосанитарно-барьерных композиционных материалов в зависимости от целей и задач необходимо выбирать биополимер согласно его физико-химическим показателям.

Хитозан представляет собой катионный линейный полисахарид, получаемый частичным деацетилированием хитина (второго по распространенности биополимера после целлюлозы) [10]. Состоит из звеньев D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина. Биополимер идеален как функциональ-

ный компонент и матрица для покрытий, где важна его биологическая активность (анти микробная, элиситорная) [1, 4].

Анатаз обладает высокой фотокаталитической активностью под действием УФ-излучения, что позволит ему в составе композита способствовать ускорению разложения хитозана с пролонгирующим действием полезных для растений соединений из состава и дополнительному анти микробному действию за счет подавления патогенов под действием света [3, 9].

Удобрение NPK 18:18:18 является универсальным. Оно применяется для подкормки большинства сельскохозяйственных культур, в том числе огурцов, на любой стадии вегетации, повышая их устойчивость растений к различным стрессовым ситуациям: перепадам температуры, грибковым заболеваниям и нашествию вредителей [7].

Синергетический эффект биодеградируемого, пролонгированного, анти микробного, элиситорного, стимулирующего рост и развитие действия рассматриваемых компонентов дает основу полагать, что фитосанитарно-барьерный композиционный материал такого состава будет способствовать здоровому росту и развитию растения на всех стадиях его вегетации и плодоношения, не оказывая негативной нагрузки на почвенную экосистему, а напротив, улучшая ее.

Материалы и методы. Для определения наиболее стабильной и однородной формы фитосанитарно-барьерного композиционного материала состава хитозан – TiO₂ – NPK были поставлены эксперименты по внедрению функциональных включений в матрицу рассматриваемого полимера в следующих соотношениях (одна гранула NPK : мас. Хитозан : мас. TiO₂): 1:1:1, 1:2:1, 1:4:1, 1:6:1, 1:8:1, 1:10:1. Для этого 2%-ный хитозан со средними показателями молекулярной массы (ММ~100 кДа) и степени деацетилирования (СДД~85 %) растворяли в 1%-ной уксусной кислоте. Полное растворение достигалось за счет перемешивания полученного буфера магнитной мешалки (500 об/мин) с терmostатированием 25±0,5 °C до растворения пузырьков и наблюдения прозрачной консистенции. Дополнительно полученный раствор хитозана пропускали через фильтр 0.45 мкм. Если фильтр не забивался, это дополнительно подтверждало полное растворение полимера.

Для диспергирования диоксида титана анатаз применялась 0,3 %-ная уксусная кислота. С помощью ультразвукового зонда мощностью 100 Вт в течение 10 минут было достигнуто равномерное распределение диоксида титана.

Внедрение функциональных включений в матрицу рассматриваемого полимера осуществлялось следующим образом: сuspензия диспергированного TiO₂ анатаза капельно была прилита к раствору хитозана в требуемых соотношениях при интенсивном перемешивании (~1000 об/мин) в течение 30–60 минут до полной однородности композитной системы. После чего для разрушения слабых или вновь образовавшихся агломератов, а также улучшения дисперсности полученных составов проводилась последующая обработка ультразвуком (5–10 мин, 100–200 Вт).

Для нанесения полученных композитных растворов на гранулы NPK (100 г) были выполнены следующие операции:

1. Помещение 100 г гранул NPK в сетчатую корзину.
2. Погружение корзины с гранулами в композитный раствор в указанных выше соотношениях на 10–15 секунд.
3. Извлечение корзины из композитного раствора так, что излишки раствора стекли в течение 1–2 мин в зависимости от необходимости.
4. Сушка гранул в корзине на весу потоком теплого воздуха с помощью фена в режиме в течение 2–3 мин.
5. Сушка гранул на противне в сушильном шкафу при 40 °C в течение 5–7 мин.
6. Повторение операций п.1–5 пятикратно.
7. Финальная сушка гранул при 40 °C 24 ч для завершения высыхания.
8. Взвешивание гранул для расчета средней массы оболочки.

Полученные композиционные материалы были изучены на предмет скорости высвобождения N, P и K за 28 дней, прочность на раздавливание, Н, процент потери массы под ультрафиолетовым облучением, анти микробную активность (мм), визуального качества оболочки.

Агрономия

Методом выщелачивания определены скорость высвобождения азота, фосфора и калия. Для этого взвешивали определенное количество удобрения и помещали в сосуд с буферным раствором, имитирующим почвенный раствор, при поддержании определенной температуры. Регулярно из сосудов брали пробы, в которых определяли содержание азота, фосфора и калия с помощью спектрофотометрии. Полученные данные фиксировали в отчете.

Для определения прочности на раздавливание синтезированных удобрений применялась установка – измеритель прочности ИПГ-1М. Для этого опытные образцы помещали на матрицу оборудования, запускали механизм сдавливания. Показания прибора фиксировали в отчете.

Для определения потери массы под УФ синтезированных удобрений применялась камера УФ-старения. Образцы гранул взвешивали до и после УФ-излучения и высчитывали процент потери массы. Показания прибора фиксировали в отчете.

Для определения антимикробной активности синтезированных удобрений проводились следующие мероприятия:

- 1) подготовлена суспензия агара в воде в чашках Петри;
- 2) пропитали диски *Fusarium oxysporum* и нанесли на поверхность уже застывшего агара;
- 3) одну гранулу удобрения помещали на подготовленный материал;
- 4) чашки Петри с экспериментальным составом помещали в сушильный шкаф с выставленной температурой 28 °C на 24 ч;
- 5) после инкубации провели измерение зоны ингибирования в мм.

Оптимальный состав был выбран на основе результатов проведенных исследований и протестирован на огурцах «Фермер F1».

Опыт был заложен в открытом грунте на участке с дерново-подзолистой почвой, pH 5,7, в Московской области в 2024 г.

Схема опыта:

- подготовительный этап. За 7 дней до посадки подготовлено 2 участка площадью 1м². В 1 участок было внесено 60 г разработанного композиционного материала;
- посев семян. Посев 10 семян на каждый участок был осуществлен вручную на глубину 2 см 25 мая 2024 г.;
- уход и ежедневный мониторинг температуры, влажности, состояния растений и плодов.

Результаты и обсуждения. В ходе синтеза композиционных материалов в соотношениях одна гранула NPK: мас. хитозан : мас. TiO₂ как 1:1:1, 1:2:1, 1:4:1, 1:6:1, 1:8:1, 1:10:1 были получены результаты, приведенные в таблице.

По проведенным исследованиям сделаны следующие выводы:

- высвобождение питательных веществ N, P, K происходит заметно быстрее без его применения или при соотношении хитозана : TiO₂ 1:1;
- прочность растет при соотношении хитозана : TiO₂ от 1:1 к 10:1;
- максимальный эффект УФ-защиты растет при соотношении хитозана : TiO₂ от 10:1 к 1:1;
- антимикробная активность растет при соотношении хитозана : TiO₂ от 10:1 к 1:1;
- при соотношении хитозана : TiO₂ 10:1 наблюдается лучшее покрытие стабильной формы.

По полученным выводам было выбрано соотношение хитозана : TiO₂ 10:1 за счет более длительного высвобождения полезных N, P, K, высокой прочности и целостности оболочки, средних показателей эффекта УФ-защиты и антимикробной активности.

Исследование влияния разработанного фитосанитарно-барьерного композиционного материала на развитие и урожайность огурцов «Фермер F1» показало увеличение срока плодоношения огурцов за счет устойчивости к болезням и получаемым удобрениям, увеличение среднего размера плода на 13 % и прирост массы урожая за сезон на 52 %.

Синтезированный композиционный материал имеет следующий состав: ядро в виде готового гранулированного удобрения NPK (18:18:18) и оболочки из хитозана с включениями наночастиц диоксида титана анатаза.

Таблица – Результаты испытаний синтезированных удобрений хитозан (2 %): TiO_2 в соотношении 10:1 – 1:1

Соотношение (хитозан : TiO_2)	Скорость высвобождения N за 28 дней	Скорость высвобождения P за 28 дней	Скорость высвобождения K за 28 дней	Прочность на раздавливание, Н	Потеря массы под УФ, %	Антимикробная активность, мм	Визуальная оценка оболочки
–	95 %	92 %	98 %	–	–	–	–
10:1	32 %	40 %	60 %	~15.2	~5.1	~1.2	Гладкая, прозрачная
8:1	38 %	45 %	65 %	~17.8	~3.8	~2.0	Однородная, слабая опалесценция
6:1	45 %	50 %	70 %	~21.5	~2.5	~3.5	Матовая, микротрешины
4:1	62 %	55 %	80 %	~18.3	~1.9	~5.8	Шероховатая с белесыми пятнами
2:1	78 %	78 %	92 %	>14.7	~1.2	~7.2	Неоднородная с агрегатами TiO_2
1:1	91 %	91 %	95 %	~9.5	~0.8	~8.0	Хрупкая отслаивание

Заключение. Разработан оптимальный состав фитосанитарно-барьерного композиционного материала NPK-ядро с оболочкой из 2%-ного хитозана + 0.2 г TiO_2 -анатаза для культур, требующих:

- длительного контроля высвобождения азота,
- защиты от вымывания в легких почвах,
- умеренной антимикробной/УФ-защиты.

Список используемой литературы

1. Антибактериальные и антитоксические свойства хитозана и его производных. / Л.А. Иванушко, Т.Ф. Соловьева, Т.С. Запорожец [и др.]. – Текст: непосредственный. // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – № 3 (37). – С. 82–85.
2. Хитин / хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты / П. Варламов, А.В. Ильина, Б.Ц. Шагдарова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Успехи биологической химии. – 2020. – Т. 60. – С. 317–368.
3. Думина И. С. Влияние размеров и концентрации частиц диоксида титана в хитозановой матрице на характеристики композиционных материалов. / И.С. Думина, Ю.А. Сундарева, Д.Г. Фукина [и др.]. – Текст: непосредственный. // Новые полимерные композиционные материалы: Материалы XX международной научно-практической конференции, Нальчик, 04–10 июля 2024 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2024. – С. 112.
4. Игдирова А. Строение и физико-химические свойства хитина и хитозана. / А. Игдирова, С. Джейхунова, О. Кулайева. – Текст: непосредственный. // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – Т. 2, № 10–1. – С. 18–21.
5. Мировой рынок химических средств защиты растений: потенциальные потери урожая, тренды и перспективы производства пестицидов для экономики России. / А.И. Тареев, А.В. Березнов, В.В. Смирнов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 310–329.
6. Штебнер С.В. Устойчивое сельское хозяйство. / С.В. Штебнер, Е.Г. Ерлыгина. – Текст: непосредственный. // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 2. – С. 118–122.
7. Шульпеков А.С. Изучение влияния водорастворимых удобрений на технологический процесс выращи-

- вания огурца. / А.С. Шульпеков, Н.В. Коцарева, О.Н. Шабетя. – Текст: непосредственный. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 109–115.
8. Чумикина Л.В. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор). / Л.В. Чумикина, Л.И. Арабова, В.В. Колпакова, А.Ф. Топунов. – Текст: непосредственный. // Химия растительного сырья. – 2021. – № 4. – С. 5–30.
 9. Царева Т.В. Сравнительная характеристика antimikrobnih свойств покрытия диоксида титана в форме anataz на поверхности титана и его сплавов. / Т.В. Царева, Е.В. Ипполитов, М.Г. Козодаев [и др.]. – Текст: непосредственный. // Клиническая стоматология. – 2025. – Т. 28, № 1. – С. 186–195.
 10. Gonciarz W. Chitosan-based formulations for therapeutic applications. A recent overview. / W. Gonciarz, E. Balcerczak, M. Brzeziński [et al.]. – Text: direct. // Journal of Biomedical Science. – 2025. – № 8. – Pp. 1–44. <https://doi.org/10.1186/s12929-025-01161-7>.

References

1. Antibakterial'nye i antitoksicheskie svojstva xitozana i ego proizvodnyx. / L.A. Ivanushko, T.F. Solov'eva, T.S. Zaporozhets [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Tixookeanskij medicinskij zhurnal. – 2009. – № 3 (37). – S. 82–85.
2. Xitin / xitozan i ego proizvodnye: fundamental'nye i prikladnye aspeky / P. Varlamov, A.V. Il'ina, B.Cz. Shagdarova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Uspexi biologicheskoy ximii. – 2020. – Т. 60. – S. 317–368.
3. Dumina I. S. Vliyanie razmerov i koncentracii chasticz dioksida titana v xitozanovoj matrice na xarakteristiki kompozicionnyx materialov. / I.S. Dumina, Yu.A. Sundareva, D.G. Fukina [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Novy'e polimernye kompozicionnye materialy: Materialy' XX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Nal'chik, 04–10 iyulya 2024 goda. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj universitet im. X.M. Berbekova, 2024. – S. 112.
4. Igdirova A. Stroenie i fiziko-ximicheskie svojstva xitina i xitozana. / A. Igdirova, S. Dzhejxunova, O. Kulayaeva. – Tekst: neposredstvennyj. // Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. – 2024. – Т. 2, № 10–1. – S. 18–21.
5. Mirovoj ry'nik ximicheskix sredstv zashchity' rastenij: potencial'nye poteri urozhaya, trendy' i perspektivy' proizvodstva pesticidov dlya ekonomiki Rossii. / A.I. Tareev, A.V. Bereznov, V.V. Smirnov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Texnika i texnologiya pishhevyx proizvodstv. – 2024. – Т. 54, № 2. – S. 310–329.
6. Shtebner S.V. Ustojchivoe sel'skoe xozyajstvo. / S.V. Shtebner, E.G. Erly'gina. – Tekst: neposredstvennyj. // Byulleten' nauki i praktiki. – 2023. – Т. 9, № 2. – S. 118–122.
7. Shul'pekov A.S. Izuchenie vliyaniya vodorastvorimyx udobrenij na texnologicheskij process vy'rashhivaniya ogurcza. / A.S. Shul'pekov, N.V. Koczareva, O.N. Shabetya. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Kurskogo gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 8. – S. 109–115.
8. Chumikina L.V. Fitogormony i abioticheskie stressy (obzor). / L.V. Chumikina, L.I. Arabova, V.V. Kolpakova, A.F. Topunov. – Tekst: neposredstvennyj. // Ximiya rastitel'nogo syr'ya. – 2021. – № 4. – S. 5–30.
9. Czareva T.V. Sravnitel'naya xarakteristika antimikrobnih svojstv pokrytiya dioksida titana v forme anataz na poverhnosti titana i ego splavov. / T.V. Czareva, E.V. Ippolitov, M.G. Kozodaev [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Klinicheskaya stomatologiya. – 2025. – Т. 28, № 1. – С. 186–195.
10. Gonciarz W. Chitosan-based formulations for therapeutic applications. A recent overview. / W. Gonciarz, E. Balcerczak, M. Brzeziński [et al.]. – Text: direct. // Journal of Biomedical Science. – 2025. – № 8. – Pp. 1–44. <https://doi.org/10.1186/s12929-025-01161-7>.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 619:616:636:616-01/09

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ. ОБЗОР

Алексеев И. Л., главный ветеринарный врач «Университетский Ветеринарный центр», ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Статья представляет собой детальный аналитический обзор применения компьютерной томографии (КТ) в ветеринарной практике. Рассматривается история внедрения метода, начиная с 1980-х годов, и его значительная технологическая эволюция: переход от пошагового сканирования к спиральному и многосрезовому, что кардинально повысило скорость получения данных, пространственное разрешение и диагностическую точность. Подчёркивается, что КТ эффективно преодолевает ключевые ограничения традиционной рентгенографии и УЗИ, обеспечивая высокодетализированную трёхмерную реконструкцию сложных анатомических структур и возможность обследования пациентов с металлическими имплантатами. В работе описаны физические основы метода, базирующиеся на измерении степени ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Особое внимание уделено современной технике болюсного контрастирования с использованием автоматических инжекторов, которая значительно улучшает визуализацию сосудистых патологий, опухолевого кровотока и воспалительных процессов. Отмечается, что для получения диагностически ценных изображений у большинства видов животных необходима общая анестезия, и детально разбирается алгоритм предварительного клинического и лабораторного обследования пациента для минимизации перианестезиологических рисков. Перечислены ключевые области применения: нейродиагностика, стадирование онкологических заболеваний, оценка сложных переломов и патологий суставов, исследования органов грудной и брюшной полостей, стоматология и челюстно-лицевая хирургия, а также ангиография. Подчёркивается особая ценность метода для экзотических и мелких домашних животных, плохо переносящих длительную анестезию. В заключении обоснована актуальность развития отечественной ветеринарной КТ, включая создание специализированных анатомических атласов и внедрение КТ-ассистированных хирургических методик.

Ключевые слова: компьютерная томография, ветеринария, диагностика, визуализация, контрастирование, анестезия, онкология, ортопедия, птицы, рептилии.

Для цитирования: Алексеев И.Л. Применение компьютерной томографии в ветеринарной медицине. Обзор // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 12–17.

Актуальность. С момента своего появления в 1970-х годах компьютерная томография (КТ) претерпела непрерывное технологическое совершенствование и развитие, внеся значительный вклад в прогресс гуманной медицины. Как и рентгенография в 1890-х годах, КТ изначально была разработана физиками и инженерами, но очень быстро была адаптирована под нужды клинической медицины. Первые сканеры предложили удивительно новый способ визуализации мозга и других органов, что раньше было невозможно. Ветеринарная КТ была внедрена в конце 1980-х годов первоначально для сканирования животных в учреждениях гуманной медицины.

Ветеринария и зоотехния

Установка сканера КТ в Центре радиотерапии и сканирования Национальной ветеринарной школы в Париже в 1989 году знаменует начало ветеринарной компьютерной томографии. Изначально она использовалась в основном для визуализации головы у собак и кошек с неврологическими или назальными заболеваниями. Разработка технологии скользящих контактов (slip ring), которая позволила выполнять спиральное сканирование и создание более совершенных и компактных детекторов, открыла новые пути для ветеринарного применения, включая визуализацию грудной клетки и высокодетальное сканирование легких и костей. С появлением технологии многосрезовой томографии для ветеринарной КТ начинается новая глава. Длинные участки тела теперь можно сканировать за несколько секунд с поразительной детализацией и минимальными артефактами изображения. Для крупных домашних животных, мелких млекопитающих, птиц, рептилий, диких и зоопарковых животных КТ позволяет быстро и точно диагностировать множество заболеваний.

Основной целью написания статьи явилась необходимость проанализировать технологические преимущества компьютерной томографии по сравнению с другими методами визуализации (рентгенография, УЗИ), продемонстрировать её ключевую диагностическую ценность для широкого спектра заболеваний у различных видов животных, обосновать необходимость широкого внедрения и дальнейшего развития компьютерной томографии в ветеринарии России, включая создание отечественных анатомических атласов и учебных материалов, освоение КТ-ассистированных диагностических процедур, а также представить ветеринарным специалистам информацию о принципах работы, методике проведения (включая подготовку пациента и анестезию) и клинических возможностях компьютерной томографии для диагностики заболеваний у мелких домашних, экзотических и сельскохозяйственных животных.

Методологической базой для анализа послужили литературные источники, отражающие исследования отечественных и зарубежных ученых.

Результаты исследования и их интерпретация. В настоящее время компьютерная томография широко используется в ветеринарной практике, она сравнима или превосходит другие методы визуализации при многих заболеваниях и обладает огромным потенциалом в качестве быстрого и эффективного диагностического инструмента для широкого спектра показаний [1].

Компьютерная томография стала прорывной технологией в ветеринарной медицине, что обусловлено ее преимуществом перед пленочно-экранной рентгенографией, имеющей ряд ограничений, а именно неэффективное поглощение рентгеновских лучей, высокую степень рассеивания по отношению к первичному рентгеновскому излучению, проблему наложенной и заметности, а также проблему широты экспозиции и чувствительности принимающей кассеты. Несомненно, современные рентгенографические технологии позволяют повысить эффективность поглощения рентгеновских лучей, а цифровая рентгенография практически устранила компромисс между контрастностью и широтой охвата, но большинство этих ограничений рентгенографии сохраняются до настоящего времени [2]. В сравнении с УЗИ компьютерная томография более информативна, позволяет изучать сразу несколько типов структур. Другими преимуществами методики являются точность результатов, трехмерная визуализация пораженной области, где можно в деталях рассмотреть интересующую зону, возможность проведения исследования больных с металлоконструкциями и другими устройствами из металла, быстрота проведения и анализа показаний датчиков [3].

Метод томографического исследования является одной из разновидностей рентгеноскопии и основывается на измерении и обработке посредством компьютера разницы ослабления рентген-лучей, проходящих через ткани с различной плотностью. При проведении компьютерной томографии рентгеновская трубка томографа вращается вокруг больного, таким образом, позволяя получить изолированные снимки поперечного тканевого слоя [3]. Ослабленную интенсивность излучения на выходе из тела животного измеряют детекторы. Математическая реконструкция изображений (обратное преобразование радона) позволяет рассчитать локальные ослабления излучения в каждой точке среза. Эти коэффициенты локального ослабления пересчитываются в КТ-числа (числа Хаунсфилда) и преобразуются в ступени серой шкалы, которые выводятся на экран, формируя изображения.

Варианты применения КТ в ветеринарной медицине разнообразны. В частности:

- оценка заболеваний головного и спинного мозга (опухоли, воспаления, аномалии развития, межпозвонковые грыжи), особенно когда МРТ недоступна;
- стадирование опухолей (оценка инвазии, метастазов в легкие и лимфоузлы), планирование хирургического вмешательства и лучевой терапии;
- диагностика сложных переломов, особенно суставов и позвоночника, оценка костных опухолей и скрытых повреждений;
- диагностика заболеваний грудной полости (легких, средостения), брюшной полости и таза, когда УЗИ недостаточно из-за скопления газов или сложной анатомии;
- детальная оценка зубных альвеол, корней зубов, переломов челюстей и новообразований;
- диагностика портосистемных шунтов, тромбоэмболии, аномалий развития сосудов;
- при нежелательной продолжительной анестезии (птицы, рептилии, грызуны).

Томограф – это специальный аппарат, состоящий из сканирующего блока, внутри которого находятся датчики, подвижного стола, на котором располагается обследуемый объект и рентгеновская трубка (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Компьютерный томограф



Рисунок 2 – КТ головы без контраста

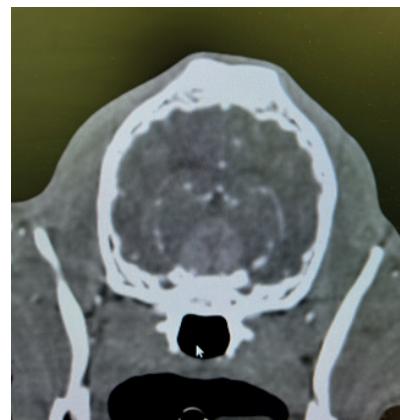


Рисунок 3 – КТ головы того же пациента с контрастом. Визуализируется накапливающее контраст образование головного мозга

В настоящее время имеются два варианта КТ-сканирования – аксиальное и спиральное.

При аксиальном сканировании интересующую зону сканируют последовательно, продвигаясь на один срез за каждый шаг стола. Спиральное сканирование – новый этап в развитии КТ. В этом случае продуцируется один непрерывный массив информации, что дает новые возможности для последующей реконструкции изображения. Спиральное сканирование, в отличие от аксиального, осуществляется при непрерывном движении стола через поле сканирования, которое образует постоянно вращающаяся рентгеновская трубка [4]. Для улучшения визуализации используют контрастирование (рис. 2, 3). Самый распространенный метод контрастирования – внутривенное введение йодсодержащих контрастных агентов. Контрастные вещества вводятся через катетер в периферическую вену с целью улучшения визуализации анатомических деталей. Постоянный катетер является предпочтительным вариантом, поскольку он минимизирует риск экстравазации контрастного вещества, которое может привести к региональному воспалению и отмиранию тканей. Усиление контраста происходит двумя способами. Во-первых, контрастное вещество достигает области через кровеносные сосуды, так что основная часть усиления тканей является прямым отражением кровотока. Поскольку большинство контрастных веществ представляют собой мелкие частицы, они свободно диффундируют через эндотелиальные стенки, поэтому второй механизм

Ветеринария и зоотехния

усиления отражает проницаемость сосудов [1]. Для введения контрастного вещества используют специальное устройство – инжектор (рис. 4). Инжектор необходим для контролируемого введения контрастного вещества. Преимущество такого метода введения – улучшение качества диагностики, сокращение времени сканирования, снижение кратности побочных явлений за счет возможности регулирования скорости и объема введения. Инжектор исключает нахождение пациентов и персонала в помещении, где происходит сканирование, а также благодаря синхронизации с томографом контрастные фазы сканирования запускаются только при достижении необходимой концентрации контраста в крови (рис. 5, 6).



Рисунок 4 – Инжектор



Рисунок 5 – Контрастность до введения контраста



Рисунок 6 – Контрастность после введения контраста. Старт контрастных фаз сканирования

В отличие от гуманной медицины для проведения томографии животным требуется введение пациентов в состояние медикаментозного сна для исключения двигательных и дыхательных артефактов. Исключением являются зайцеобразные, грызуны и домашняя птица – этим видам животных при условии отсутствия необходимости введения контраста можно проводить томографию в сознании с помощью фиксации пациента в узком боксе или переноске.

Подготовка пациента к анестезии и КТ включают сбор анамнеза о жизни и болезни, общего клинического анализа крови для оценки уровня гематокрита, содержания лейкоцитов тромбоцитов, биохимического анализа крови, включающегося уровень альбумина, креатинина, мочевины, АЛТ, АСТ и электролитов (Na, K, Ca), а также кардиологического обследования [5]. Особый интерес представляет функциональный класс сердечной недостаточности, отсутствие или наличие застойных явлений в малом кругу кровообращения, что особенно важно перед введением гипертонического контрастного вещества. Также перед анестезией выдерживается голодная диета [6].

Для индукции в медикаментозный сон обычно используют препараты группы гипнотиков, чаще пропофол. Поддержание сна производится с помощью ингаляционных анестетиков или инфузии с постоянной скоростью пропофола или его периодическими болясными введениями. Подход к индукции и поддержанию медикаментозного сна может меняться в зависимости от особенностей животного: вида, темперамента, агрессии.

По результатам КТ выдается заключение с описанием области сканирования.

У мелких домашних животных компьютерная томография получила распространение при диагностике самых разнообразных заболеваний. Накапливается опыт и клинические данные в области ветеринарной онкологии, ортопедии, также создаются атласы КТ.

Появление КТ позволяет использовать ассистированные методы биопсии органов грудной полости и брюшной полости у животных [7, 8]. Накапливается опыт применения томографии у птиц, рептилий [9] и даже рыб [10].

Заключение. Компьютерная томография – метод исследования, позволивший ветеринарной медицине перейти на новую ступень развития. С 1980-х годов накоплен достаточно большой опыт, но развитие и удешевление этой технологии создают новые возможности для диагностики заболеваний и научной работы.

Российской ветеринарной медицине нужны свои КТ-анатомические атласы мелких домашних, сельскохозяйственных животных и птиц. Перспективное создание отечественного учебника по ветеринарной КТ представляет интерес создания, развития и внедрения в рутинную практику КТ-ассистированных методов диагностики, таких как биопсия, лимфангиография и другие.

Список используемой литературы

1. Schwarz T. Veterinary Computed Tomography. / T. Schwarz, J. Saunders. – Text direct. // Veterinary Computed Tomography, 2011. – 576 p. doi:10.1002/9781118785676.
2. Goldman Lee.W. Principles of CT and CT Technology. / Lee.W. Goldman. – Text direct. // Journal of Nuclear Medicine Technology. – 2007. – № 35 (3). – P. 115–28. doi: 10.2967/jnmt.107.042978.
3. Загретдинова Н.П. Основы применения компьютерной томографии. / Н.П. Загретдинова, З.И. Хайруллина. – Текст непосредственный. // Вестник Науки. – 2022. – № 5. – С. 50.
4. Щуров И.В. Диагностические возможности компьютерной томографии при патологиях брюшной полости у мелких домашних животных. / И.В Щуров, И.Е. Лудин. – Текст непосредственный. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2010. – №2. – С. 50–57.
5. The Veterinary Nurse's Practical Guide to Small Animal Anaesthesia. / Editor NJ. Hoboken. – Wiley Blackwell, 2023. – Pp. 19–29. – Text direct.
6. Dugdale A H.A. Equine anaesthesia-associated mortality: where are we now / A.H A Dugdale , P.M Taylor. – Text direct. // Veterinary Anesthesia. – 2016. – № 43(3). – P. 242–55. doi: 10.1111/vaa.12372. Epub 2016 Mar 11.
7. Кемельман Е.Л. КТ-ассистированная биопсия новообразования органов грудной клетки у 46 кошек. / Е.Л. Кемельман, М.Н. Лапшин, И.А. Тюренков [и др.]. – Текст непосредственный. // РВЖ. Мелкие домашние животные. – 2017. – № 6. – С. 9–13.
8. Кемельман Е.Л. Результаты исследования 30 кошек с морфологически подтвержденной карциномой легких: характеристика исследуемой группы и томографической картины. / Е.Л. Кемельман, М.Н. Лапшин, И.А. Тюренков [и др.]. – Текст непосредственный. // РВЖ. Мелкие домашние животные. – 2018. – № 2. – С. 19–22.
9. Gumpenberger M. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. / M. Gumpenberger, W. Henninger. – Text direct. // Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. – 2001. – № 10 (4). – P. 174–180. doi:10.1053/saep.2001.24674.
10. Udagawa S. Investigation on the validity of 3D micro-CT imaging in the fish brain./ S. Udagawa , K. Miyara, H. Takekata [et al.]. – Text direct. // J Neurosci Methods. – 2019. – № 328. – P.108416. doi: 10.1016/j.jneumeth.2019.108416. Epub 2019 Aug 28.

References

1. Schwarz T. Veterinary Computed Tomography. / T. Schwarz, J. Saunders. – Text direct. // Veterinary Computed Tomography, 2011. – 576 p. doi:10.1002/9781118785676.
2. Goldman Lee.W. Principles of CT and CT Technology. / Lee.W. Goldman. – Text direct. // Journal of Nuclear Medicine Technology. – 2007. – № 35 (3). – P. 115–28. doi: 10.2967/jnmt.107.042978.
3. Zagretdinova N.P. Osnovy` primeneniya komp`yuternoj tomografii. / N.P. Zagretdinova, Z.I. Xajrullina. – Tekst neposredstvenny`j. // Vestnik Nauki. – 2022. – № 5. – S. 50.
4. Shhurov I.V. Diagnosticheskie vozmozhnosti komp`yuternoj tomografii pri patologiyakh bryushnoj polosti u melkix domashnih zhivotny`x. / I.V Shhurov, I.E. Ludin. – Tekst neposredstvenny`j. // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby` narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – 2010. – № 2. – S. 50–57.
5. The Veterinary Nurse's Practical Guide to Small Animal Anaesthesia. / Editor NJ. Hoboken. – Wiley Blackwell, 2023. – Pp. 19–29. – Text direct.

Ветеринария и зоотехния

6. Dugdale A.H.A. Equine anaesthesia-associated mortality: where are we now / A.H A Dugdale, P.M Taylor. – Text direct. // Veterinary Anesthesia. – 2016. – № 43(3). – P. 242–55. doi: 10.1111/vaa.12372. Epub 2016 Mar 11.
7. Kemele'man E.L. KT-assistirovannaya biopsiya novoobrazovaniya organov grudnoj kletki u 46 koshek. / E.L. Kemele'man, M.N. Lapshin, I.A. Tyurenkov [i dr.]. – Tekst neposredstvennyj. // RVZh. Melkie domashnie zhivotnye. – 2017. – № 6. – S. 9–13.
8. Kemele'man E.L. Rezul'taty issledovaniya 30 koshek s morfologicheski podtverzhdennoj karcinomoj legkix: xarakteristika issleduemoj gruppy i tomograficheskoy kartiny. / E.L. Kemele'man, M.N. Lapshin, I.A. Tyurenkov [i dr.]. – Tekst neposredstvennyj. // RVZh. Melkie domashnie zhivotnye. – 2018. – № 2. – S. 19–22.
9. Gumpenberger M. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. / M. Gumpenberger, W. Henninger. – Text direct. // Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. – 2001. – № 10 (4). – P. 174–180. doi:10.1053/saep.2001.24674
10. Udagawa S. Investigation on the validity of 3D micro-CT imaging in the fish brain. / S. Udagawa, K. Miyara, H. Takekata [et al.]. – Text direct. // J Neurosci Methods. – 2019. – № 328. – P. 108416. doi: 10.1016/j.jneumeth.2019.108416. Epub 2019 Aug 28.

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 экологичных 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 3 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 является 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. 2025. № 4 (53). С. 18–23.

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, экологичных моллюскоцидов (на основе сырья растительного происхождения) как профилактика фасциолеза жвачных животных».

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 заболеванием является фасциолез [1–4]. Для его сокращения требуется регулярная и комплексная борьба с брюхоногими.

Ветеринария и зоотехния

ногими. При проведении дезинвазии, по сокращению и/или уничтожению популяции лимнеидных 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-мускульный 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 °C и pH 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 применяемо опрыскивание, опрыскивание, рассев или разбрасывание отравленных приманок, введение моллюскоидов в струю воды, пополняющей водоем, использование аэрозолей, капельное внесение, фумигация, покрытие поверхностей (пропитывание, вкрапление).

Моллюскоиды химического происхождения являются перспективными, но применение их на больших площадях относительно дорого [6, 7]. Большинство химических соединений обладают высокой моллюскоидной 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 моллюскоидов недорога, относительно доступна и безопасна в применении.

Экспериментально показано губительное воздействие фитонцидов, гликозидов, дубильных веществ листвьев дрожащего тополя (осины) (*Populu stremula*), дуба (род *Quercus*), различных видов полыни (род *Artemisid*), репейника (*Arctium lappa*), багульника (*Ledum palustris*), акаций (род *Acacia*) и препаратов чеснока на яйцекладки и моллюсков *Planorbarius corneus* [6]. Моллюскоидные 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 моллюскоидов и сырьевой базы предполагаем использовать препараты из семян (плодов) обыкновенного конского каштана (лат. *Aesculus hippocdstanum* L., 1753), произрастающего повсеместно больше с декоративным назначением. Действующими веществами, обладающими моллюскоидными 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 trematod (*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. hippocdstanum*), 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 °C, получая при этом водный экстракт. Далее, контролируя выход действующего вещества, взвешивали раствор до получения на поверхности стойкой пены (выделение ПАВов). Полученный продукт пропускали через мельничный газ с размером ячей 0,34x0,34 мм (фильтрующее синтетическое капроновое сито) и использовали в распылители 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 мириаций 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 мириаций 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 °C, а pH среды 6,8–7,1 единиц. Оценку эффективности применения (ЭП) средств против моллюсков проводили по формуле Аббота:

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

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 фасциолеза. В первом контрольном биотопе, обработанном медным купоросом, в течение 2 часов погибли все находящиеся моллюски. Во втором контроле, обработанном водопроводной водой, гибели брюхоногих не отмечено.

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].

Ветеринария и зоотехния

Таблица – Эффективность рабочего раствора против моллюсков на основе семян конского каштана (*Aesculus hippocastanum 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> (инвазироны)	647	0	100
	<i>L. palustris</i>	250	35	99,8
2	<i>L. truncatula</i>	573	11	99,9
	<i>L. truncatula</i> (инвазироны)	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> (инвазироны)	402	0	100
Контроль 2	<i>L. truncatula</i>	411	411	–
	<i>L. truncatula</i> (инвазироны)	308	307*	–
	<i>L. palustris</i>	395	395	–

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

Ими и богаты семена (плоды) этого растения [7, 12, 13]. Сапонины оказывают местное раздражающее действие на слизистой 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 крепышковым синдромом, а также для предупреждения послеоперационных гематом.

Выводы. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показали, что дешевое и быстро приготовленное средство из семян конского каштана обладает моллюскоидным 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

- Ганбаров Г. Эпизоотологические особенности и профилактика фасциолеза у овец на территории Джулль-финского района. /Г. Ганбаров. – Текст: непосредственный. // Бюллетень науки и практики. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 147–153.

2. 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. Симпатическая обструкция желчевыводящих путей при холестазе, вызванном *Fasciola hepatica* у пациента путешествовала 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.
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. Андреянов, А.В. Даниленко. – Текст: непосредственный. // Ветеринария. – 2022. – № 8. – С. 30–32.
6. Горохов В.В. Моллюскоиды и их применение в сельском хозяйстве: монография. / В.В. Горохов, В.С. Осетров. – Москва: Колос, 1987. – 224 с. – Текст: непосредственный.
7. Новые моллюскоиды 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.
8. Кремер Б.П. Деревья: Местные и завезенные виды Европы: монография. / Б.П. Кремер. – Москва: «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. Н.Ф. Федосов. – Москва: Сельхозгиз, 1955. – 140 с. – Текст: непосредственный.
10. Горяев М.И. Растения, обладающие противоопухолевой активностью: монография. / М.И. Горяев, Ф.С. Шарипова. – Алма-Ата, 1983. – 174 с. – Текст: непосредственный.
11. Горчаков В.В. Растительный моллюскоид 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. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с. – Текст: непосредственный.
13. Пешкова Г.И. Растения в домашней косметике и дерматологии: справочник. / Г.И. Пешкова, А.И. Шретер. – Москва-Санкт-Петербург, 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: neposredstvennyj. // Byulleten' nauki i praktiki. – 2024. –T. 10, № 1. – S. 147–153.
2. Sluchaj fascioleza v Uzbekistane. / A.A. Abdushukurov, Zh.A. Anvarov, N.A. Davis. [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Medicinskaya parazitologiya i parazitarny'e bolezni. – 2016. – №. 3 – S. 60–63.
3. Simpatichnaya obstrukciya zhelchevy vodyashhix putej pri xolestaze, vy'zvannom *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: neposredstvennyj. // E'pidemiologiya i infekcionny'e zabolevaniya. – 2016. – № 21 (2). – S. 92–98.
4. Goreglyad N.S. Sluchaj fascioleza u podrostka na fone autoimmunnogo hepatitay. / N.S. Goreglyad, A.N. Os-kirko, M.V. Kaminskaya, T.L. Tomasheva. – Tekst: neposredstvennyj. // 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: neposredstvennyj. // Veterinariya. – 2022. – № 8. – S. 30–32.
6. Goroxov V.V. Mollyuskocidy' i ix primenenie v sel'skom xozyajstve: monografiya. / V.V. Goroxov, B.C. Osetrov. – Moskva: Kolos, 1987. – 224 s. – Tekst: neposredstvennyj.
7. Novy'e mollyuskocidy' dlya profilaktiki fasciolyzoza, shistosomoza (orientobil'garcioza) i paramfistomatidozov. / A.O. Oripov, N.E'. Yuldashev, Sh.A. Dzhabbarov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // E'kologiya i zhivotny'j mir. – 2021. – № 2. – S. 53–58.

Ветеринария и зоотехния

8. Kremer B.P. Derev'ya: Mestny'e i zavezennny'e vidy' Evropy': monografiya. / B.P. Kremer. – Moskva: «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. N.F. Fedosov. – Moskva: Sel'xozgiz, 1955. – 140 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
10. Goryaev M.I. Rasteniya, obladayushhie protivoopuxolevoj aktivnost'yu: monografiya. / M.I. Goryaev, F.S. Sharipova. – Alma-Ata, 1983. – 174 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
11. Gorchakov V.V. Rastitel'nyj 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. – Moskva: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2006. – 448 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
13. Peshkova G.I. Rasteniya v domashnej kosmetike i dermatologii: spravochnik. / G.I. Peshkova, A.I. Shreter. – Moskva-Sankt-Peterburg, 2001. – 684 s. – Tekst: neposredstvenny'j.

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КУР-НЕСУШЕК

Горин М. А., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»
Волков И. Р., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Цель данного исследования – изучение возможностей компьютерной томографии для оценки и визуализации морфометрических параметров предовуляторных фолликулов у кур-несушек *in vivo*. Объект исследования – курица-несушка породы Ухайской в возрасте 1 год в условиях клеточного содержания. Предмет исследования – репродуктивная система птицы (яичник с фолликулами различной степени зрелости и яйцевод). Метод исследования – компьютерная томография (КТ) на 64-срезовом томографе *SinoVision AlphaCT 328 Plus* с последующей обработкой полученных изображений и анализом плотности тканей в единицах Хаунсфилда (НУ). Результаты показали, что КТ позволяет получить изображения органов репродуктивной системы птицы *in vivo* с визуализацией фолликулов. Морфометрический анализ выявил корреляцию между размерами фолликулов и их плотностными характеристиками. Более крупные фолликулы демонстрировали значения, близкие к жидкостной плотности (+5 НУ), тогда как меньшие фолликулы характеризовались более высокой плотностью (+15...+18 НУ). Таким образом, КТ показала высокую информативность и диагностическую ценность в изучении состояния репродуктивной системы кур-несушек *in vivo*, открывая перспективы для мониторинга фолликулогенеза, неинвазивной диагностики патологий и оценки эффективности терапевтических мероприятий. Метод КТ может быть использован в качестве дополнительного инструмента в ветеринарной науке и практике, однако он требует стандартизации протоколов и адаптации к условиям промышленного птицеводства.

Ключевые слова: компьютерная томография, куры-несушки, предовуляторные фолликулы, репродуктивная система, неинвазивная диагностика, единицы Хаунсфилда.

Для цитирования: Горин М.А., Волков И.Р. Возможности компьютерной томографии в диагностике состояния репродуктивной системы кур-несушек // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 24–28.

Актуальность. Интенсивное развитие птицеводства требует совершенствования методов оценки репродуктивного статуса и патологий репродуктивной системы домашней птицы [1]. Несмотря на широкое применение компьютерной томографии (КТ) у мелких домашних и экзотических животных, её возможности для птицеводства изучены недостаточно и требуют систематизации [2, 3]. Существующие же методы преимущественно инвазивны или недостаточно информативны [4].

Разработка неинвазивных методов диагностики крайне актуальна в ветеринарии продуктивных животных [5]. В отличие от традиционного патологоанатомического исследования, компьютерная томография позволяет проводить наблюдение в динамике и оценивать эффективность лечения, предоставляя объективные данные о состоянии репродуктивной системы [6, 7].

Целью данного исследования явилось изучение возможностей компьютерной томографии для визуализации крупных фолликулов курицы-несушки *in vivo*. В связи с этим были поставлены следующие задачи: проведение КТ исследования репродуктивной системы, оценка морфометрических параметров предовуляторных фолликулов и определение клинической значимости метода.

Предовуляторные фолликулы – это зрелые структуры яичника, достигшие заключительной стадии развития и готовые к овуляции [8]. Имеют значительные размеры и выстроены в линейную последовательность – от большего к меньшему [7].

Материал и методы исследования. Исследование выполнено в 2025 году на базе «Университетского ветеринарного центра» ФГБОУ ВО Верненоволжского ГАУ (г. Иваново). Объектом исследования выступила курица-несушка породы Ухейилой, возрастом 1 год, с массой тела 1650 г. Содержание – клеточное, зоогигиенические параметры соответствовали нормам: температура воздуха 20–22 °C, относительная влажность 60–65 %, продолжительность светового дня 16 часов. Кормление осуществлялось комбикормом.

Подготовка к компьютерной томографии включала 6-часовую голодную диету для уменьшения объема пищеварительного тракта и улучшения визуализации органов репродуктивной системы [4]. Доступ к воде оставался свободным. Процедура КТ проводилась без использования анестезии, что является допустимым для домашней птицы. Курица была зафиксирована в узком боксе в стерильном положении (рис. 1).

Сканирование проводилось на 64-срезовом компьютерном томографе SinoVision AlphaCT 328 Plus.

Для каждого идентифицированного фолликула проводились измерения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Результаты исследования и их интерпретация. Компьютерная томография позволила получить высокодетализированные изображения репродуктивного тракта курицы-несушки с тканевой дифференциацией. На серии аксиальных срезов в краинальной части тазовой полости четко визуализируется яичник с несколькими фолликулами различной степени зрелости, располагающийся в непосредственной близости от левой почки.



Рисунок 1 – Трехмерная реконструкция тела курицы несушки на основании данных компьютерной томографии

В результате анализа полученных изображений были идентифицированы 3 фолликула в иерархической последовательности (рис. 2). Плотность фолликулов варьировала в диапазоне от +5 до +20 HU, что соответствует содержимому жидкостной плотности с различным количеством липидных и протеиновых компонентов [6]. Наиболее крупный фолликул (№3) демонстрировал гомогенную структуру с плотностью +5 HU, что может свидетельствовать о более высокой гидратации и зрелости желтка, в то время как повышенная плотность фолликула №1 (+18 HU) может указывать на более высокую относительную концентрацию белковых компонентов или иную стадию фолликулогенеза. Подробная характеристика фолликулов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика предовуляторных фолликулов

Параметр	№ 1	№ 2	№ 3
Размер, см	2,06x1,52	1,99x2,74	2,66x2,78
Плотность, HU	+18	+15	+5

Анализ полученных данных выявил четкую корреляцию между размером фолликулов и их плотностными характеристиками. Крупные фолликулы демонстрировали более гомогенную структуру и высокую плотность (+18 и +15 HU), в то время как наименьший фолликул имеет плотность +5 HU. Методика измерения фолликулов продемонстрирована на рисунке 3.

На коронарных и сагиттальных срезах визуализировался яйцевод на всем протяжении: от воронки (infundibulum) до птичьей матки (uterus), просвет не визуализировался.

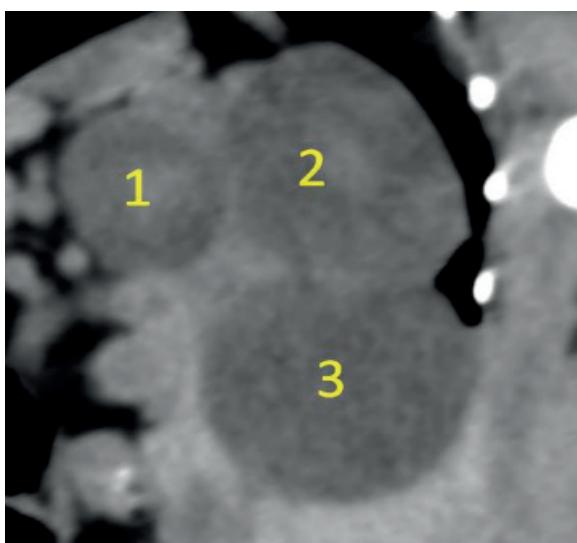


Рисунок 2 – КТ-томограмма яичника
курицы-несушки
(предовуляторные фолликулы № 1, № 2, № 3)

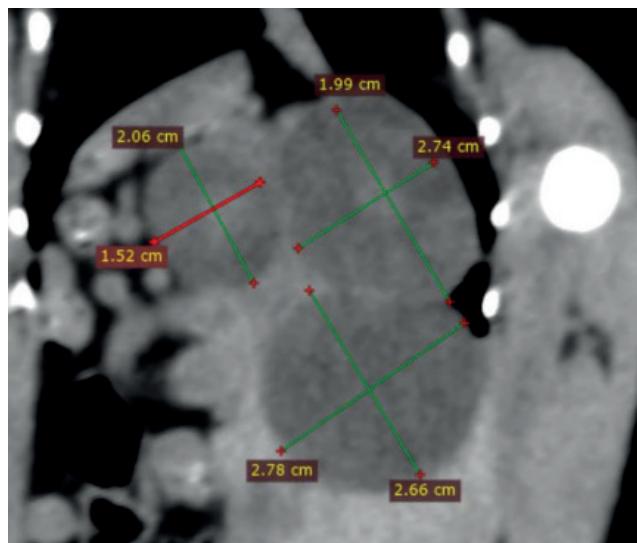


Рисунок 3 – Морфометрические параметры
предовуляторных фолликулов
на КТ-томограмме

Заключение. Полученные результаты компьютерной томографии подтверждают возможность неинвазивной визуализации и оценки состояния фолликулов у кур-несушек [2, 7].

Значения плотности фолликулярной ткани, полученные в нашем исследовании (+5...+20 HU), согласуются с литературными данными по визуализации жидкостных структур с высоким содержанием липидов и белков [6]. Наблюдаемая вариативность значений может отражать количество желточной массы на разных стадиях фолликулогенеза. Наиболее крупные фолликулы демонстрировали плотность +5 HU, близкую к воде (плотность воды – 0 HU), что соответствует зрелому желтку с высоким содержанием воды, в то время как повышенная плотность меньшего фолликула может указывать на более высокую концентрацию протеинов.

Размеры предовуляторных фолликулов соответствуют нормальным физиологическим показателям для кур данного возраста и продуктивного периода [9]. Обнаруженная картина иерархических фолликулов типична для кур-несушек [8].

Представленный метод имеет существенный диагностический потенциал в направлениях: ранняя диагностика желточного перитонита, выявление обструкции яйцевода, диагностика нарушений фолликулогенеза, мониторинг эффективности терапии репродуктивных патологий [3, 4]. Основными ограничениями метода является высокая стоимость исследования и техническая сложность

проведения процедуры компьютерной томографии в производственных условиях [5]. Кроме того, практическую сложность представляет визуализация и оценка структуры самых мелких фолликулов (<3мм) [1].

Компьютерная томография эффективна для диагностики репродуктивных нарушений у кур-несушек и перспективна для внедрения в клиническую практику [10]. Перспективные направления дальнейших исследований – стандартизация протокола для разных пород и возрастов домашней птицы и разработка автоматических алгоритмов интерпретации полученных данных.

Список используемой литературы

- Степанов В.Г. Ветеринарная радиология: учебное пособие. / В.Г. Степанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 348 с. – Текст: непосредственный.
- Dewez M. . Use of computed tomography to determine body composition of heavy strain turkey hens (*Meleagris gallopavo*) from rearing to early laying. / M.F. Dewez, P. Etourneau, F. Lecompte [et al.]. – Text: electronic. // Poultry Science. – 2018. – Vol. 97, №. 11. – P. 4093–4106. – DOI: 10.3382/ps/pey267. / URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30085271/>.
- Jaber J.R. Cross-Sectional Anatomy and Computed Tomography of the Coelomic Cavity in Juvenile Atlantic Puffins (Aves, Alcidae, *Fratercula arctica*). / J.R. Jaber, M. Fumero-Hernández, J.A. Corbera [et al.]. – Text: electronic. // Animals. – 2023. – 13(18): 2933. – DOI: 10.3390/ani13182933. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/18/2933>.
- Азарова М.С. Визуальные методы определения пола у птиц с использованием компьютерной томографии. / М.С. Азарова, А.А. Лапшина. – Текст: электронный. // СПбВет: [сайт]. – 2021. – № 3. – URL: <https://spbvet.info/zhurnaly/3-2021/vizualnye-metody-opredeleniya-pola-u-ptits-s-ispolzovaniem-kompyuternoy-tomografii/>.
- Кочиш И.И. Птицеводство. / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. – Москва: КолосС, 2018. – 415 с. – Текст: непосредственный.
- Bain M.M. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges? / M.M. Bain, Y.Nys, I.C. Dunn. – Text: direct. // British Poultry Science. – 2016. – Vol. 57, № 3. – P. 330–338. – DOI: 10.1080/00071668.2016.1161727.
- Sturkie's Avian Physiology / ed. by C. G. Scanes. – 7th ed. – London: Academic Press, 2022. – 1465 p. – Text: direct.
- Konicek, C. Reproductive tract diseases in female backyard chickens (*Gallus gallus domesticus*) – diagnostic imaging and final outcome during a decade. / C. Konicek, M. Pees, M. Gumpenberger. – Text: electronic// Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere. – 2020. – Vol. 48, No. 2. – P. 99–110. – DOI: 10.1055/a-1128-4520. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32325525/>.
- Бессарабов Б.Ф. Незаразные болезни птиц. / Б. Ф. Бессарабов. – Москва: КолосС, 2007. – 175 с. – Текст: непосредственный.
- Мужикян А.А. Применение компьютерной томографии при оценке состояния органов и тканей лабораторных животных. / А.А. Мужикян, М.Н. Макарова. – Текст: электронный // Международный вестник ветеринарии. – 2015. – № 4. / URL: <https://doclinika.ru/wp-content/uploads/2016/02/Primenenie-kompyuternoj-tomografii-pri-otsenke-sostoyaniya-organov-i-tkanej-laboratornyh-zhivotnyh.pdf>. (дата обращения 04.09.2025).

References

- Stepanov V.G. Veterinarnaya radiologiya: uchebnoe posobie. / V.G. Stepanov. – Sankt-Peterburg: Lan', 2022. – 348 s. – Tekst: neposredstvennyj.
- Dewez M. . Use of computed tomography to determine body composition of heavy strain turkey hens (*Meleagris gallopavo*) from rearing to early laying. / M.F. Dewez, P. Etourneau, F. Lecompte [et al.]. – Text: electronic. // Poultry Science. – 2018. – Vol. 97, №. 11. – P. 4093–4106. – DOI: 10.3382/ps/pey267. / URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30085271/>.
- Jaber J.R. Cross-Sectional Anatomy and Computed Tomography of the Coelomic Cavity in Juvenile Atlantic Puffins (Aves, Alcidae, *Fratercula arctica*). / J.R. Jaber, M. Fumero-Hernández, J.A. Corbera [et al.]. – Text: electronic. // Animals. – 2023. – 13(18): 2933. – DOI: 10.3390/ani13182933. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/18/2933>.

- electronic. // Animals. – 2023. – 13(18): 2933. – DOI: 10.3390/ani13182933. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/18/2933>.
4. Azarova M.S. Vizual'nye metody opredeleniya pola u ptic s ispol'zovaniem kompyuternoj tomografii. / M.S. Azarova, A.A. Lapshina. – Tekst: elektronnyj. // SPbVet: [sajt]. – № 3. – URL: <https://spbvet.info/zhurnaly/3-2021/vizualnye-metody-opredeleniya-pola-u-ptic-s-ispolzovaniem-kompyuternoy-tomografii/>.
 5. Kochish I.I. Pticevodstvo. / I.I. Kochish, M.G. Petrash, S.B. Smirnov. – Moskva: KolosS, 2018. – 415 s. – Tekst: neposredstvennyj.
 6. Bain M.M. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges? / M.M. Bain, Y.Nys, I.C. Dunn. – Text: direct. // British Poultry Science. – 2016. – Vol. 57, № 3. – P. 330–338. – DOI: 10.1080/00071668.2016.1161727.
 7. Sturkie's Avian Physiology / ed. by C. G. Scanes. – 7th ed. – London: Academic Press, 2022. – 1465 p. – Text: direct.
 8. Konicek, C. Reproductive tract diseases in female backyard chickens (*Gallus gallus domesticus*) – diagnostic imaging and final outcome during a decade. / C. Konicek, M. Pees, M. Gumpenberger. – Text: electronic// Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere. – 2020. – Vol. 48, No. 2. – P. 99–110. – DOI: 10.1055/a-1128-4520. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32325525/>.
 9. Bessarabov B.F. Nezaraznye bolezni ptic. / B. F. Bessarabov. – Moskva: KolosS, 2007. – 175 s. – Tekst: neposredstvennyj.
 10. Muzhikyan A.A. Primenenie kompyuternoj tomografii pri ocenke sostoyaniya organov i tkanej laboratornyx zhivotnyx. / A.A. Muzhikyan, M.N. Makarova. – Tekst: elektronnyj // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. – 2015. – № 4. / URL: <https://doclinika.ru/wp-content/uploads/2016/02/Primenenie-komp-yuternoj-tomografii-pri-otsenke-sostoyaniya-organov-i-tkanej-laboratornyh-zhivotnyh.pdf>. (data obrashheniya 04.09.2025).

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БРУЦЕЛЛЕЗА СОБАК

Лаптев С.В., ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Иванюк В.П., ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Бредихин А.В., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

В статье представлен систематический анализ отечественной и зарубежной литературы, свидетельствующий о широкой циркуляции возбудителей бруцеллеза у собак (*B. canis*, *B. abortus*, *B. suis* и *B. melitensis*). Заражение собак этими возбудителями связано с их тесным контактом как с человеком, так и с животными, включая сельскохозяйственных, домашних и диких млекопитающих, а также мелких грызунов. Уровень распространенности бруцеллеза у собак может варьироваться в зависимости от региона. В некоторых местах заболевание остается распространенным из-за недостаточного контроля и профилактических мер. Бруцеллез собак протекает со смешанной инфекцией типа *R* и типа *S*, может происходить межвидовая передача бруцелл от хозяина к хозяину. Разнообразие резервуаров, а также экологические и социально-поведенческие факторы затрудняют характеристику эпизоотологических закономерностей бруцеллеза. Эти факторы могут влиять на риск передачи инфекции и тем самым вызывать вспышки бруцеллеза. Авторами исследования используются методы систематического обзора литературы и сравнительный анализ, благодаря чему выявляется циркуляция возбудителей бруцеллеза у собак, определяется межвидовая передача бруцелл от хозяина к хозяину, а также диагностика, лечение и профилактика бруцеллеза собак. В результатах исследования авторы приходят к выводам о том, что в связи с ростом заболеваемости необходимо усилить профилактический и диагностический контроль за бруцеллезом собак из-за риска возникновения возможных эпизоотий и эпидемий. Соблюдение ветеринарно-санитарных правил при обращении с животными и продуктами животноводства – перспективное направление в предотвращении распространения бруцеллеза.

Ключевые слова: собаки, бруцеллез, симптомы, профилактика, возбудитель.

Для цитирования: Лаптев С.В., Иванюк В.П., Бредихин А.В. Актуальные вопросы бруцеллеза собак // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 29–38.

Актуальность. По данным Всероссийской переписи домашних животных на 2023 год, в России насчитывалось около 25,5 млн собак и 50 млн кошек, которые могут быть источником инфекционных заболеваний. Ветеринарная медицина призвана обеспечить поддержание здоровья домашних питомцев и обеспечить их эпизоотологическое благополучие. В этом контексте междисциплинарная коммуникация приобретает все большее значение для успешного развития профессионализма в этой области ветеринарной медицины [1–5]. Это особенно важно при изучении инфекционных заболеваний, особенно тех, которые вызывают заболевания у животных и человека, таких как бешенство, лептоспироз, бруцеллез и т.д. [6].

Всемирной организацией по охране здоровья животных (WOAH) бруцеллез отнесен к числу регистрируемых заболеваний животных. К возбудителям бруцеллеза относятся *Brucella abortus* (*B. abortus*), *Brucella melitensis* (*B. melitensis*), *Brucella suis* (*B. suis*), *Brucella inopinata* (*B. inopinata*), *Brucella canis* (*B. canis*), *Brucella ovis* (*B. ovis*), *Brucella ceti*, *Brucella pinnipedialis* (*B. pinnipedialis*), *Brucella rusensis* (*B. rusensis*), *Brucella microti* (*B. microti*) и *Brucella neotomae* (*B. microti*) [7].

К бруцеллезу восприимчивы различные виды животных (включая диких и морских), особенно крупный рогатый скот, овцы и свиньи. Животные заражаются бруцеллезом в основном при прямом или косвенном контакте с инфицированными людьми или животными [8].

Цель и задачи исследования. Целью исследования является изучение вопросов циркуляции возбудителей бруцеллеза у собак.

Методы исследования. Для достижения цели проведен систематический обзор литературы и сравнительный анализ. Особое внимание было уделено вопросам циркуляции возбудителей бруцеллеза у собак, межвидовой передаче бруцелл от хозяина к хозяину, особенностям патогенеза, диагностике, лечения и профилактики бруцеллеза собак.

Результаты исследования. Основными хозяевами *B. canis* являются домашние собаки, но дикие псовые также могут быть инфицированы. *B. canis* является наиболее распространенной причиной бруцеллеза собак во многих странах мира, в Европе, Северной и Южной Америке, Азии, Африке и Австралии [9–11].

С ростом взаимоотношений между собаками и людьми постепенно увеличивается риск передачи бруцеллеза от собак людям и домашним животным. Впервые *B. canis* была выделена в США в 1966 году, а в Китае – в 1984 году от собак, импортированных из США [12]. Специфические антитела к антигенам *B. canis* были обнаружены у собак в Мексике, Центральной и Южной Америке, на юге США (20–30 %) и в Японии (7–8 %).

Диагностика бруцеллеза у собак затруднена из-за отсутствия ярких клинических признаков и наличия S- и R-форм бруцелл [13–14].

В Российской Федерации культура *B. canis* была выделена в 1994 г. от абортированного плюда стаффордширского терьера в Волгоградской области [15–16]. Серологическое обследование 874 проб в РА, РСК, в 1996 г. выявило 37 собак, реагирующих на разные антигены, и выделена культура *B. canis* в Волгоградской области [17] и в Северо-Кавказском регионе [15]. В последующие 1997–1999 годы *B. canis* выделена в Санкт-Петербурге [18] и Омске [19].

В России методы лабораторной диагностики бруцеллеза собак регламентированы нормативными правовыми актами: ГОСТ 33675-2015; ГОСТ 34105-2023 и Инструкцией по диагностике бруцеллеза животных от 29.09.2003 № 13-5-02/0850. Исследования проводятся бактериологическими и серологическими методами, а для выявления ДНК возбудителя используется ПЦР-анализ.

В 2021 году Государственной ветеринарной службой Российской Федерации проведены исследования собак на бруцеллез во всех федеральных округах. Случаи бруцеллеза были зарегистрированы в 7 регионах России. Так, в Республике Саха (Якутия) методом ИФА и ПЦР было исследовано 67 проб от собак, антитела к *B. canis* обнаружены в 3 пробах. В октябре 2022 года из 967 собак, содержащихся в приюте «Помоги выжить», погибло 235 особей, в том числе 108 щенков. В июне 2023 года в Якутии у собак и кошек выявлено 592 положительных и 126 сомнительных тестов на бруцеллез. Учитывая эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу, владельцам собак было не рекомендовано выпускать своих питомцев на самостоятельный выгул.

Общая распространенность собачьего бруцеллеза в пастбищных районах Китая (Урумчи и Синьцзян) может достигать 41,5 % [20], а в провинциях Юньнань, Гуйчжоу и Сычуань частота положительных антител у собак колеблется от 8,61 % до 42,65 % [21].

Собачий бруцеллез в основном вызывается *B. canis*, но другие виды также могут заражать собак. *B. canis* [22] может вызывать выкидыши у сук, эпидидимит у кобелей и т. д. Так как клинические признаки и изменения при этом заболевании часто не имеют очевидных особенностей, для постановки диагноза требуются лабораторные исследования.

В последние годы чаще регистрируются случаи заражения бруцеллезом собак, что свидетельствует о настоятельной необходимости профилактики и борьбы с бруцеллезом собак [23]. Болезнь может проявляться в виде абортов у сук, покраснения и опухания полового члена у кобелей, увеличения яичек, эпидидимита и снижения fertильности [24]. У некоторых собак, выздоровевших после болезни, *Brucella* может сохраняться в течение длительного времени. Больные животные и носители *Brucella* представляют собой основной источник инфекции.

Ветеринария и зоотехния

Бруцеллез собак распространен преимущественно спорадически. Начиная с 1989 года, собачий бруцеллез был зарегистрирован в 23 провинциях Китая, уровень заболеваемости достигал 38,87 % [12, 25]. Тесный контакт между собаками, крупным рогатым скотом и овцами приводит к более высокой частоте заражения собак бруцеллезом, чем в городских районах [25]. Анализ генетического разнообразия 63 штаммов *B. canis*, выделенных в период с 1983 по 2011 год, показал, что вспышки бруцеллеза происходили только на более концентрированных собаководческих базах. В частности, в 2011 году на экспериментальной базе собаководства произошли три небольшие вспышки бруцеллеза собак, которые, как было установлено в ходе эпидемиологических исследований на месте, были вызваны завозом инфицированных собак [26].

По официальным данным на территории Кыргызской Республики изучалась зараженность собак бруцеллезом. Однако серологическое исследование на бруцеллез 224 проб выявило лишь единичные положительные случаи у собак [27].

В Гуандуне антигены R и S бруцеллеза были обнаружены у подопытных собак [28], и те же виды бруцелл были выявлены в зоогостиницах и питомниках в Чэнду [29]. Кроме того, серологическое тестирование бродячих собак выявило совместное заражение *Brucella Rough* и *Brucella Smooth*, что указывает на возможность межвидовой передачи бруцелл. Также от крупного рогатого скота был выделен штамм *B. canis*, что указывает на возможную передачу бруцеллеза от собак [30]. Вышеупомянутые исследования показали, что бруцеллез собак протекает со смешанной инфекцией типа R и типа S, и что может происходить межвидовая передача бруцелл и передача от хозяина к хозяину.

С 2010 по 2018 год в девяти городах Китая зарегистрирована череда случаев распространения собачьего бруцеллеза. Среди них 13 случаев в Даляне, 8 случаев в Синьсяне [31], 3 случая в Луди и 11 случаев в Кайфэне [32]. По одному случаю было выявлено в Дунгугане и Хуайане [33], причем несколько случаев были связаны с кормлением овечьими отбросами. Кроме того, случаи заболевания были зарегистрированы в Даньдуне [34], Фушуне [35] и Урумчи.

Серологические тесты высокочувствительны при использовании поверхностных антигенов этих бактерий, однако они не особенно специфичны, что приводит к высокой частоте ложноположительных результатов при серологическом выявлении бруцеллеза у собак.

Кроме того, хронические случаи бруцеллеза у собак могут давать отрицательные результаты. Несмотря на некоторые ограничения в использовании серологических методов для диагностики бруцеллеза собак, эти методы могут быть цennыми в процессе скрининга. Кроме того, используются два серологических теста: непрямой флуоресцентный тест на антитела (IFA) и энзимно-связанный иммunoсорбентный анализ (ELISA). Однако чувствительность IFA ненадежна, и некоторые инфицированные собаки не могут быть диагностированы с помощью этого метода.

B. canis имеет те же клеточные мембранны, что и *B. abortus*, *B. melitensis* и *B. suis* [36], но в клетках *B. canis* отсутствует O-полисахаридный комплекс, S-антиген, и имеется другая специфическая детерминанта, R-антиген. В связи с этим для диагностики бруцеллеза собак (1998–2001 гг.) в реакции агглютинации (РА) и реакции связывания комплемента (РСК) ФГУ «ВГНКИ» были разработаны высокочувствительные и специфичные антигены из референтного штамма RM6/66 [37].

ДНК *B. canis* может быть обнаружена с помощью ПЦР. Для ПЦР-анализа подходят сперма, вагинальные выделения, маточные выделения и моча. Цельная кровь также может быть использована в качестве тестового образца; однако ПЦР не рекомендуется проводить на ранних стадиях из-за требуемой продолжительности болезни для развития бактериемии. Таким образом, серологические тесты в сочетании с молекулярно-биологическими тестами или методами диагностики патогенов могут быть использованы как комбинированной метод диагностики бруцеллеза собак, что может повысить его точность.

B. canis – внутриклеточная патогенная бактерия, которая в первую очередь поражает стероид-продуцирующие ткани, включая семенники, эпидидимис, простату и матку собак [36]. Поскольку *B. canis* обладает тропизмом к репродуктивным тканям, часто вызывает аборт, орхит и бесплодие [13].

Выделение/секреция патогенных бактерий происходит различными путями, через сперму, аборты, плоды, плаценту, вагинальные выделения, мочу и молоко. Анализ по половым подгруппам по-

казал, что распространенность среди кобелей была несколько выше, чем среди сук, что указывает на то, что *B. canis* может передаваться в основном через спаривание, генитальный контакт, abortированные плоды, плаценту и вагинальные выделения.

Бруцеллы чувствительны к антибиотикам тетрациклической группы, стрептомицину, рифампицину и фторхинолонам [38]. При этом *Brucella* является внутриклеточным возбудителем, что создает трудности проникновения в клетку чувствительных антибиотиков для оказания терапевтического действия. Из-за локализации инфекционного процесса в prostate лечение кобелей, инфицированных более 3 месяцев, обычно безуспешно. Профилактика и борьба с бруцеллезом основана на вакцинации животных и мониторинге заболевания.

Бруцеллез выявляется у 16,6–72,5 % собак, используемых в разведении [39]. У кобелей *B. canis* обнаруживается в предстательной железе и придатках семенников. В семенниках концентрация возбудителя в моче достигает 10^3 – 10^6 микроорганизмов на мл [40].

Передача возбудителя собакам возможна также при переливании крови, искусственном осеменении и использовании зараженных шприцев [41]. Инфицирование бактериями *B. canis* приводит к развитию у собак дискоспондилита, увеита и эпидидимита, что наносит ущерб собаководству.

Зарегистрированы случаи заражения человека *B. canis* [41–43].

Специалисты, занимающиеся лечением и разведением собак [44], а также владельцы домашних животных [7, 45, 46], считают собачий бруцеллез профессиональным заболеванием.

Использование методов ПЦР позволяет быстро идентифицировать возбудителя собачьего бруцеллеза. Они основаны главным образом на идентификации основного возбудителя заболевания, а именно *B. canis* [47, 48].

Заболевание бруцеллезом собак может быть также связано с *B. abortus*, *B. suis* и *B. melitensis* [44]. Так, во время вспышки бруцеллеза крупного рогатого скота в 2005 году при серологическом исследовании 168 собак из неблагополучного пункта был получен 51 положительный результат. Большинство положительно реагирующих собак находились в неблагополучных подворьях и содержались без привязи [17].

Следует также отметить, что вольеры, оборудование и люди, контактировавшие с инфицированными собаками, могут быть дополнительными источниками инфекции. Поэтому рекомендуется, чтобы все собаки проходили серологическое тестирование перед спариванием, по крайней мере, раз в год, а новые животные, поступающие в питомники, помещались в карантин и проверялись на предмет состояния здоровья. Больных и беременных собак рекомендуется содержать отдельно от здоровых, регулярно помещать их в карантин, а также регулярно дезинфицировать питомники и инвентарь.

В возрасте 3 лет собаки вступают в репродуктивный период, демонстрируя изменения в физиологии и иммунном статусе, которые совпадают с пиком восприимчивости к *Brucella* [49]. Поэтому собаководческим хозяйствам рекомендуется придерживаться стратегии саморазведения, чтобы избежать перекрестного заражения между различными группами собак. Такой подход может эффективно снизить риск заражения *Brucella* в период половой зрелости и в пик сезона размножения.

Недооценка значения собачьего бруцеллеза для общественного здравоохранения связана с ограничениями диагностики бруцеллеза человека, вызванного *B. canis* [50].

Домашние собаки, как значимые животные-компаньоны, находятся в тесном контакте с людьми, что может привести к возникновению бруцеллеза, связанного с собаками у людей [51].

Заражение человека *B. canis* впервые было зарегистрировано в 1968 году. По официальным данным, только 1 % диагностических случаев бруцеллеза у человека вызван *B. canis* [52].

При исследовании 100 пациентов с острым бруцеллезом было установлено, что большинство из них контактировали с животными (собаками, овцами, свиньями и крупным рогатым скотом), причем наибольший процент заражения приходится на собак (79,59 %). Кроме того, случаи бруцеллеза у детей часто связаны с контактом с собаками, что позволяет отнести контакт с собаками к значительным факторам риска заражения бруцеллезом [24].

Ветеринария и зоотехния

Восточное Средиземноморье, Западная Азия, Индия, Ближний Восток, Южная Европа и Латинская Америка являются эндемичной зоной по бруцеллезу человека. Среди нескольких идентифицированных видов наиболее важными являются *B. melitensis*, *B. abortus* и *B. suis*, *B. canis*. Основной же причиной заболевания является *B. melitensis* [53].

Клинические симптомы бруцеллеза включают продолжительную лихорадку, гипергидроз, артрит и гепатосplenомегалию и могут приводить к нарушениям репродуктивной функции как у людей, так и у животных [11]. Хотя бруцеллез редко приводит к летальному исходу, он может вызывать такие осложнения, как бесплодие и артрит, что делает его серьезной проблемой для здравоохранения.

В отношении *B. canis* было выявлено 3,6 % серопозитивных специалистов из группы профессионального риска [52].

Зарегистрирована вспышка бруцеллеза у человека, поразившая три семьи, которые приобрели щенков от зараженной суки [46]. У больных бруцеллезом, инфицированных *B. canis*, были диагностированы эндокардит, перитонит, артрит, остеомиелит и эпидуральные абсцессы [52, 54, 55], в редких случаях – неврологические заболевания, включая синдром Гийена-Барре [56].

Выводы. Бруцеллез еще далеко не искоренен. Вакцинация является основной стратегией контроля заболевания. Уровень распространенности, наличие и качество используемой вакцины, финансовые и человеческие ресурсы, а также правовые полномочия, межсекторальное сотрудничество и надзор влияют на успешную борьбу с бруцеллезом. Хотя вакцины от бруцеллеза для людей не существует, вакцинация животных может предотвратить это зоонозное заболевание. Обучение людей, особенно сельских жителей, санитарно-гигиеническим правилам при обращении с животными и продуктами животноводства может стать перспективным в предотвращении распространения бруцеллеза.

Список используемой литературы

1. Лаптев С.В. Метафоризм передачи знаний студентам в процессе научных исследований. / С.В. Лаптев/ – Текст: непосредственный. // Научно-педагогический журнал «Учитель Алтая». – 2024. – № 1(18). – С. 65–73.
2. Лаптев С.В. Мотивации, социальный статус и стрессовые состояния при выборе профессии врача ветеринарной медицины. / С.В. Лаптев. – Текст непосредственный. // Гуманитарные исследования Центральной России. – 2024. – № 3(32). – С. 93–101.
3. Лаптев С.В. Организация учебных сличительных испытаний в комплексе проводимых мероприятий по формированию практикоориентированного обучения. / С.В. Лаптев, С.Ю. Пигина. – Текст непосредственный. // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года. / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии. 2022. – С. 333–334.
4. Лаптев С.В. Организация учебных сличительных испытаний по оценке качества подсчета лейкоцитарной формулы мелких домашних животных. / С.В. Лаптев. – Текст непосредственный. // Сборник научных трудов Десятой Всероссийской межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Purina Partners, Москва, 18 декабря 2020 года. – Москва: НПО «Сельскохозяйственные технологии». 2020. – С. 252–259.
5. Лаптев С.В. Формы развития трансверсальных компетенций обучающихся. / С.В. Лаптев, С.Ю. Пигина, В.П. Иванюк. – Текст непосредственный. // Реализация компетентностного подхода в системе профессионального образования педагога: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Евпатория, 14–15 апреля 2023 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал». 2023. – С. 18–22.
6. Лаптев С.В. Актуальные вопросы лептоспироза мелких домашних животных. / С.В. Лаптев, С.Ю. Пигина, М.В. Селина. – Текст непосредственный. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 11. – С. 22–38.

7. Luo S.L. Investigation on Brucella Infection of Pig Farms in Chaoyang area of Liaoning Province / S.L. Luo. – Shenyang: Shenyang Agricultural University. 2019. – 173 p. – Text: direct.
8. Sun C.Y. Investigation on Brucella Infection of Dogs and Cats in Shenyang of Liaoning Province / C.Y. Sun. – Shenyang: Shenyang Agricultural University. 2020. – 187 p. – Text: direct.
9. Кулаков Ю.К. Молекулярно-генетическая характеристика изолятов бруцелл, выделенных от собак и оленей в различных регионах России. / Ю.К. Кулаков, Л.Е. Цирельсон, М.М. Желудков. – Текст непосредственный. // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2012. – № 4. – С. 28–33.
10. Djokic V. The emergence of *Brucella canis* as a public health threat in Europe: what we know and what we need to learn. / V. Djokic, L. Freddi, F. de Massis – Text: direct. // Emerg Microbes Infect. – 2023. – № 12 (2). – P. 1–27.
11. Sebzda M.K. Update on *Brucella canis*: Understanding the Past and Preparing for the Future. / M.K. Sebzda, L.K. Kauffman. – Text: direct. // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 2023. – № 53 (5). – P. 1047–1062.
12. Di D.D. Epidemiological survey of canine *Borrelia burgdorferi* infection in some areas of China. / D.D. Di, W.X. Fan, B.Y. Cui [et al.]. – Text: direct. // Anim Husb Vet Med. – 2011. – № 43. – P. 83–5.
13. Гордиенко Л.Н. Бруцеллез собак: анализ клинических и лабораторных исследований. / Л.Н. Гордиенко. – Текст непосредственный. // Материалы научно-практической конференции фак. вет. мед. НГАУ «Актуальные вопросы ветеринарии». – Новосибирск: НГАУ. 2004. – С. 167.
14. Скляров О.Д. Бруцеллез собак, вызываемый *B. canis*, в мегаполисе. / О.Д. Скляров, И.Л. Обухов, А.И. Климанов. – Текст непосредственный. // Лекарственные препараты для животных: разработка, производство, эффективность и качество : междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию организации ВГНКИ. – Москва. – 2011. – С. 37–38.
15. Малышева Л.А. Бруцеллез собак. Особенности диагностики и течения болезни. / Л.А. Малышева, Н.В. Филиппов, В.П. Руденко и др. // Восьмой Международный конгресс по проблемам ветеринарной медицины мелких домашних животных. – Москва. 2000. – С. 246–248. – Текст непосредственный.
16. Шумилов К.В. Случай выявления бруцеллеза собак в России. / К.В. Шумилов, В.В. Калмыков, Ю.П. Михайлова [и др.]. – Текст непосредственный. // Ветеринария. – 1996. – № 5. – С. 55–59.
17. Роньшина Н.В. Бруцеллез собак в условиях Волгоградской области. / Н.В. Роньшина. – Текст непосредственный. // Ветеринарная практика. – 2008. – № 3. – С. 44–45.
18. Алиев А.А. Бруцеллез собак, вызываемый *Brucella canis* (диагностика, патологоанатомические изменения). / А.А. Алиев, А.А. Кудряшов, В.В. Белик [и др.]. – Текст непосредственный. // Ветеринарная практика. – 1999. – № 1 (7). – С. 11–14.
19. Дегтяренко Л.В. Результаты изучения биологических свойств культур бруцелл, выделенных от собак. / Л.В. Дегтяренко, Л.Н. Гордиенко, Г.В. Разница [и др.]. // Зоогигиена, профилактика и терапия болезней с.-х. и мелких домашних животных. – Новосибирск: НГАУ. 1999. – С. 30–31. – Текст непосредственный.
20. Wang T. Epidemiological investigation of canine brucellosis in Urumqi City of Xinjiang. / T. Wang, Y.S. Zhang, L.H. Wang [et al.]. – Text: direct. / China Anim Health Inspect. – 2018. – № 35. – pp. 8–11.
21. China Institute of Veterinary Drug Control China Veterinary Microbial Strain Preservation and Management Centre (CVMSMC). Catalogue of Chinese Veterinary Strains. – Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2008. – P. 90. – Text: direct.
22. Alton G.G. Techniques for the Brucellosis Laboeatory. / G.G. Alton, L.M. Jones. – Geneva: World Health Organization, 1975. – 200 p. – Text: direct.
23. Xu T. Investigation of serum antibodies to brucellosis in police dogs in Yunnan, Guizhou and Sichuan provinces. / T. Xu, A.G. Mao, X. Wang [et al.]. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2020. – № 56. – pp. 43–4. Zhao M.C. Epidemiological and clinical characteristics of 17 children with brucellosis in Hebei Province. / M.C. Zhao, G.X. Li, W.H. Li [et al.]. – Text: direct. // Chin J Zoonoses. – 2020. – № 36. – pp. 163–8.
24. Gao M.H. Serologic investigation of brucellosis infection in canine in Hulun Buir. / M.H. Gao. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2013. – № 49. – P. 59–61.
25. Wang Y.Q. Epidemiological survey of zoonoses in animal treatment facilities in Chaoyang District. / Y.Q. Wang, H.Y. Zhang, Y.R. Tang [et al.]. – Text: direct. // Chin Abstr Anim Husb Vet Med. – 2017. – № 33. – pp. 12–3+21.
26. Турсумбетов М.С. Состояние распространенности бруцеллезной инфекции среди собак в Кыргызстане. / М.С. Турсумбетов, С.Б. Чегиров, Ж.Ч. Орозов. – Текст непосредственный. // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2024. – № 2 (69). – С. 22–27.

27. Liang Y. Serological Investigation of Influenza, Chlamydia and Brucellosis in Pet Dogs in Shenzhen, China. / Y. Liang. – Guangzhou: South China Agricultural University. 2012. – 312 p. – Text: direct.
28. Zhang Q.Y. Serosurvey of canine brucellosis in Chengdu and development of real-time PCR for rapid detection of Brucella. / Q.Y. Zhang, X.Q. Ni, D. Zeng [et al.]. – Text: direct. // Vet Sci China. – 2016. – № 46. – pp. 430–5.
29. Ye F. Serological survey of canine brucellosis in the area around Urumqi, Xinjiang, China. / F. Ye, X.J. Ma, J. Wang [et al.]. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2016. – № 52. – pp. 80–1.
30. He Z.X. Diagnosis and treatment of abortion in a dog. / Z.X. He, L. Li, Y. Lu [et al.]. – NONGJIA KEJI, 2016. – 347 p. – Text: direct.
31. Zhang F.H. Diagnosis of a case of canine abortion and analysis of its causes. / F.H. Zhang, J.S. Wang. – Text: direct. // Henan J Anim Husb Vet Med. – 2018. – № 39. – P. 2.
32. Jiang SH.J. A case of canine brucellosis diagnosis and treatment. / SH.J. Jiang, J.J. Zhao. – Text: direct. // Agric Tech Serv. – 2017. – № 34. – P. 1–18.
33. Ma Y.C. Experience in the diagnosis and management of canine brucellosis. / Y.C. Ma. // New Countryside. 2017. – 140 p. – Text: direct.
34. Zhang B. A case of brucellosis in a dog and its experience. / B. Zhang. – Text: direct. // Heilongjiang Anim Sci Vet Med. – 2018. – № 24. – pp. 213–4.
35. Liao S.T. Epidemiological survey of canine brucellosis in Wuchang area, Xinjiang, China. / S.T. Liao, L.N. Xia, J.G. Xu [et al.]. – Text: direct. // Hubei J Anim Vet Sci. – 2019. – № 40. – P. 10–11.
36. Михайлова Ю.П. Разработка средств диагностики бруцеллеза собак, вызываемого *Brucella canis*. Дисс. канд. мед. наук. / Ю.П. Михайлова. — Москва. — 2025. — 25 с. — Текст непосредственный.
37. Carmichael L.E. Canine brucellosis: isolation, diagnosis, transmission. / L.E. Carmichael. – Proc Annu Meet US Anim. Health Assoc, 1967. – 517 p. – Text: direct.
38. Меньшенина В.С. Бруцеллез собак. / В.С. Меньшенина // Ветеринарный доктор. – 2013. – № 7. – С. 20–22. – Текст непосредственный.
39. Cosford K.L. *Brucella canis*: An update on research and clinical management. / K.L. Cosford. // Can Vet. J. – 2018. – № 59. – P. 74–81. – Text: direct.
40. Egloff S. *Brucella canis* infection in a young dog with epididymitis and orchitis. *Brucella canis* Infektion eines jungen Hundes mit Epididymitis und Orchitis. / S. Egloff, M. Schneeberger. – Text: direct. // Schweizer Archiv fur Tierheilkunde. – 2018. – № 160 (12). – P. 743–748.
41. Hensel M.E. Brucellosis in Dogs and Public Health Risk. / M.E. Hensel, M. Negron, A.M. Arenas-Gamboa. – Text: direct. // Emerg Infect Dis. – 2018. – № 24(8). – P. 1401–1406.
42. Munford R.S. Human disease caused by *Brucella canis*. A clinical and epidemiologic study of two cases. / R.S. Munford, R.E. Weaver, C. Patton [et al.]. – Text: direct. // JAMA. – 1975. – № 12. – P. 1267–1269.
43. Mol J.P.S. Diagnosis of canine brucellosis: comparison of various serologic tests and PCR. / J.P.S. Mol, A.C.B. Guedes, C. Eckstein. – Text: direct. // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. – 2020. – № 32 (1). – P. 77–86.
44. Dentinger C.M. Human *Brucella canis* Infection and Subsequent Laboratory Exposures Associated with a Puppy. / C.M. Dentinger, K. Jacob, L.V. Lee. – Text: direct. // Zoonoses and Public Health. – 2012. – № 62 (5). – P. 407–414.
45. Lucero N.E. Human *Brucella canis* outbreak linked to infection in dogs. / N.E. Lucero, R. Corazza. – Text: direct. // Epidemiology and Infection. – 2010. – № 138 (2). – P. 280–285.
46. Kang S.I. A new *Brucella canis* species-specific PCR assay for the diagnosis of canine brucellosis. / S.I. Kang, S.E. Lee, J.Y. Kim. – Text: direct. // Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. – 2014. – № 37 (4). – P. 237–241.
47. Kauffman L.K. Early detection of *Brucella canis* via quantitative polymerase chain reaction analysis. / L.K. Kauffman, J.K. Bjork, J.M. Gallup. – Text: direct. // Zoonoses and Public Health. – 2014. – № 61(1). – P. 48–54. – Text: direct.
48. Zhao S.S. Prevalence of important zoonotic bacterial diseases in pets in Taizhou, Jiangsu Province, China. / W. Yan, S.S. Zhao, J. Liu [et al.]. – Text: direct. // Jiangsu Agric Sci. – 2015. – № 43. – pp. 198–200.
49. Охапкина В.Ю. Эпидемическая опасность бруцеллеза в современных условиях. / В.Ю. Охапкина, Н.В. Пяткова, Д.Л. Павлов [и др.]. – Текст непосредственный. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – № 3(88). – С. 15–22.

50. Qi H.X. Dog and Cat Brucellosis Epidemiology. / H.X. Qi, H.Y. Zhang, X.Y. Deng [et al.]. – Beijing: Beijing Agriculture. 2012. – 98 p. – Text: direct.
51. Corbel M.J. Brucellosis in humans and animals. / M.J. Corbel. – WHO, 2006. – 89 p. – Text: direct.
52. NB: Версия, принятая на Всемирной ассамблее делегатов МЭБ в мае 2016 года. Глава 3.1.4. Бруцеллез (*Brucella abortus*, *B. melitensis* и *B. suis*). – 65 с. – Text: direct.
53. Lopes L.B. Brucellosis – risk factors and prevalence: A Review. / L.B. Lopes, R. Nicolino, J.P.A. Haddad. – Text: direct. // The Open Veterinary Science Journal. – 2010. – № 4. – P. 72–84.
54. Wanke M.M. Canine brucellosis. / M.M. Wanke. – Text: direct. // Anim Reprod Sci. – 2004. – № 82. – pp. 195–207.
55. Holst B.S. The first case of *Brucella canis* in Sweden: background, case report and recommendations from a northern European perspective. / B.S. Holst, K. Löfqvist, L. Ernholm [et al.]. – Text: direct. // Acta Vet Scan. – 2012. – № 54. – P. 18.

References

1. Laptev S.V. Metaforizm peredachi znanij studentam v processe nauchnyh issledovanij. / S.V. Laptev/ – Tekst neposredstvennyj. // Nauchno-pedagogicheskij zhurnal «Uchitel' Altaja». – 2024. – № 1(18). – S. 65–73.
2. Laptev S.V. Motivacii, social'nyj status i stressovye sostojaniya pri vybere professii vracha veterinarnoj mediciny. / S.V. Laptev. – Tekst neposredstvennyj. // Gumanitarnye issledovaniya Central'noj Rossii. – 2024. – № 3(32). – S. 93–101.
3. Laptev S.V. Organizacija uchebnyh slichitel'nyh ispytanij v komplekse provodimyh meroprijatij po formirovaniyu praktikoorientirovannogo obuchenija. / S.V. Laptev, S.Ju. Pigina. – Tekst neposredstvennyj. // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny, zootehnii, biotehnologii i jekspertizy syr'ja i produktov zhivotnogo proishozhdenija: Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 08 nojabrja 2022 goda. / Pod obshhej redakciej S.V. Pozjabina, L.A. Gnezdilovo. – Moskva: Sel'skohozjajstvennye tehnologii. 2022. – S. 333–334.
4. Laptev S.V. Organizacija uchebnyh slichitel'nyh ispytanij po ocenke kachestva podscheta lejkocitarnoj formuly melkih domashnih zhivotnyh. / S.V. Laptev. – Tekst neposredstvennyj. // Sbornik nauchnyh trudov Desjatoj Vserossijskoj mezhvuzovskoj konferencii po klinicheskoy veterinarii v formate Purina Partners, Moskva, 18 dekabrya 2020 goda. – Moskva: NPO «Sel'skohozjajstvennye tehnologii». 2020. – S. 252–259.
5. Laptev S.V. Formy razvitiya transversal'nyh kompetencij obuchajushhihsja. / S.V. Laptev, S.Ju. Pigina, V.P. Ivanjuk. – Tekst neposredstvennyj. // Realizacija kompetentnostnogo podhoda v sisteme professional'nogo obrazovanija pedagoga: sbornik materialov X Vserossijskoj nauchnoprakticheskoy konferencii, Evpatoriya, 14–15 aprelja 2023 goda. – Simferopol': Obshhestvo s ogranicennoj otvetstvennost'ju «Izdatel'stvo Tipografija «Arial». 2023. – S. 18–22.
6. Laptev S.V. Aktual'nye voprosy leptospiroza melkih domashnih zhivotnyh. / S.V. Laptev, S.Ju. Pigina, M.V. Selina. – Tekst neposredstvennyj. // Veterinarija, zootehnika i biotehnologija. – 2024. – № 11. – S. 22–38.
7. Luo S.L. Investigation on *Brucella* Infection of Pig Farms in Chaoyang area of Liaoning Province / S.L. Luo. – Shenyang: Shenyang Agricultural University. 2019. – 173 p. – Text: direct.
8. Sun C.Y. Investigation on *Brucella* Infection of Dogs and Cats in Shenyang of Liaoning Province / C.Y. Sun. – Shenyang: Shenyang Agricultural University. 2020. – 187 p. – Text: direct.
9. Kulakov Ju.K. Molekuljarno-geneticheskaja harakteristika izoljatov brucell, vydelennyh ot sobak i olenej v razlichnyh regionah Rossii. / Ju.K. Kulakov, L.E. Cirel'son, M.M. Zheludkov. – Tekst neposredstvennyj. // Molekuljarnaja genetika, mikrobiologija i virusologija. – 2012. – № 4. – S. 28–33.
10. Djokic V. The emergence of *Brucella canis* as a public health threat in Europe: what we know and what we need to learn. / V. Djokic, L. Freddi, F. de Massis– Text: direct. // Emerg Microbes Infect. – 2023. – № 12 (2). – P. 1–27.
11. Sebzda M.K. Update on *Brucella canis*: Understanding the Past and Preparing for the Future. / M.K. Sebzda, L.K. Kauffman. – Text: direct. // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 2023. – № 53 (5). – P. 1047–1062.
12. Di D.D. Epidemiological survey of canine *Borrelia burgdorferi* infection in some areas of China. / D. Dw Di, W.X. Fan, B.Y. Cui [et al.]/ – Text: direct. // Anim Husb Vet Med. – 2011. – № 43. – P. 83–5.
13. Gordienko L.N. Brucellez sobak: analiz klinicheskikh i laboratornyh issledovanij. / L.N. Gordienko. – Tekst neposredstvennyj. // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii fak. vet. med. NGAU «Aktual'nye voprosy veterinarii». – Novosibirsk: NGAU. 2004. – S. 167.

14. Skljarov O.D. Brucellez sobak, vyzyvaemyj V.sanis, v megapolise. / O.D. Skljarov, I.L. Obuhov, A.I. Klimanov. – Tekst neposredstvennyj. // Lekarstvennye preparaty dlja zhivotnyh: razrabotka, proizvodstvo, effektivnost' i kachestvo : mezhdunar. nauch. konf., posvjashh. 80-letiju organizacii VGNKI. – Moskva. – 2011. – S. 37–38.
15. Malyshova L.A. Brucellez sobak. Osobennosti diagnostiki i techenija bolezni. / L.A. Malyshova, N.V. Filippov, V.P. Rudenko i dr. // Vos'moj Mezhdunarodnyj kongress po problemam veterinarnoj mediciny melkikh domashnih zhivotnyh. – Moskva. 2000. – S. 246–248. – Tekst neposredstvennyj.
16. Shumilov K.V. Sluchaj vyjavlenija brucelleza sobak v Rossii. / K.V. Shumilov, V.V. Kalmykov, Ju.P. Mihajlova [i dr.]. – Tekst neposredstvennyj. // Veterinarija. – 1996. – № 5. – S. 55–59.
17. Ron'shina N.V. Brucellez sobak v uslovijah Volgogradskoj oblasti. / N.V. Ron'shina. – Tekst neposredstvennyj. // Veterinarnaja praktika. – 2008. – № 3. – S. 44–45.
18. Aliev A.A. Brucellez sobak, vyzyvaemyj Brucella canis (diagnostika, patologoanatomicheskie izmenenija). / A.A. Aliev, A.A. Kudrjashov, V.V. Belik [i dr.]. – Tekst neposredstvennyj. // Veterinarnaja praktika. – 1999. – № 1(7). – S. 11–14.
19. Degtjarenko L.V. Rezul'taty izuchenija biologicheskikh svojstv kul'tur brucell, vydelynnih ot sobak. / L.V. Degtjarenko, L.N. Gordienko, G.V. Raznycyna [i dr.]. // Zoogigiena, profilaktika i terapija boleznej s.-h. i melkikh domashnih zhivotnyh. – Novosibirsk: NGAU. 1999. – S. 30–31. – Tekst neposredstvennyj.
20. Wang T. Epidemiological investigation of canine brucellosis in Urumqi City of Xinjiang. / T. Wang, Y.S. Zhang, L.H. Wang [et al.]. – Text: direct. // China Anim Health Inspect. – 2018. – № 35. – pp. 8–11.
21. China Institute of Veterinary Drug Control China Veterinary Microbial Strain Preservation and Management Centre (CVMSMC). Catalogue of Chinese Veterinary Strains. – Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2008. – R. 90. – Text: direct.
22. Alton G.G. Techniques for the Brucellosis Laboeatory. / G.G. Alton, L.M. Jones. – Geneva: World Health Organization, 1975. – 200 p. – Text: direct.
23. Xu T. Investigation of serum antibodies to brucellosis in police dogs in Yunnan, Guizhou and Sichuan provinces. / T. Xu, A.G. Mao, X. Wang [et al.]. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2020. – № 56. – pp. 43–4.
24. Zhao M.C. Epidemiological and clinical characteristics of 17 children with brucellosis in Hebei Province. / M.C. Zhao, G.X. Li, W.H. Li [et al.]. – Text: direct. // Chin J Zoonoses. – 2020. – № 36. – pp. 163–8.
25. Gao M.H. Serologic investigation of brucellosis infection in canine in Hulun Buir. / M.H. Gao. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2013. – № 49. – P. 59–61.
26. Wang Y.Q. Epidemiological survey of zoonoses in animal treatment facilities in Chaoyang District. / Y.Q. Wang, H.Y. Zhang, Y.R. Tang [et al.]. – Text: direct. // Chin Abstr Anim Husb Vet Med. – 2017. – № 33. – pp. 12–3+21.
27. Tursumbetov M.S. Sostojanie rasprostranennosti brucelleznoj infekcii sredi sobak v Kyrgyzstane. / M.S. Tursumbetov, S.B. Chegirov, Zh.Ch. Orozov. – Tekst neposredstvennyj. // Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skrjabina. – 2024. – № 2 (69). – S. 22–27.
28. Liang Y. Serological Investigation of Influenza, Chlamydia and Brucellosis in Pet Dogs in Shenzhen, China. / Y. Liang. – Guangzhou: South China Agricultural University. 2012. – 312 p. – Text: direct.
29. Zhang Q.Y. Serosurvey of canine brucellosis in Chengdu and development of real-time PCR for rapid detection of Brucella. / Q.Y. Zhang, X.Q. Ni, D. Zeng [et al.]. – Text: direct. // Vet Sci China. – 2016. – № 46. – pp. 430–5.
30. Ye F.. Serological survey of canine brucellosis in the area around Urumqi, Xinjiang, China. / F. Ye, X.J. Ma, J. Wang [et al.]. – Text: direct. // Chin J Vet Med. – 2016. – № 52. – pp. 80–1.
31. He Z.X. Diagnosis and treatment of abortion in a dog. / Z.X. He, L. Li, Y. Lu [et al.]. – NONGJIA KEJI, 2016. – 347 p. – Text: direct.
32. Zhang F.H. Diagnosis of a case of canine abortion and analysis of its causes. / F.H. Zhang, J.S. Wang. – Text: direct. // Henan J Anim Husb Vet Med. – 2018. – № 39. – P. 2.
33. Jiang SH.J. A case of canine brucellosis diagnosis and treatment. / SH.J. Jiang, J.J. Zhao. – Text: direct. // Agric Tech Serv. – 2017. – № 34. – P. 1–18.
34. Ma Y.C. Experience in the diagnosis and management of canine brucellosis. / Y.C. Ma. // New Countryside. 2017. – 140 p. – Text: direct.
35. Zhang B. A case of brucellosis in a dog and its experience. / B. Zhang. – Text: direct. // Heilongjiang Anim Sci Vet Med. – 2018. – № 24. – pp. 213–4.
36. Liao S.T. Epidemiological survey of canine brucellosis in Wuchang area, Xinjiang, China. / S.T. Liao, L.N. Xia, J.G. Xu [et al.]. – Text: direct. // Hubei J Anim Vet Sci. – 2019. – № 40. – P. 10–11.

37. Mihajlova Ju.P. Razrabortka sredstv diagnostiki brucelleza sobak, vyzyvaemogo Brucella canis. Diss. kand. med. nauk. / Ju.P. Mihajlova. — Moskva. — 2025. — 25 s. — Tekst neposredstvennyj.
38. Carmichael L.E. Canine brucellosis: isolation, diagnosis, transmission. / L.E. Carmichael. — Proc Annu Meet US Anim. Health Assoc, 1967. — 517 p. — Text: direct.
39. Men'shenina V.S. Brucellez sobak. / V.S. Men'shenina // Veterinarnyj doktor. — 2013. — № 7. — S. 20–22. — Tekst neposredstvennyj.
40. Cosford K.L. Brucella canis: An update on research and clinical management. / K.L. Cosford. // Can Vet. J. — 2018. — № 59. — P. 74–81. — Text: direct.
41. Egloff S. Brucella canis infection in a young dog with epididymitis and orchitis. Brucella canis Infektion eines jungen Hundes mit Epididymitis und Orchitis. / S. Egloff, M. Schneeberger. — Text: direct. // Schweizer Archiv fur Tierheilkunde. — 2018. — № 160 (12). — P. 743–748.
42. Hensel M.E. Brucellosis in Dogs and Public Health Risk. / M.E. Hensel, M. Negron, A.M. Arenas-Gamboa. — Text: direct. // Emerg Infect Dis. — 2018. — № 24(8). — P. 1401–1406.
43. Munford R.S. Human disease caused by Brucella canis. A clinical and epidemiologic study of two cases. / R.S. Munford, R.E. Weaver, C. Patton [et al.]. — Text: direct. // JAMA. — 1975. — № 12. — P. 1267–1269.
44. Mol J.P.S. Diagnosis of canine brucellosis: comparison of various serologic tests and PCR. / J.P.S. Mol, A.C.B. Guedes, C. Eckstein. — Text: direct. // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. — 2020. — № 32 (1). — P. 77–86.
45. Dentinger C.M. Human Brucella canis Infection and Subsequent Laboratory Exposures Associated with a Puppy. / C.M. Dentinger, K. Jacob, L.V. Lee. — Text: direct. // Zoonoses and Public Health. — 2012. — № 62 (5). — P. 407–414.
46. Lucero N.E. Human Brucella canis outbreak linked to infection in dogs. / N.E. Lucero, R. Corazza. — Text: direct. // Epidemiology and Infection. — 2010. — № 138 (2). — P. 280–285.
47. Kang S.I. A new Brucella canis species-specific PCR assay for the diagnosis of canine brucellosis. / S.I. Kang, S.E. Lee, J.Y. Kim. — Text: direct. // Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. — 2014. — № 37 (4). — P. 237–241.
48. Kauffman L.K. Early detection of Brucella canis via quantitative polymerase chain reaction analysis. / L.K. Kauffman, J.K. Bjork, J.M. Gallup. — Text: direct. // Zoonoses and Public Health. — 2014. — № 61(1). — P. 48–54. — Text: direct.
49. Zhao S.S. Prevalence of important zoonotic bacterial diseases in pets in Taizhou, Jiangsu Province, China. / W. Yan, S.S. Zhao, J. Liu [et al.]. — Text: direct. // Jiangsu Agric Sci. — 2015. — № 43. — pp. 198–200.
50. Ohapkina V.Ju. Jepidemicheskaja opasnost' brucelleza v sovremennyh uslovijah. / V.Ju. Ohapkina, N.V. Pjatkova, D.L. Pavlov [i dr.]. — Tekst neposredstvennyj. // Jepidemiologija i vakcinoprofilaktika. — 2016. — № 3(88). — C. 15–22.
51. Qi H.X. Dog and Cat Brucellosis Epidemiology. / H.X. Qi, H.Y. Zhang, X.Y. Deng [et al.]. — Beijing: Beijing Agriculture. 2012. — 98 p. — Text: direct.
52. Corbel M.J. Brucellosis in humans and animals. / M.J. Corbel. — WHO, 2006. — 89 p. — Text: direct.
53. NB: Versija, prinjataja na Vsemirnoj assamblee delegatov MJeB v mae 2016 goda Glava 3.1.4. Brucellez (Vrucella abortus, V. melitensis i V.suis). — 65 s. — Text: direct.
54. Lopes L.B. Brucellosis – risk factors and prevalence: A Review. / L.B. Lopes, R. Nicolino, J.P.A. Haddad. — Text: direct. // The Open Veterinary Science Journal. — 2010. — № 4. — P. 72–84.
55. Wanke M.M. Canine brucellosis. / M.M. Wanke. — Text: direct. // Anim Reprod Sci. — 2004. — № 82. — pp. 195–207.
56. Holst B.S. The first case of Brucella canis in Sweden: background, case report and recommendations from a northern European perspective. / B.S. Holst, K. Löfqvist, L. Ernholm [et al.]. — Text: direct. // Acta Vet Scan. — 2012. — № 54. — P. 18.

ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОБАВКИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

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

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

Целью исследования было изучение влияния включения в рацион сухостойных коров и новорожденных телят кормовой добавки «Гумовет» в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотой на показатели неспецифической резистентности новорожденных телят. Экспериментальная часть работы была выполнена в условиях хозяйства, расположенного в Северном Казахстане. Объектом исследования являлись телята симментальской породы с момента рождения до месячного возраста, которым в первые 10 дней выпаивали кормовую добавку «Гумовет». Для эксперимента отобрали телят, рожденных от подопытных коров, которым в сухостойный период выпаивали кормовую добавку «Гумовет» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами. Были сформированы одна контрольная и три опытные группы телят по 5 голов. Первая опытная группа получала кормовую добавку «Гумовет»; вторая – получала «Гумовет» с аскорбиновой кислотой; третья – получала «Гумовет» с янтарной кислотой. Телятам опытных групп выпаивали препарат «Гумовет» с водой в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела и органические кислоты в рекомендуемых дозах в течение 10 дней после рождения. Для изучения морфологических, биохимических и иммuno-логических показателей телят отбирали пробы крови в суточном, 15- и 30-дневном возрасте. Лабораторные исследования крови проводили в лабораториях. На основе анализа результатов клинического исследования телят, лабораторного исследования гематологических, биохимических и иммuno-логических показателей крови изучено состояние их естественной резистентности при использовании кормовой добавки «Гумовет» и органических кислот. Установлено, что уровень общего белка и количество альбумина и глобулинов за период опыта изменились достоверно. Для телят опытных групп было характерно более высокое повышение уровня общего белка, что связано с активизацией обмена веществ. У телят опытных групп определено более заметное увеличение показателей БАСК и ФАНК по сравнению с исходным уровнем. Телята контрольной группы имели преимущество по показателю ЛАСК. Выявленные особенности иммuno-биохимического статуса крови телят в первый месяц после рождения характеризуют становление и развитие функциональной активности органов и систем организма. Одновременно с активизацией обмена веществ происходит становление морфологического состава крови и формирование естественной резистентности телят. Иммuno-стимулирующий эффект действия кормовой добавки начал проявляться у новорожденных телят в месячном возрасте, более лучшие значения показателей бактерицидной и фагоцитарной активности получены в группе, получавших «Гумовет» с янтарной кислотой. Применение препарата «Гумовет» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами новорожденным телятам способствует активизации обмена белка, изменению концентрации альбумина и глобулинов, формированию более адаптивного иммuno-ответа в период становления иммuno-системы.

Ключевые слова: коровы, телята, молочный период, кормовая добавка Гумовет, кровь, гематологические показатели, биохимические показатели, БАСК, ЛАСК, ФАНК.

Для цитирования: Мержакыпова Г.Б., Гизатуллина Ф.Г. Естественная резистентность новорожденных телят при использовании добавки гуминовых веществ // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. №4 (53). С. 39–45.

Актуальность. В хозяйствах молочного направления одной из ключевых задач является проблема получения здорового молодняка и обеспечение его сохранности. Из литературных данных общеизвестна присущая новорожденным телятам низкая резистентность. У них отмечаются низкие параметры факторов гуморального и клеточного иммунитета, до приема молозива установлена агаммаглобулинемия. В первый месяц жизни для защитных сил организма теленка велика роль материнских антител. Молекулы и клетки иммунной системы матери, содержащиеся в молозиве (молоке), компенсируют незрелость иммунной системы новорожденного теленка. Установлено, что иммунологическая активность молозива во многом зависит от качества молозива матерей [1–7].

Для укрепления здоровья и улучшения качества и биологических свойств молозива коровам и нетелям до отела обеспечивают полноценное кормление, сбалансированное по питательным веществам, витаминам, микроэлементам и другими биологически активным веществам [8]. Современная фармакология предлагает ветеринарам широкий ряд препаратов, повышающих защитные силы телят, в том числе средства природного происхождения. Одним из доступных и эффективных путей повышения полноценности рационов скота является использование кормовых добавок из гуминовых веществ. Вещества, содержащие гуматы и фульвокислоты, стимулируют рост и развитие животных, нормализуют физиологический статус и гомеостаз, повышают резистентность [9]. По данным исследований установлено, что применение кормовой добавки из гуминовых веществ (Reasil Humic Health) в рационе кормления нетелей положительно влияет на ряд гематологических и иммунологических показателей, на воспроизводительные функции животных; повышает у первотелок биологические качества молозива, что положительно отражается на иммунологическом статусе новорожденных телят [10]. Хорошим источником биологически активных веществ может служить кормовой препарат отечественного производства «Гумовет», содержащий гуминовые и фульвокислоты.

Цель исследования – изучить влияние включения в рацион коров и телят кормовой добавки «Гумовет» в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотой на показатели неспецифической резистентности новорожденных телят.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть работы была выполнена в условиях хозяйства ТОО «Шиели-Агро» Акколского района Акмолинской области Республики Казахстан. Объектом исследований являлись телята с момента рождения до месячного возраста, которым в первые 10 дней выпаивали кормовую добавку «Гумовет». Телята были получены от коров симментальской породы 2–3-летнего возраста, которым в сухостойный период давали кормовую добавку «Гумовет» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотой. По данным фирмы производителя препарат «Гумовет» содержит гуминовые, карбоновые и аминокислоты, в том числе незаменимые аминокислоты; макроэлементы (N, P, Fe, Ca); микроэлементы (Zn, Cu, Mn и др.); витамины (A, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂, E) безазотистые экстрактивные вещества, сахар, жир; протеин. По литературным данным биологический эффект применения добавки обусловлен уникальным сочетанием гуминовых и фульвиевых органических кислот и их солей – гуматов и фульватов, а также природных антиоксидантов органической структуры.

Для эксперимента отобрали телят, рожденных от подопытных коров. Были сформированы четыре группы телят по 5 голов, контрольная группа – телята от коров, не получавших кормовую добавку, первая группа – телята от коров, получавших кормовую добавку «Гумовет»; вторая группа – телята от коров, получавших кормовую добавку «Гумовет» с аскорбиновой кислотой; третья группа – телята от коров, получавших кормовую добавку «Гумовет» с янтарной кислотой. Опытным телятам выпаивали препарат «Гумовет» с водой в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела и органические кислоты в рекомендуемых дозах в течение 10 дней после рождения. У телят ежедневно определяли общее состояние, температуру тела, частоту пульса, дыхания, эластичность кожи, состояние волосяного покрова и видимых слизистых оболочек, учет тяжести течения заболевания, характер каловых масс определяли по общепринятой методике. За физиологическую величину брали данные, приведенные в справочнике [13].

Гематологические показатели крови (эритроциты, лейкоциты, гемоглобин,) определяли с помощью анализатора Phoenix NCC-30Vet (производство «Neo Medicad.o.o., Сербия»). Общий белок определяли на полуавтоматическом биохимическом анализаторе URIT-880 Vet (URIT Medical Electronic Group Co., Ltd, КНР). Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) определяли методом фотонефелометрии. Лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК) выявляли нефелометрическим методом. В качестве индикатора активности лизоцима применяли суточную культуру *Micrococcus Lysodeicticus*, выращенную на МПА по обычной методике. Определение фагоцитарной активности нейтрофилов крови (ФАНК) проводили по методу В. М. Бермана, Е. М. Славской (1958). Метод основан на учете числа бактерий (*E. coli*), захваченных нейтрофилами в процессе их совместного инкубирования в термостате. Лабораторные исследования проводили в лабораториях ТОО «Научно-исследовательский центр Diagnostic Group» и в РГП на ПХВ «Республиканская ветеринарная лаборатория» КВКиН МСХ Республики Казахстан. Полученный цифровой материал подвергли статистической обработке с использованием ПК с программным обеспечением, использовали *t*-критерий Стьюдента, достоверной считали разницу при $P < 0,05$.

Результаты исследования. В начале опыта количество эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов в крови новорожденных телят было в пределах физиологических значений, за исключением содержания лейкоцитов в крови особей контрольной группы, у которых концентрация клеток белой крови превышала верхнюю границу нормы на 7,0 %. В течение месяца значения гематологических показателей подопытных телят имели тенденцию к снижению, однако они были в пределах физиологических величин. Следует отметить, что среди определяемых биохимических параметров у новорожденных телят отмечены достоверные изменения уровня общего белка и белковых фракций (табл. 1).

Таблица 1 – Основные морфологические и биохимические показатели крови телят в период опыта ($X \pm Sx$, $n=5$)

Показатель	Норма	Группа			
		контрольная группа	I опытная	II опытная	III опытная
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	5,0–7,5	<u>6,7±0,21</u> 6,5±0,18	<u>6,8±0,19</u> 6,7±0,21	<u>7,0±0,20</u> 6,8±0,22	<u>7,1±0,23</u> 6,8±0,28
Гемоглобин, г/л	99,0–129,0	<u>122,7±3,6</u> 119,5±3,2	<u>124,0±3,7</u> 115,4±3,4	<u>129,4±3,9</u> 122,3±3,5	<u>130,7±3,6</u> 124,6±3,3
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	6,0–10,0	<u>10,7±0,22</u> 10,1±0,29	<u>10,1±0,24</u> 9,9±0,31	<u>9,9±0,21</u> 9,7±0,27	<u>9,7±0,25</u> 9,5±0,32
Общий белок, г/л	72–86	<u>54,1±1,0</u> 60,8±1,1**	<u>54,7±0,7</u> 66,7±0,9***	<u>54,8±0,8</u> 68,2±1,2***	<u>55,1±1,0</u> 73,6±1,3***
в т.ч. альбумины, %	44–50	<u>55,7±0,9</u> 50,1±0,9**	<u>61,7±0,8</u> 44,6±0,6***	<u>56,3±0,8</u> 44,7±0,7***	<u>58,8±0,81</u> 45,2±0,7***
глобулины, %	56–50	<u>44,3±0,4</u> 49,9±0,4***	<u>38,3±0,5</u> 55,4±0,7***	<u>43,7±0,6</u> 54,3±0,7***	<u>41,2±0,6</u> 54,8±0,8***

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

В месячном возрасте концентрация общего белка в сыворотке крови телят контрольной группы увеличилась на 12,4 % ($P < 0,01$), первой группы – на 21,9 % ($P < 0,001$), второй группы – на 24,5 % ($P < 0,001$), третьей группы – на 33,6 % ($P < 0,001$), по сравнению с суточным возрастом. Это было

обусловлено снижением содержания альбумина и увеличением глобулинов. Относительное уменьшение уровня альбумина у телят контрольной группы составило 5,6 % ($P<0,01$), первой группы – 17,1 % ($P<0,001$), второй – 11,6 % ($P<0,001$), третьей – 13,6 % ($P<0,001$). Возрастание содержания белков, относящихся к фракции глобулинов, было адекватным: в контрольной группе – на 5,6 % ($P<0,001$), первой – на 17,1 % ($P<0,001$), второй – на 10,6 % ($P<0,001$), третьей – на 13,6 % ($P<0,001$). Все глобулины участвуют в защитной функции крови, поэтому изменение соотношения альбумина и глобулинов в сыворотке крови, по нашему мнению, указывает на развитие гуморальных факторов резистентности. Как известно, альбумины в основном осуществляют перенос питательных веществ к органам и тканям в процессе их формирования и роста, служат источником для синтеза белков различных органов. Глобулины участвуют в защитной функции крови, так гамма-глобулиновая фракция содержит различные антитела, которые играют важную роль в реализации иммунного ответа организма.

Сравнение показателей содержания общего белка в сыворотке крови телят месячного возраста показало преимущество животных опытных групп: первая группа превосходила ровесников контрольной группы на 9,7 % ($P<0,05$), вторая группа – на 12,2 % ($P<0,01$) и третья группа – на 21,1 % ($P<0,001$), что указывает на более высокий белковый обмен у них. Это было обусловлено возрастанием уровня глобулинов в плазме крови опытных животных соответственно на 5,5 % ($P<0,001$), 4,4 % ($P<0,001$) и 4,9 % ($P<0,001$). При этом наблюдалось достоверное снижение белков альбуминовой фракции в плазме крови опытных телят в сравнении с контрольной группой. Наиболее выраженные изменения в содержании альбуминов проявились у телят первой группы – меньше на 5,5 % ($P<0,001$), второй группы – на 5,4 % ($P<0,01$), третьей группы – на 4,9 % ($P<0,01$).

Из данных таблицы 2 видно, что после рождения бактерицидная активность сыворотки крови у подопытных телят до приёма молозива была в пределах 29,22 – 31,67 %, причём наиболее высокое значение показателя $31,67 \pm 0,51$ % было у телят контрольной группы, что на 2,45 % ($P<0,01$) больше, чем у телят первой группы. Однако отличия величины БАСК у телят контрольной группы и опытных телят второй и третьей групп были незначительными и недостоверными. Телята контрольной группы имели также более высокий показатель лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК). Значение ЛАСК у контрольных телят превосходило данные этого показателя у телят первой группы на 0,87 % ($P<0,001$), второй группы – на 0,5 % ($P<0,001$) и третьей группы – на 0,2 % ($P<0,01$). Изучение показателя фагоцитарной активности нейтрофилов крови (ФАНК), характеризующего клеточное звено иммунной системы, показало, что после рождения у всех подопытных животных фагоцитарная активность была примерно на одном уровне (31,84–33,14 %).

Изучение показателей естественной резистентности через две недели после рождения выявило значительное увеличение значения БАСК у подопытных животных: в контрольной группе на 12,97 % ($P<0,001$), в первой группе на 6,6 % ($P<0,001$), во второй – на 14,33 % ($P<0,001$), в третьей – на 14,04 % ($P<0,001$), по сравнению с исходным уровнем. Более значительные изменения характерны для значений показателя ЛАСК, лизоцимная активность увеличилась в контрольной группе на 16,1 % ($P<0,001$), в опытных группах соответственно на 14,6 % ($P<0,001$), 15,0 % ($P<0,001$), 15,7 % ($P<0,001$) по сравнению с первоначальными величинами. Исследование фагоцитарной активности нейтрофилов также показывает на возрастание числовых значений показателя: в контрольной группе на 12,5 % ($P<0,001$), в опытных группах на 11,9 % ($P<0,001$), на 12,3 % ($P<0,001$) и на 12,5 % ($P<0,001$) по отношению к величинам первого дня. Выраженные изменения изучаемых иммунологических показателей телят были установлены и в месячном возрасте. Для этого периода также характерна активизация у телят как гуморальных факторов естественной защиты, так и клеточных факторов. Однако, на наш взгляд, в этом возрасте у телят опытных групп появилось определённое преимущество по показателю БАСК, так, если в контрольной группе бактерицидная активность увеличилась на 6,8 % ($P<0,01$), то в первой группе – на 8,8 % ($P<0,001$), во второй группе – на 7,8 % ($P<0,001$), в третьей группе – на 8,0 % ($P<0,001$) по сравнению с данными промежуточного исследования.

Ветеринария и зоотехния

Таблица 2 – Показатели естественной резистентности новорожденных телят ($X \pm Sx$, $n=5$)

Группа	БАСК, %	ЛАСК, %	ФАНК, %
До приема молозива			
контрольная	31,67±1,51	2,64±0,05	32,48±1,47
I группа	29,22±1,38	1,77±0,03	31,84±1,55
II группа	30,55±1,64	2,14±0,03	32,11±1,48
III группа	31,62±1,42	2,44±0,02	33,14±1,52
На 15 день			
контрольная	44,64±1,31***	18,75±0,56***	45,32±1,58***
I группа	35,82±1,95***	16,33±0,49***	43,77±1,54***
II группа	44,88±1,85***	17,14±0,58***	44,37±1,55***
III группа	45,66±1,87***	18,16±0,75***	45,66±1,47***
На 30 день			
контрольная	51,45±1,78**	25,82±1,47***	48,78±1,66*
I группа	44,64±1,67***	21,96±1,25***	46,47±1,64**
II группа	52,66±1,99***	23,15±0,93***	47,94±1,56***
III группа	53,65±1,67***	22,18±0,97**	48,92±1,33***

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ – относительно предшествующих значений.

Показатель лизоцимной активности у подопытных телят возрос в контрольной группе на 7,1 % ($P < 0,001$), в первой группе – на 5,6 % ($P < 0,001$), во второй – на 6,0 % ($P < 0,001$), в третьей группе – на 4,0 % ($P < 0,01$), в сравнении с данными двухнедельного возраста. Изменения фагоцитарной активности были аналогичными показателю БАСК, если в контрольной группе фагоцитарная активность увеличилась на 2,5 % ($P < 0,05$), то в первой группе – на 2,7 % ($P < 0,01$), во второй группе – на 3,6 % ($P < 0,001$), в третьей группе – на 3,3 % ($P < 0,001$) по сравнению с результатами предыдущего исследования.

Заключение. Как известно, БАСК является интегральным показателем гуморального звена неспецифической резистентности. Поэтому анализ полученных данных показателей гуморальной защиты даёт возможность предположить, что использование кормовой добавки «Гумовет» в отдельности и в комбинации с аскорбиновой или с янтарной кислотой в рационе сухостойных коров и новорожденных телят способствует повышению неспецифических факторов защиты телят.

Незрелость иммунной системы новорожденных телят находит своё отражение в составе периферической крови и показателях лабораторных исследований, характеризующих естественную резистентность. В целом состояние иммунитета телят раннего возраста можно охарактеризовать как функциональный иммунодефицит, выражющийся в относительно низкой продукции факторов гуморального и клеточного звеньев защиты. В ходе опыта выявлено, что показатели естественной резистентности (БАСК, ЛАСК, ФАНК) телят контрольной и опытных групп в месячном возрасте не имели достоверных отличий.

Применение кормовой добавки «Гумовет» в комбинации с аскорбиновой и янтарной кислотой сухостойным коровам и полученным от них телятам в течение 10 дней оказалось небольшое влияние на показатели, характеризующие неспецифические факторы защиты. Возможно, это связано с физиологическими особенностями новорожденных телят и небольшой продолжительностью опыта.

При проведении биохимического исследования сыворотки крови телят установлено, что уровень общего белка и количество альбумина и глобулинов за период опыта изменились достоверно. Так, если концентрация общего белка в сыворотке крови телят контрольной группы увеличилась на 12,4 % ($P<0,01$), то в опытных группах соответственно на 21,9 % ($P<0,001$), на 24,5 % ($P<0,001$), на 33,6 % ($P<0,001$), по сравнению с исходным уровнем. Более высокое повышение содержания общего белка у телят опытных групп мы связываем с активизацией белкового обмена. Среди белковых фракций отмечено возрастание уровня глобулинов в плазме крови опытных животных на 4,4–5,5 % ($P<0,001$) и снижение доли альбуминов. Как известно, определение БАСК является показателем активности фагоцитоза (нейтрофилов и моноцитов), также этот показатель определяет антимикробные свойства крови и общее состояние иммунной системы. Поэтому выявленные особенности иммунобиохимического статуса крови телят в первый месяц после рождения характеризуют становление и развитие функциональной активности органов и систем организма. Одновременно с активизацией обмена веществ происходит становление морфологического состава крови и формирование естественной резистентности телят.

Вывод. Включение в рацион кормления сухостойных коров добавки гуминовых веществ не повлияло значительно на клинико-физиологическое состояние телят в ранний постнатальный период. В результате проведённого исследования установлено, что применение препарата «Гумовет» в отдельности и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами новорожденным телятам способствует активизации обмена белка, изменению концентрации альбумина и глобулинов, формированию более адаптивного иммунного ответа в период становления иммунной системы. Эффект действия иммуностимулирующих биологически активных веществ кормовой добавки, по нашему мнению, начал проявляться у новорожденных телят по истечении примерно четырех недель. Более лучшие значения показателей бактерицидной и фагоцитарной активности получены в группе телят, получавших «Гумовет» с янтарной кислотой. При использовании телятам средств природного происхождения, таких как гуминовые вещества, повышающих естественную резистентность, следует учитывать механизмы их действия и особенности физиологии организма животных в ранний постнатальный период.

Список используемой литературы

1. Абонеева Е.Е. Гуморальные факторы иммунитета телят от коров с разным генотипом каппа-казеина. / Е.Е. Абонеева. – Текст: непосредственный. // Сб. науч. тр. Ставропольского науч.-исслед. ин-та животноводства и кормопроизводства. – 2009. – Т. 1. – № 1–1. – С. 68–70.
2. Скопичев В.Г. Физиолого-биохимические основы резистентности животных / В.Г. Скопичев, Н.Н. Максимюк. – СПб.: Лань, 2009. – 352 с. – Текст: непосредственный.
3. Жаров А.В. Роль иммунодефицитов в патологии животных. / А.В. Жаров. – Текст: непосредственный. // Ветеринарная патология. – 2003. – № 3. – С. 7–12.
4. Писаренко Н.А. Молозиво, его состав, свойства и значение для новорожденных телят: методическое пособие. / Н.А. Писаренко. – Ставрополь, 2004. – 19 с. – Текст: непосредственный.
5. Эленшлегер А.А. Динамика гамма-глобулинов сыворотки крови телят в первые три дня жизни в зависимости от уровня иммуноглобулинов молозива коров-матерей. / А.А. Эленшлегер, Д.А. Акимов. – Текст: непосредственный. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 7 (117). – С. 122–126.
6. Масюк Д.Н. Влияние состава молозива коров на формирование иммунной реактивности телят. / Д.Н. Масюк. – Воронеж, 1997. – 397 с. – Текст: непосредственный.
7. Корякина Л.П. Показатели естественной резистентности и физиолого-биохимический статус крови у новорожденных телят. / Л.П. Корякина, Н.И. Борисов – Текст: непосредственный. // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2015. – № 5(49). – С. 23–30.
8. Самбуров Н.В. Повышение биологических свойств молозива. / Н.В. Самбуров. – Текст: непосредственный. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 2 (2). – С. 28–29.

9. Смирнов Н.Г. Влияние применения добавки гуминовых веществ в сочетании с органическими кислотами на гематологический статус коров. / Н.Г. Смирнов, Ф.Г. Гизатуллина. – Текст: непосредственный. // АПК России. – 2024. – Т. 31. – № 5. – С. 743–749.
10. Фролкин А.И. Влияние кормовых добавок на основе гуминовых кислот на продуктивные показатели крупного рогатого скота: специальность 06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук; Самарский государственный аграрный университет. / Фролкин Андрей Иванович. – Самара, 2021. 24 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Aboneeva E.E. Gumoral'ny'e faktory' imuniteta telyat ot korov s razny'm genotipom kappa-kazeina. / E.E. Aboneeva. – Tekst: neposredstvenny'j. // Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo nauch.-issled. in-ta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. – 2009. – T. 1. – № 1–1. – S. 68–70.
2. Skopichev V.G. Fiziologo-bioximicheskie osnovy' rezistentnosti zhivotny'x / V.G. Skopichev, N.N. Maksimyuk. – SPb.: Lan', 2009. – 352 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
3. Zharov A.V. Rol' immunodeficitov v patologii zhivotny'x. / A.V. Zharov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Veterinarnaya patologiya. – 2003. – № 3. – S. 7–12.
4. Pisarenko N.A. Molozivo, ego sostav, svojstva i znachenie dlya novorozhdenny'x telyat: metodicheskoe posobie. / N.A. Pisarenko. – Stavropol', 2004. – 19 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
5. E'lenshleger A.A. Dinamika gamma-globulinov sy'vorotki krovi telyat v pervy'e tri dnya zhizni v zavisimosti ot urovnya immunoglobulinov moloziva korov-materej. / A.A. E'lenshleger, D.A. Akimov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 7 (117). – S. 122–126.
6. Masyuk D.N. Vliyanie sostava moloziva korov na formirovanie immunnoj reaktivnosti telyat. / D.N. Masyuk. – Voronezh, 1997. – 397 s. – Tekst: neposredstvenny'j.
7. Koryakina L.P. Pokazateli estestvennoj rezistentnosti i fiziologo-bioximicheskij status krovi u novorozhdenny'x telyat. / L.P. Koryakina, N.I. Borisov – Tekst: neposredstvenny'j. // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. – 2015. – № 5(49). – S. 23–30.
8. Samburov N.V. Povy'shenie biologicheskix svojstv moloziva. / N.V. Samburov. – Tekst: neposredstvenny'j. // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2008. – № 2 (2). – S. 28–29.
9. Smirnov N.G. Vliyanie primeneniya dobavki guminovy'x veshhestv v sochetanii s organiceskimi kislotami na gematologicheskij status korov. / N.G. Smirnov, F.G. Gizatullina. – Tekst: neposredstvenny'j. // APK Rossii. – 2024. – Т. 31. – № 5. – С. 743–749.
10. Frolkin A.I. Vliyanie kormovy'x dobavok na osnove guminovy'x kislot na produktivny'e pokazateli krupnogo rogatogo skota: special'nost' 06.02.10 – chastnaya zootexniya, texnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skoxozyajstvenny'x nauk; Samarskij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet. / Frolkin Andrej Ivanovich. – Samara, 2021. 24 s. – Tekst: neposredstvenny'j.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ДИЕТ-ЗАВИСИМОЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ЭНТЕРОПАТИИ У СОБАК И КОШЕК ЗА ДВУХЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Нигова Е.А., Ветеринарный Госпиталь Skolkovo Vet

Диет-зависимая хроническая энтеропатия является одним из наиболее распространенных заболеваний пищеварительной системы у собак и кошек. Недостаточная информированность ветеринарных врачей об инцидентности заболевания среди собак и кошек может приводить к недостаточному качеству оказания помощи пациентам с хроническими симптомами, удлиняя время постановки правильного диагноза и начала специфической терапии. В работе приведены данные об инцидентности заболевания среди пациентов, обращавшихся для подбора или коррекции рационов, в Ветеринарный Госпиталь Skolkovo Vet за период с 1 января 2023 года по 31 декабря 2024 года. Оценивали жалобы, анамнез, результаты УЗ-диагностики и лабораторных тестов; из анализа исключали пациентов с внекишечными причинами симптомов и с острым началом без признаков хронических изменений кишечника. Животным с подозрением на диет-зависимую форму рекомендовали элиминационную диету как первичный диагностический шаг. Всего за двухлетний период зарегистрировано 1035 обращений владельцев по вопросам рациона (813 собак и 222 кошки); среди первичных приемов – 721 собака и 192 кошки. Хронические нарушения функции пищеварения отмечены у 395 собак (55 %) и 114 кошек (59 %). В группу вероятной диет-зависимой ХЭ отнесены 307 собак и 70 кошек, что составило 78 % и 61 % среди животных с хроническими ЖКТ-симптомами соответственно. На основании анализа данных сделан вывод о высокой частоте встречаемости хронической энтеропатии: более половины всех обращений у пациентов с симптомами расстройства пищеварительной системы. Полученные результаты предполагают необходимость уделять больше внимания диетологическим инструментам диагностики и возможной терапии у животных с хроническими симптомами.

Ключевые слова: собаки, кошки, хроническая энтеропатия, ХЭ, ХВЭ, диет-зависимая хроническая энтеропатия, частота обращений, инцидентность.

Для цитирования: Нигова Е.А. Эпидемиологические аспекты распространенности предполагаемой диет-зависимой хронической энтеропатии у собак и кошек за двухлетний период // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. №4 (53). С. 46–51.

Актуальность. Хроническая энтеропатия (ХЭ) или хроническая воспалительная энтеропатия (ХВЭ) – одна из наиболее сложных и одновременно распространенных патологий пищеварительной системы у собак и кошек. Особую трудность в практической работе врача представляет то, что заболевания данной группы могут иметь разнообразные причины при одинаковых симптомах и результатах инструментальных исследований (УЗ-диагностики), плохо поддающихся определению, и в связи с этим классифицируются по клиническим признакам и ответу на лечение. В настоящее время выделяют три основных подтипа ХЭ: диет-зависимая энтеропатия (отвечающая на коррекцию рациона), стероид-зависимая энтеропатия (отвечающая на иммуносупрессивную терапию) и устойчивая или нечувствительная к лечению энтеропатия (не дающая улучшения ни на одну форму терапии). В ряде случаев в отдельную категорию выделяют энтеропатию, отвечающую на коррекцию микробиома, ранее выделялся подтип антибиотик-зависимой энтеропатии. Наиболее распространенной считается диет-зависимая энтеропатия [1]. Однако вопросы диагностики, классификации,

Ветеринария и зоотехния

клинического подхода и эпидемиологической обстановки в отношении группы ХЭ остаются недостаточно изученными.

Хроническая энтеропатия – это собирательный термин, описывающий синдром хронического воспаления тонкого кишечника, используемый при исключении подтверждаемых исследованиями других причин развития заболевания [2]. ХЭ характеризуется постоянными (3 недели и более) или повторяющимися неспецифическими симптомами нарушения работы пищеварительного тракта, такими как диарея, рвота, гипорексия, потеря массы тела, в некоторых случаях единственными симптомами могут быть флатуленция или абдоминальная боль [3]. Диагноз «хроническая энтеропатия» ставится после исключения других заболеваний, вызывающих хронические симптомы, таких как инфекции и инвазии, внекишечные причины (например, связанные с патологией гепатобилиарной системы) и некоторые кишечные, например, наличие инородного тела в пищеварительной системе, обструкции, неопластические заболевания. Использование диагноза «воспалительное заболевание кишечника» (ВЗК), по аналогии с гуманной медициной, предполагает обязательное получение результатов гистологического заключения с описанием воспаления кишечника. Однако в практике ветеринарного врача первичная диагностика включает сбор анамнеза, осмотр, результаты ультразвукового исследования пищеварительной системы с подробным описанием отделов кишечника, общий и биохимический анализ крови, что позволяет определить наличие воспаления в кишечнике и исключить ряд других причин рвоты или диареи [4]. Также спектр исследований может быть расширен [5]. Своевременное начало диетической пробы для пациентов с подобными симптомами может быть предпочтительной тактикой врача [6], позволяющей улучшить качество жизни, обеспечить длительную ремиссию и снизить использование нежелательной симптоматической терапии (такой, как нерациональное применение антибиотиков).

Информация о распространенности у собак и особенно у кошек хронической энтеропатии ограничена. Пациенты с ХЭ могут демонстрировать как хронические рвоту или диарею, продолжающиеся более 3 недель, так и повторяющиеся симптомы, что дополнительно осложняет диагностику. Необходимо учитывать, что среди симптомов отмечаются как сочетание рвоты и диареи, так и хроническая диарея без рвоты, или рвота при сохранности адекватной дефекации [7]. Рецидивирующий тип ХЭ может восприниматься владельцем и врачом как разовые острые эпизоды, когда симптомы продолжаются несколько дней, могут купироваться самостоятельно или на фоне приема сорбентов, особенно в ситуациях, когда владельцы обращались в разные клиники. Данная особенность может привести к недооценке степени распространенности патологии среди пациентов ветеринарных клиник. Согласно отдельным публикациям опросов и обработке статистических данных по ряду стран, распространность заболеваний пищеварительной системы оценивается как 10–15 % (для собак), из них не менее 1–2 % составляют ХЭ [8]. По территории Российской Федерации сбор информации затруднен, отдельные авторы предполагают, что встречаемость заболевания достигает 76–84 % (вероятно, речь все же идет о частоте ХЭ как причины симптомов расстройства пищеварительной системы) [9]. В литературе не удалось обнаружить информацию о частоте встречаемости диет-зависимых энтеропатий. Для кошек рассматриваются только отдельные клинические случаи эффективности диетотерапии [10]. Первичный сбор данных среди животных с заболеваниями осложнен отсутствием доступной сертифицированной программы по ведению амбулаторных карт.

Исходя из этого, **целью** настоящего исследования была предварительная оценка инцидентности диет-зависимого типа ХЭ у пациентов с симптомами хронического нарушения функции пищеварения, обратившихся для разработки или подбора готового рациона.

Материалы и методы исследования. Для оценки распространенности заболевания ХЭ у собак и кошек проведено нерандомизированное исследование пациентов с симптомами хронических заболеваний пищеварительной системы, обратившихся на первый диетологический прием в период с 1 января 2023 года по 31 декабря 2024 года.

Исследование проводилось на базе Ветеринарного Госпиталя Skolkovo Vet на основании комплексной оценки отчетов ветеринарного врача, специализирующегося в области диетологии.

Результаты исследования. За двухлетний период наблюдения с целью коррекции рациона было зарегистрировано всего 1035 обращений владельцев, из них 813 с собаками и 222 с кошками. Распределение по видам животных и по типу приема приведено на рисунке 1.

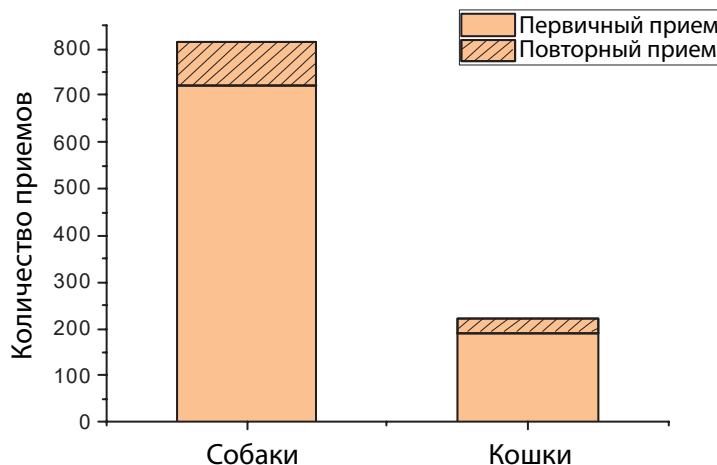


Рисунок 1 – Частота обращений владельцев животных в Ветеринарный Госпиталь Skolkovo Vet в период 2023–2024 гг. с целью коррекции рациона

Среди пациентов можно выделить группу клинически здоровых животных, обращение владельцев которых было связано с желанием получить ответы на вопросы или скорректировать домашний рацион; группу пациентов с жалобами на различные симптомы со стороны нарушения функции пищеварительной системы (рвота, диарея, флатуленция, гипорексия, абдоминальная боль, пикацизм и копрофагия) и группу пациентов с жалобами на другие состояния (например, зуд, ожирение, сахарный диабет, хроническая болезнь почек у кошек и другие заболевания) (табл. 1).

Таблица 1 – Причины обращения владельцев животных за консультативной помощью по вопросам диетотерапии

Вид животного	Всего первичных обращений	Клинически здоров	Симптомы расстройств пищеварительной системы	Другие жалобы
Собаки	721	108	395	218
Кошки	192	24	114	54

Для большинства пациентов отмечалось сочетание симптомов заболеваний нескольких разных систем организма, в частности, сочетание хронической диареи и кожного зуда или рецидивирующего отита, у кошек – признаки хронической болезни почек. В данном исследовании были учтены все пациенты, имеющие одну или несколько жалоб, подходящих под параметры ХЭ, вне зависимости от наличия или отсутствия у них других симптомов. Наглядно распространенность симптомов с хроническими нарушениями функции пищеварительной системы можно оценить на рисунке 2.

Для частных ветеринарных клиник отмечалось традиционное превалирование собак на приеме врача, однако распределение инцидентности симптомов для различных систем организма и здоровых животных, с учетом обращений для коррекции рациона, схожи для обоих видов. Обращения с жалобами на различные симптомы расстройства функций пищеварительной системы суммарно составили 55 % для собак и 59 % для кошек.

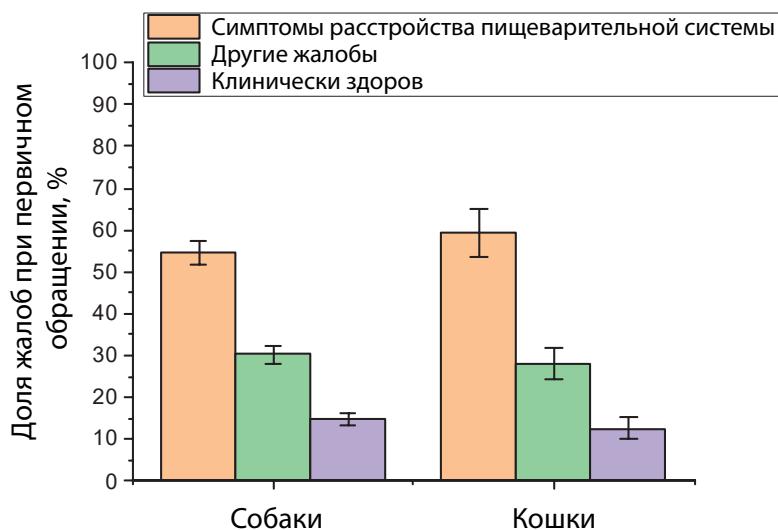


Рисунок 2 – Частота встречаемости первичных жалоб владельцев собак и кошек

Для дальнейшей работы по результатам обработки данных анамнеза и исследований были исключены животные, у которых симптомы были связаны с внекишечными заболеваниями или имеющими достоверно острое развитие болезни без признаков ХЭ по результатам УЗ-диагностики (или в отсутствие возможности ее проведения). Эти пациенты определены в группу предположительной диет-зависимой ХЭ для первичной диагностики, заключающейся в проведении элиминационной диеты [2, 3, 4]. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Инцидентность пациентов с симптомами ХЭ, которым рекомендовано проведение диагностики диет-зависимого типа ХЭ относительно прочих с расстройствами пищеварительной системы

Вид животного	Пациенты с симптомами расстройства пищеварительной системы	Пациенты с хроническими симптомами, предположительно с диет-зависимой ХЭ
Собаки	395	307
Кошки	114	70

Инцидентность ХЭ среди всех животных с хроническими нарушениями функции пищеварительной системы составила 78 % для собак и 61 % для кошек. Исходя из полученных нами данных, можно предположить наличие видовых отличий распространенности патологии (рис. 3). Однако для окончательных выводов требуется продолжение исследований.

Как для собак, так и для кошек продемонстрирована очень высокая инцидентность ХЭ. Пациенты, обратившиеся на повторный прием в оцениваемый период, демонстрировали схожую частоту встречаемости патологии у собак (76 %) и более низкую для кошек (47 %), что может быть объяснено сложным характером протекания хронических патологий, поэтому из данного исследования эти цифры были исключены.

Заключение. Хроническая энтеропатия является многофакторным заболеванием, полное представление о патогенезе которого только начинает формироваться. Хроническая рвота и диарея часто воспринимаются владельцем как разовое расстройство из-за какого-либо нарушения диеты или по другим внешним причинам, что в основном приводит к обращению для разработки индиви-

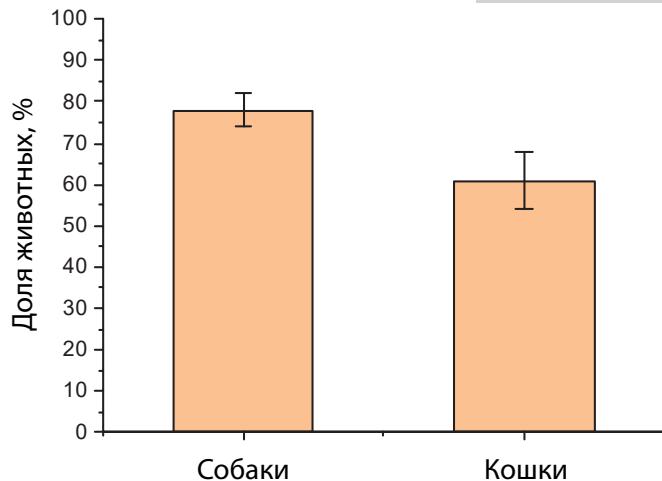


Рисунок 3 – Инцидентность животных с подозрением на диет-зависимую ХЭ среди всех пациентов с расстройствами пищеварительной системы

дуального рациона ветеринарным врачом. Сбор и обработка данных об эпидемиологической значимости заболевания ХЭ среди собак и кошек – один из первых шагов на пути к увеличению информированности врача и пониманию механизмов развития патологии.

Таким образом, полученные результаты исследования продемонстрировали большое количество пациентов с жалобами на расстройство функции пищеварительной системы, которым необходимо проведение комплексной диагностики и терапии диет-зависимого типа ХЭ.

Список используемой литературы

1. Lienden M. Multimodal Treatment Approach to Dogs With Chronic Diarrhea and the Role of the Microbiome. / M. van Lienden, J. Suchodolski, F. Procoli. – Text: electronic. // URL: <https://todaysveterinarypractice.com/gastroenterology/multimodal-treatment-approach-to-dogs-with-chronic-diarrhea-and-the-role-of-the-microbiome/#:~:text=Most%20cases%20are%20food-responsive,to%20achieve%20complete%20clinical%20remission. &text=A%20thorough%20diet%20history%2C%20inclusive,dog%20with%20chronic%20inflammatory%20enteropathy> (дата обращения: 09.08.2025).
2. Small Animal Gastroenterology. Second, revised and expanded edition. / Romy M. Heilmann, Jonathan A. Lidbury, Jörg M. Steiner [eds.]. – Schluetersche: E-Book, 2024. – 536 p. – Text: direct.
3. Холл Э. Гастроэнтерология собак и кошек. Пер. с англ. / Э. Холл, Дж. Симпсон, Д. Уильямс Г. – М.: Аквариум Принт, 2010. – С. 233–234. – Текст: непосредственный.
4. Гильдиков Д.И. Практическое руководство по ветеринарной гастроэнтерологии мелких домашних животных. Клиническая диагностика. / Д.И. Гильдиков, Е.И. Петракова, Д.А. Федотова [и др.]. – М.: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, 2023. – 56 с. – Текст: непосредственный.
5. Marsilio S. Хроническая энтеропатия у кошек. // S. Marsilio; пер. с англ. – Текст: непосредственный. // Ветеринарный Петербург. – 2022. – №3–4. – С. 9–13. <https://doi.org/10.1111/j.sap.13332>.
6. Rodrigues Sofia D. Association of Diet With Treatment Response in Dogs With Chronic Enteropathy: A Retrospective Multicenter Study. / Sofia D. Rodrigues, Beatriz Mendoza, Maria J. Dias [et al.]. – Text: direct. // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2025. – V. 39. – Is. 3s. <https://doi.org/10.1111/jvim.70071>.
7. Furukawa R. Clinical characteristics of dogs presenting with vomiting as a gastrointestinal sign of chronic enteropathy / R. Furukawa, K. Takahashi, Y. Hara [et al.]. – Text: direct. // Veterinary and Animal Science. – 2022. – V. 17. – P. 100255. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100255>.
8. Rodolphe J. Chronic Enteropathy In Canines: Prevalence, Impact And Management Strategies. / J. Rodolphe, S. Dandrieux, C.S. Mansfield. – Text: direct. // Veterinary Medicine: Research and Reports. – 2019. – V. 10. – P. 203–214. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S162774>.

9. Филиппов Ю.И. Сбалансированное диетическое кормление при лечении энтеропатий у мелких домашних животных. // Ю.И. Филиппов, С.В. Позябин, В.В. Белогуров, А.А. Андриенко. – Текст: непосредственный. // VetPharma. – 2014. – № 2. – С. 42–44.
10. Гончарова А.В. Эффективность диеты при хронических патологиях пищеварительной системы у кошек. /А. В. Гончарова, В. А. Костылев, В. А. Бычкова. – Текст: непосредственный. // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 1. – С. 62–65. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2024.1.62>.

References

1. Lienden M. Multimodal Treatment Approach to Dogs With Chronic Diarrhea and the Role of the Microbiome. / M. van Lienden, J. Suchodolski, F. Procoli. – Text: electronic. // URL: <https://todaysveterinarypractice.com/gastroenterology/multimodal-treatment-approach-to-dogs-with-chronic-diarrhea-and-the-role-of-the-microbiome/#:~:text=Most%20cases%20are%20food-responsive,to%20achieve%20complete%20clinical%20remission.&text=A%20thorough%20diet%20history%2C%20inclusive,dog%20with%20chronic%20inflammatory%20enteropathy> (дата обращения: 09.08.2025).
2. Small Animal Gastroenterology. Second, revised and expanded edition. / Romy M. Heilmann, Jonathan A. Lidbury, Jörg M. Steiner [eds.]. – Schlätersche: E-Book, 2024. – 536 p. – Text: direct.
3. Xoll E'. Gastroenterologiya sobak i koshek. Per. s angl. / E'. Xoll, Dzh. Simpson, D. Uil'yams G. – M.: Akvarium Print, 2010. – S. 233–234. – Tekst: neposredstvennyj.
4. Gil'dikov D.I. Prakticheskoe rukovodstvo po veterinarnoj gastroenterologii melkix domashnix zhivotnyx. Klinicheskaya diagnostika. / D.I. Gil'dikov, E.I. Petrakova, D.A. Fedotova [i dr.]. – M.: FGBOU VO MGAV-MiB – MVA imeni K. I. Skryabina, 2023. – 56 s. – Tekst: neposredstvennyj.
5. Marsilio S. Хроническая энтеропатия у кошек. // S. Marsilio; пер. с англ. – Текст: непосредственный. // Ветеринарный Петербург. – 2022. – №3–4. – С. 9–13. <https://doi.org/10.1111/j.sap.13332>.
6. Rodrigues Sofia D. Association of Diet With Treatment Response in Dogs With Chronic Enteropathy: A Retrospective Multicenter Study. / Sofia D. Rodrigues, Beatriz Mendoza, Maria J. Dias [et al.]. – Text: direct. // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2025. – V. 39. – Is. 3s. <https://doi.org/10.1111/jvim.70071>.
7. Furukawa R. Clinical characteristics of dogs presenting with vomiting as a gastrointestinal sign of chronic enteropathy / R. Furukawa, K. Takahashi, Y. Hara [et al.]. – Text: direct. // Veterinary and Animal Science. – 2022. – V. 17. – P. 100255. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100255>.
8. Rodolphe J. Chronic Enteropathy In Canines: Prevalence, Impact And Management Strategies. / J. Rodolphe, S. Dandrieux, C.S. Mansfield. – Text: direct. // Veterinary Medicine: Research and Reports. – 2019. – V. 10. – P. 203–214. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S162774>.
9. Filippov Yu.I. Sbalansirovannoe dieticheskoe kormlenie pri lechenii enteropatij u melkix domashnix zhivotnyx. // Yu.I. Filippov, S.V. Pozyabin, V.V. Beloguров, A.A. Andrienko. – Tekst: neposredstvennyj. // VetPharma. – 2014. – № 2. – С. 42–44.
10. Goncharova A.V. E'ffektivnost' diety pri xronicheskix patologiyax pishhevaritel'noj sistemy u koshek. /A. V. Goncharova, V. A. Kosty'lev, V. A. By'chkova. – Tekst: neposredstvennyj. // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 1. – С. 62–65. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2024.1.62>.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ КОРМОВ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ НАТРИЯ В РАЦИОНАХ ПЕРЕПЕЛОК-НЕСУШЕК

Скворцова Л.Н., ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

Чурсина Н.С., ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Для изучения влияния уровней натрия на эффективность использования аминокислот из кормов рациона и качество перепелиных яиц было проведено три параллельных научно-хозяйственных опыта. Исследования проводили на базе ИП КФХ «Солдатова В. В.», испытательной лаборатории ООО «Премикс» Краснодарского края. Согласно схеме опытов, птица контрольной группы потребляла комбикорма с уровнем натрия 0,5 %. Перепелкам-несушкам опытных групп скармливали комбикорма с уровнем натрия 0,4 %, 0,3 % и 0,2 %, соответственно. Группы формировали методом пар-аналогов из клинически здоровой птицы, в каждой группе было по 36 голов. Анализ химического состава кормов, помета и перепелиных яиц показал, что снижение уровня натрия в рационах перепелок-несушек не оказывает негативного влияния на использование птицей заменимых и незаменимых аминокислот кормов, их содержание в белке и желтке яиц. При этом снижение уровня натрия в рационах перепелок-несушек с 0,5 % в контрольной группе до 0,2 % в опытных группах оказывает определенное влияние на усвоение питательных веществ рационов и качественные показатели перепелиных яиц. Более эффективным является скармливание птице рационов с уровнем натрия 0,4 % при уровне DEB 355,2 мЭкв/кг. При этом в качестве источников натрия в состав комбикормов целесообразно включать сульфат натрия безводный (с массовой долей натрия 31,94 %, сульфата – 61,00 %) и соду пищевую (с массовой долей натрия 30,97%) в дозе 0,28 %, хлорид натрия (с массовой долей натрия 41,10 %, хлоридов – 59,08 %) в дозе – 0,18 %.

Ключевые слова: перепелки-несушки, кормление, уровень натрия, аминокислоты, перепелиные яйца.

Для цитирования: Скворцова И.В., Чурсина Н.С. Эффективность использования аминокислот кормов и качественные показатели перепелиных яиц при разном уровне натрия в рационах перепелок-несушек // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4(53). С. 52–61.

Введение. Во избежание различных обменных нарушений у взрослой продуктивной птицы необходимо учитывать баланс электролитов при составлении рецептов комбикормов. В условиях нарушения электролитного баланса расход белка и энергии на синтез мышечных тканей увеличивается [1–6].

В практике иностранных специалистов, для того чтобы избежать избытка хлоридов и оптимизировать соотношение натрия и хлора в качестве источников натрия, одновременно применяют поваренную соль и пищевую соду. Однако необходимо учитывать, что при вводе в комбикорм пищевой соды повышается его кислотосвязывающая способность (КСС), так как сода нейтрализует соляную кислоту в желудочно-кишечном тракте птицы, и усвоение питательных веществ снижается. В экспериментальной работе Т.М. Околеловой с соавторами установлены ограничения по КСС корма для цыплят: 10 мЭкв – для возраста до 10 дней и 10–20 мЭкв – для более старшего возраста [7].

Противники введения в комбикорм бикарбоната натрия предлагают для снижения уровня хлоридов и увеличения содержания натрия использовать вместе с поваренной солью природный сульфат

Ветеринария и зоотехния

натрия. Являясь нейтральной солью, он не повышает КСС, а группа SO_4 служит дополнительным источником окисленной серы, которая необходима организму птицы. Так, по данным С. Молоскина [8], добавка 0,1 % сульфата натрия в финишные корма для бройлеров на фоне включения в них 5 % жира привела к снижению конверсии корма с 2,18 до 2,00.

В опытах И.А. Егорова [9] лучшие показатели продуктивности бройлеров были получены на рационах, содержащих 0,2 % сульфата натрия.

Также в исследовании Т.М. Околеловой и А. Ларионова полная замена поваренной соли на соду и сульфат натрия не привела к значительному повышению скорости роста цыплят-бройлеров. Нежелательно использовать поваренную соль в качестве единственного источника натрия. Однако и при использовании соды в качестве единственного источника натрия затраты корма на 1 кг прироста повысились на 3,68 % по сравнению с контрольной группой, получавшей поваренную соль [10].

Как показал краткий анализ приведенных выше литературных данных, исследователи изучали эффективность использования разных источников натрия на организм цыплят-бройлеров, молодняка и взрослого поголовья кур. Однако определение влияния скармливания перепелкам-несушкам современных яичных пород разных уровней натрия на их обмен веществ требует уточнения.

Цель исследований – изучить эффективность использования аминокислот кормов и качественные показатели перепелиных яиц при скармливании перепелкам-несушкам рационов с разным уровнем натрия.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в ИП КФХ «Солдатова В.В.», испытательной лаборатории ООО «Премикс» Краснодарского края на перепелках-несушках породы Японский перепел. Было проведено три параллельных научно-хозяйственных опыта в зимне-летний период. Для изучения влияния уровней натрия на эффективность использования аминокислот из кормов рациона и качество перепелиных яиц на опыты было поставлено 864 головы (по 36 голов в каждой группе). Схема опытов на перепелках-несушках приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опытов на перепелках-несушках

Группа	Характеристика кормления
Контрольная	ПК, источник натрия – NaCl , NaHCO_3 , Na_2SO_4 ($\text{Na} – 0,5\%$; DEB – 397,4 мЭкв/кг)
1-я опытная	ПК, источник натрия – NaCl , NaHCO_3 , Na_2SO_4 ($\text{Na} – 0,4\%$; DEB – 355,2 мЭкв/кг)
2-я опытная	ПК, источник натрия – NaCl , NaHCO_3 , Na_2SO_4 ($\text{Na} – 0,3\%$; DEB – 311,4 мЭкв/кг)
3-я опытная	ПК, источник натрия – NaCl ($\text{Na} – 0,2\%$; DEB – 270,9 мЭкв/кг)

Анализ химического состава кормов, помета и перепелиных яиц проводили в испытательной лаборатории ООО «Премикс» Тимашевского района Краснодарского края.

Химический состав кормов и помета, перепелиных яиц (отобранных в конце научно-хозяйственного опыта) определяли общепринятыми методами зоотехнического анализа (согласно ГОСТ Р 52337-2005 «Корма, комбикорма, кормовое сырье»).

Аминокислотный состав кормов, помета, белка и желтка перепелиных яиц определяли по ГОСТ 9225-68 на аминокислотном анализаторе.

Результаты исследований. Согласно нормам, уровень натрия для перепелок составляет 0,5 % к массе комбикорма [1]. Исходя из этого, комбикорма контрольной группы были сбалансированы таким образом, чтобы сохранять данный уровень натрия.

При балансировании рационов (таблица 2 и 3) для перепелок-несушек в качестве источников натрия использовали (в веществе с натуральной влажностью): пищевую соду (с массовой долей натрия 30,97 %), поваренную соль (с массовой долей натрия 41,10 %, хлоридов – 59,08 %), сульфат натрия безводный (с массовой долей натрия 31,94 %, сульфата – 61,00 %).

Таблица 2 – Состав комбикормов для перепелок-несушек

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Пшеница, %	40,0	40,0	40,0	40,0
Кукуруза, %	9,12	9,96	9,96	9,96
Шрот соевый (СП 44 %), %	16,0	16,0	16,0	16,0
Шрот рапсовый, %	20,0	20,0	20,0	20,0
Мука рыбная (СП 58 %), %	1,0	1,0	1,0	1,0
Масло соевое, %	4,0	4,0	4,0	4,0
Крупа кормовая ракушечная, %	2,5	2,5	2,5	2,5
Лизинmonoхлоргидрат (98 %), %	0,21	0,21	0,21	0,21
Метионин DL (98,5 %), %	0,1	0,1	0,1	0,1
Монокальцийфосфат, %	1,05	1,05	1,05	1,05
Известняковая мука, %	4,0	4,0	4,0	4,0
Соль поваренная, %	0,18	0,18	0,18	0,18
Сода пищевая, %	0,42	0,28	0,13	–
Сульфат натрия безводный, %	0,42	0,28	0,14	–
Премикс П-1-2, %	1,0	1,0	1,0	1,0

Графически цифровой материал усвояемости аминокислот из кормов рациона перепелками-несушками отображен на рисунках 1 и 2. Результаты проведенных исследований показали, что незаменимые аминокислоты лизин, треонин, изолейцин, фенилаланин и гистидин, заменимые аминокислоты цистин и аспарагиновая кислота лучше усваивались птицей всех опытных групп. При этом лейцин и аргинин усваивались лучше птицей 1-й и 3-й опытных групп, выше контроля на 1,8 % и 1,83 %; 4,01 % и 1,43 %; валин – птицей 1-й опытной группы (выше контроля на 2,14 %).

Заменимые аминокислоты аланин и тирозин лучше усваивались птицей 1-й опытной группы, выше контроля на 0,62 % и 0,65 %. Серин и глутаминовая кислота лучше усваивались птицей 1-й и 3-й опытных групп, выше контроля на 2,25 % и 3,35 %; 1,30 % и 1,92 %. Во 2-й опытной группе усвояемость серина и глутаминовой кислоты была на уровне с контролем.

В 232-дневном возрасте от перепелок-несушек для анализа качественных показателей из каждой группы было отобрано по 20 шт. яиц. В таблице 4 представлено содержание в перепелиных яйцах сухого вещества, а в нем содержание органических и минеральных веществ.

Так, по весу желтка лучшим был показатель в 1-й опытной группе, выше контроля на 0,87 %. Во 2-й опытной группе этот показатель был ниже контроля на 0,12 % и в 3-й опытной группе выше

Ветеринария и зоотехния

Таблица 3 – Питательность комбикормов для перепелок-несушек

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Обменная энергия, ккал/100 г	272,0	273,0	274,0	275,0
Сырой протеин, %	20,99	21,02	21,05	21,07
Сырой жир, %	5,42	5,43	5,44	5,45
Линолевая кислота, %	2,38	2,39	2,39	2,40
Сырая клетчатка, %	4,71	4,72	4,72	4,73
Сырая зола, %	11,93	11,66	11,38	11,12
Лизин, %	1,18	1,18	1,18	1,18
Метионин, %	0,44	0,44	0,44	0,44
Метионин+цистин, %	0,85	0,85	0,85	0,85
Тreonин, %	1,07	1,07	1,07	1,07
Триптофан, %	0,27	0,27	0,27	0,27
Кальций, %	2,81	2,81	2,81	2,81
Фосфор общий, %	0,76	0,77	0,77	0,77
Фосфор усвояемый, %	0,45	0,45	0,45	0,45
Магний, %	0,26	0,26	0,26	0,26
Сера, %	0,26	0,23	0,19	0,16
Калий, %	0,92	0,92	0,92	0,92
Натрий, %	0,5	0,4	0,3	0,2
Хлор, %	0,2	0,2	0,2	0,2
DEB, мЭкв/100	39,74	35,52	31,14	27,09

контроля на 0,84 %. При этом сухого вещества в желтке было больше в образцах 2-й опытной группы, выше контроля на 3,7 %. В 1-й и 3-й опытных группах этот показатель был выше контроля на 0,8 % и 1,3 %, соответственно. Более насыщенными по содержанию сырого жира и сырой золы был желток яиц перепелок 1-й опытной группы (выше контроля на 0,9 % и 0,2 %). В образцах 2-й опытной группы содержание сырого жира было на уровне с контролем, а в 3-й опытной группе – ниже контроля на 2,0 %. По содержанию сырого протеина в желтке лучший результат был в 3-й опытной группе (выше контроля на 1,2 %). В образцах 1-й и 2-й опытных групп этот показатель был выше контроля на 0,93 % и 0,62 %.

Большим вес белка был в 3-й опытной группе, выше контроля на 0,78 %. В 1-й опытной группе этот показатель был выше контроля на 0,46 % и во 2-й опытной группе ниже контроля на 0,38 %. При этом содержание сухого вещества в белке в образцах опытных групп было практически на уровне с контрольным показателем. По содержанию сырого протеина лучший результат был во 2-й опытной группе (выше контроля на 0,63 %). В образцах 1-й и 3-й опытных групп этот показатель был выше контроля на 0,34 % и 0,27 %.

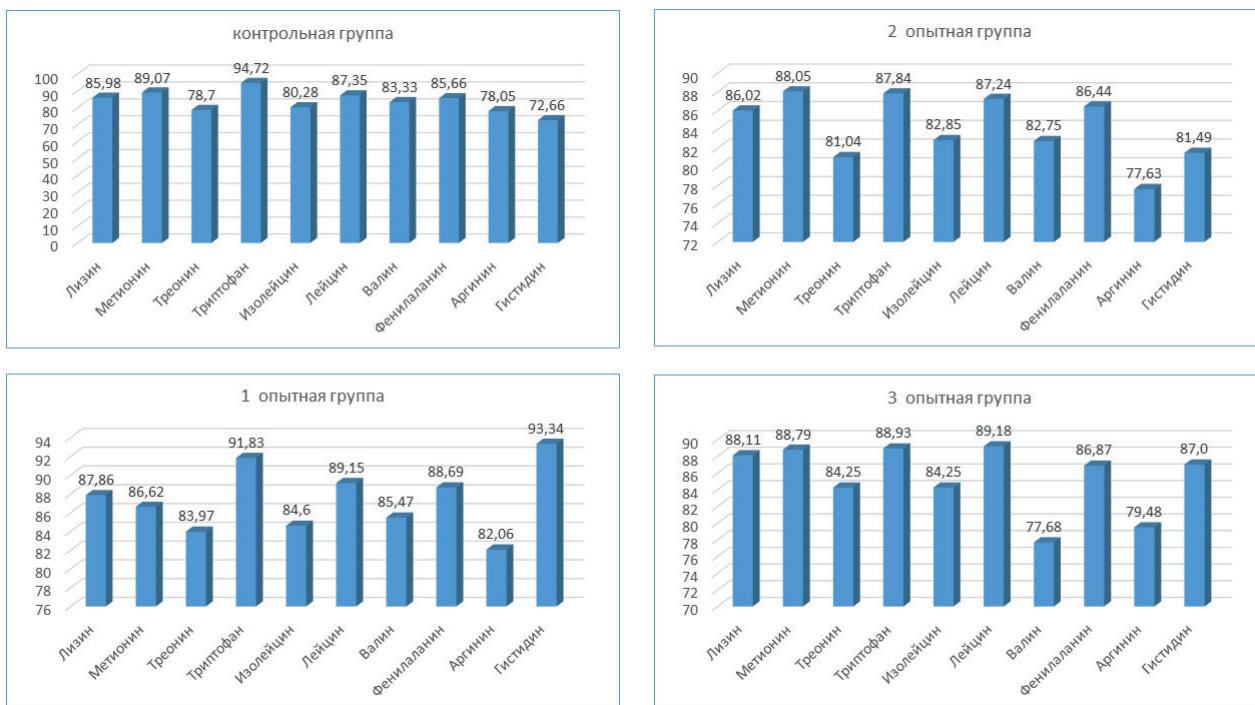


Рисунок 1 – Усвоемость незаменимых аминокислот перепелками-несушками
(% от натурального вещества корма)

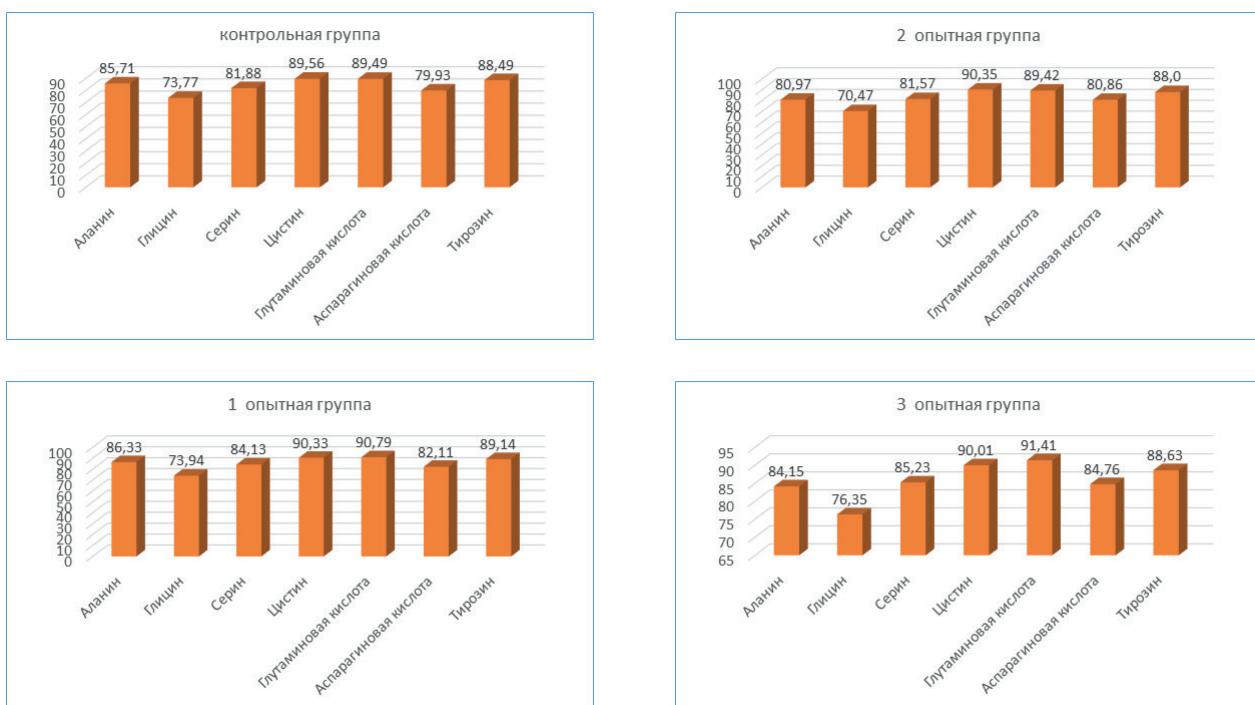


Рисунок 2 – Усвоемость заменимых аминокислот перепелками-несушками
(% от натурального вещества корма)

Ветеринария и зоотехния

Таблица 4 – Качественные показатели перепелиных яиц (n = 20) (в веществе натуральной влажности)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Желток				
Средняя масса желтка, г	4,14	5,01	4,02	4,98
Сухое вещество, %	47,5	48,3	51,2	48,8
Сырой протеин, %	15,35±0,48	16,28±0,51	15,97±0,50	16,55±0,51
Сырой жир, %	32,8±1,4	33,7±1,4	32,8±1,4	30,8±1,4
Сырая зола, %	2,1	2,3	2,1	2,2
Белок				
Средняя масса белка, г	7,23	7,69	6,85	8,01
Сухое вещество, %	13,0	12,9	12,8	13,3
Сырой протеин, %	10,46±0,34	10,80±0,35	11,09±0,36	10,73±0,35
Скорлупа				
Средняя масса скорлупы, г	1,80	1,88	1,91	1,92
Сухое вещество, %	60,0	57,6	58,8	60,5
Сырая зола, %	49,9	46,4	48,8	50,7

Анализируя качественный состав скорлупы, установлено, что скорлупа весила больше в 3-й и 2-й опытных группах, выше контроля на 0,11 % и 0,12 %. Сухого вещества и сырой золы было больше в скорлупе образцов яиц 3-й опытной группы, выше контроля на 0,5 % и 0,8 %. В образцах яиц 1-й и 2-й опытных групп эти показатели были ниже, соответственно, на 2,4 % и 1,2 %; 3,5 % и 1,1 %.

Аминокислотный состав желтка перепелиных яиц графически представлен на рисунках 3 и 4.

Желток перепелиных яиц опытных групп был более насыщен по аминокислотному составу. Так, по содержанию лизина, треонина и аргинина лучший результат был в 1-й и 2-й опытных группах, выше контроля, соответственно, по лизину на 8,2 % и 8,0 %; по треонину – на 38,3 % и 44,6 %; по аргинину – на 30,7 % и 52,6 %. При этом в 3-й опытной группе по этим аминокислотам показатели также были выше контроля, но на 6,4 %; 18,3 % и 25,1 %, соответственно.

Во 2-й опытной группе установлено большее содержание таких аминокислот, как метионина (выше контроля на 20,4 %), валина (выше контроля в 9,8 раза), гистидина (выше контроля 2,4 раза), изолейцина (выше контроля на 43,9 %), лейцина (выше контроля на 42,3 %), фенилаланина (выше контроля на 42,5 %).

В 1-й опытной группе было большее содержание триптофана, выше контроля на 5,4 %. Во 2-й и 3-й опытных группах его содержание было ниже контроля на 2,3 % и 8,9 %.

Содержание заменимых аминокислот также установлено в большем количестве во 2-й опытной группе. Так, содержание цистина было выше контроля в 2 раза, тирозина – на 50,1 %, аланина – на 43,7 %, аспарагиновой кислоты – на 44,1 %, глутаминовой кислоты – на 58,2 % и серина – на 48,2 %. По глицину лучший показатель был в 1-й и 2-й опытных группах, выше контроля на 42,7 % и 40,8 %.

Аминокислотный состав белка перепелиных яиц представлен на рисунках 5 и 6.

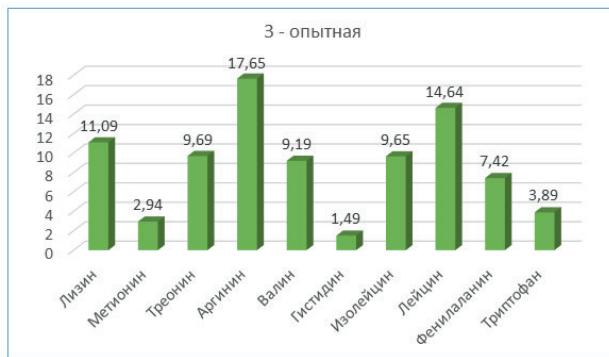
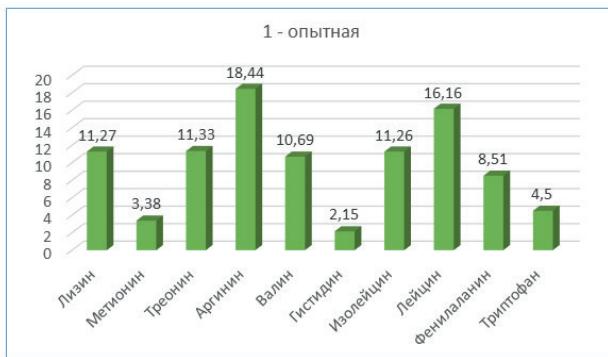
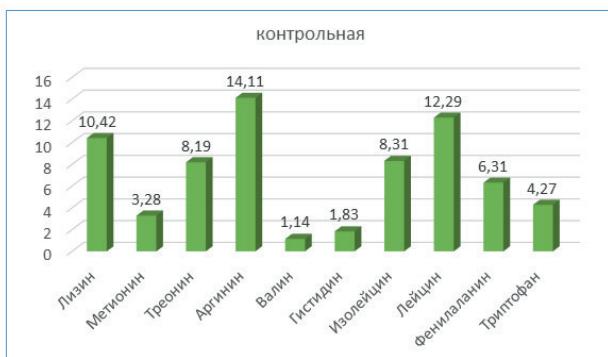


Рисунок 3 – Содержание незаменимых аминокислот в желтке перепелиных яиц, г/кг
(в веществе натуральной влажности)

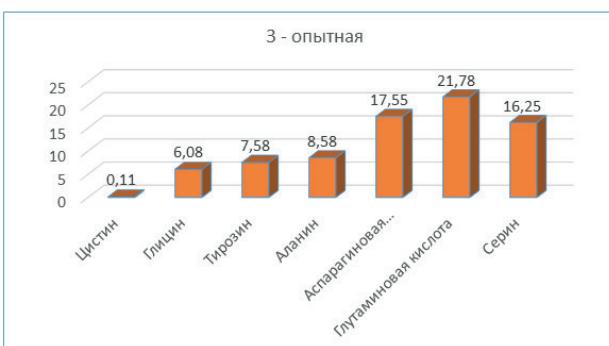
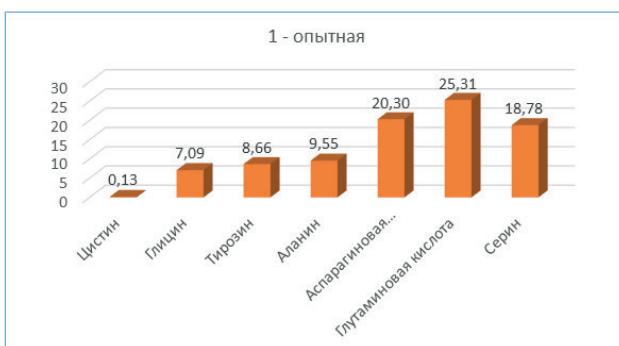
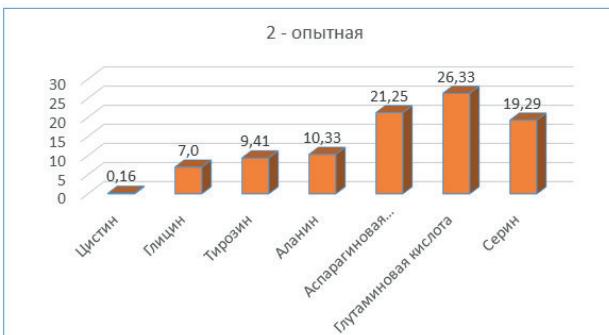
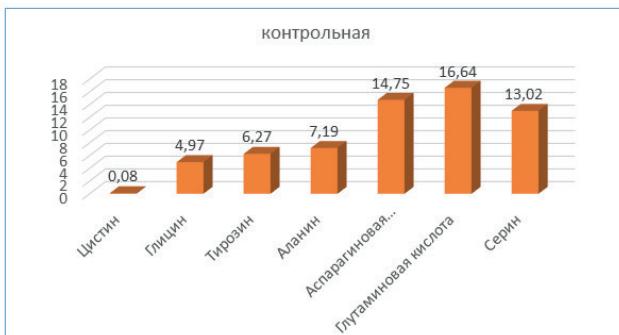


Рисунок 4 – Содержание заменимых аминокислот в желтке перепелиных яиц, г/кг
(в веществе натуральной влажности)

Ветеринария и зоотехния

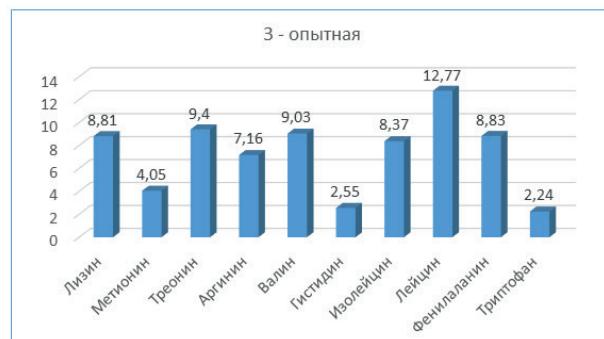
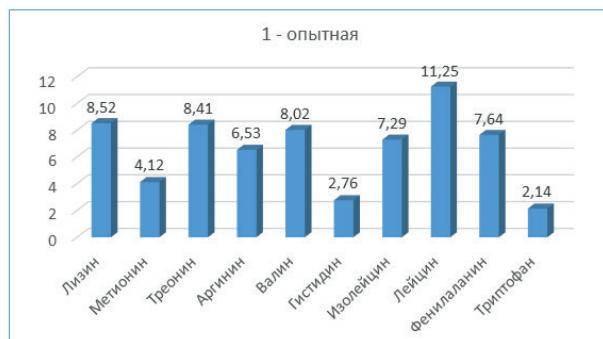
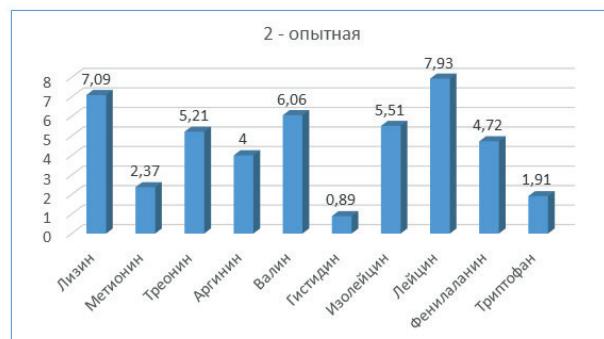
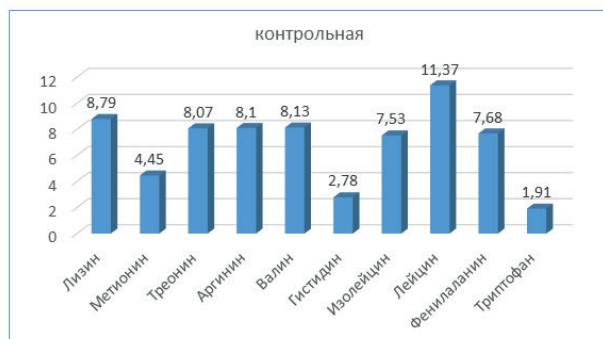


Рисунок 5 – Содержание незаменимых аминокислот в белке перепелиных яиц, г/кг
(в веществе натуральной влажности)

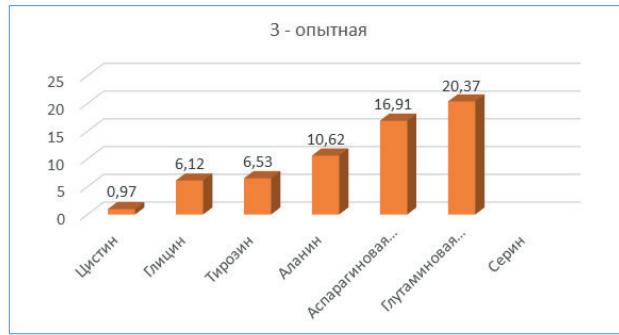
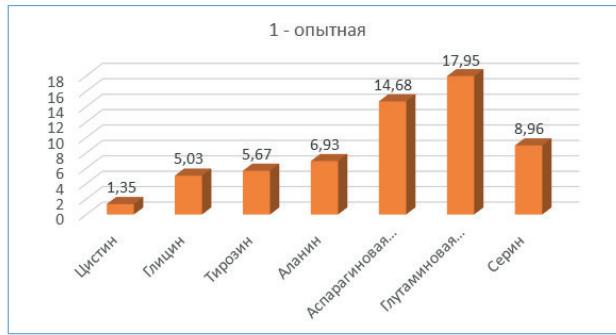
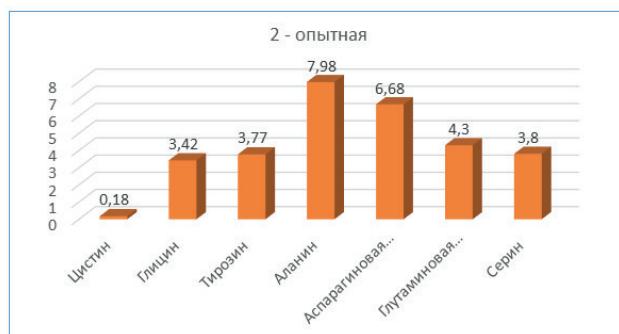
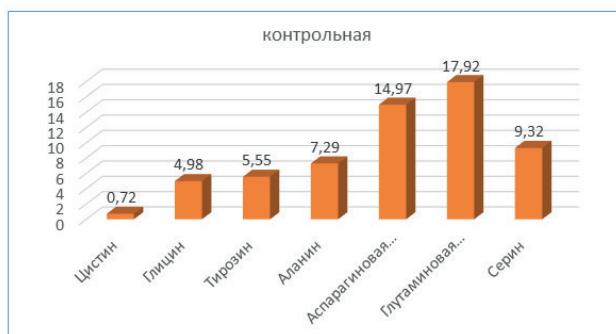


Рисунок 6 – Содержание заменимых аминокислот в белке перепелиных яиц, г/кг
(в веществе натуральной влажности)

Как показал анализ полученных данных (рис. 5), содержание лизина в белке перепелиных яиц в 3-й опытной группе было на уровне с контролем, в 1-й и 2-й опытных группах ниже контроля на 3,1 % и 19,3 %.

Большее содержание метионина, аргинина и гистидина было в контрольной группе. В опытных группах эти аминокислоты были ниже контроля, соответственно по группам, по метионину – на 7,4 %; 46,7 % и 9,0 %; по аргинину – на 19,4 %; 50,6 % и 11,6 %.

В 1-й опытной группе содержание треонина было ниже контроля на 3,1 %, валина – на 1,3 %, изолейцина – на 3,2 %, лейцина – на 1,1 %, фенилаланина и гистидина – на уровне с контролем и триптофана – выше контроля на 12,0 %.

Во 2-й опытной группе содержание треонина было ниже контроля в 1,5 раза, гистидина в 3,1 раза, валина – на 25,5 %, изолейцина – на 26,8 %, лейцина – на 30,3 %, фенилаланина – в 1,6 раза и триптофана – на уровне с контролем.

В 3-й опытной группе установлено большее содержание таких незаменимых аминокислот, как треонина (выше контроля на 16,5 %), валина (выше контроля на 11,1 %), изолейцина (выше контроля на 11,1 %), лейцина (выше контроля на 12,3 %), фенилаланина (выше контроля на 15,0 %) и триптофана (выше контроля на 17,3 %), но содержание гистидина было ниже контроля на 8,3 %.

Анализ содержания заменимых аминокислот в белке перепелиных яиц (рис. 6) показал, что в 1-й опытной группе было выше контроля в 1,9 раза содержание цистина и на 2,2 % тирозина; глицин и глутаминовая кислота были на уровне с контролем, аланин и серин – ниже контроля на 5,0 % и 3,9 %.

Во 2-й опытной группе содержание аланина было выше контроля на 9,5 %, при этом ниже контроля было содержание цистина (в 4 раза), глутаминовой кислоты (в 4,2 раза), и серина (в 2,5 раза), глицина (на 31,3 %), тирозина (на 32,1 %), аспарагиновой кислоты (на 55,4 %).

В 3-й опытной группе было выше контроля содержание глицина (на 22,9 %), тирозина (на 17,7 %), аланина (на 45,7 %), аспарагиновой кислоты (на 13,0 %), глутаминовой кислоты (на 13,7 %) и серина (на 9,3 %), но содержание цистина было ниже контроля на 34,7 %.

Как показали результаты проведенных исследований, снижение уровня натрия в рационах перепелок-несушек в приведенных нами границах оказывает определенное влияние на усвоение питательных веществ рационов и качественные показатели перепелиных яиц. Однако обязательно следует учитывать уровень катионно-анионного баланса рационов (DEB).

Заключение. Проведенный анализ полученных данных показал, что для повышения эффективности производства продуктов перепеловодства эффективным является скармливание птице рационов с уровнем натрия 0,4 % при уровне DEB 355,2 мЭкв/кг, при этом в качестве источников натрия в состав комбикормов целесообразно включать сульфат натрия безводный и соду пищевую в дозе 0,28 % и хлорид натрия – 0,18 %.

Список используемой литературы

1. Пономаренко Ю.А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность: монография. / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Белстан, 2020. – С. 192–193. – Текст: непосредственный.
2. Скворцова Л.Н. Электролиты в кормах и продуктивность сельскохозяйственной птицы / Л.Н. Скворцова, Н.С. Чурсина. – Текст: непосредственный. // Научно-технологическое обеспечение АПК России: проблемы и решения: сборник тезисов по материалам IV Национальной конференции. – Краснодар, 2019. – С. 71.
3. Скворцова Л.Н. Влияние электролитов на продуктивность перепелок-несушек / Л.Н. Скворцова, Н.С. Чурсина. – Текст: непосредственный. // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов: сборник тезисов по материалам V международной конференции. – Краснодар, 2020. – С. 40.
4. Borges S.A. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and humidity. / S.A. Borges, A.V. Fischer da Silva, J. Ariki [et al.]. – Text direct. // Poult. Sci. – 2003 (Feb). – V. 82 (2). – P. 301–308.

5. Abbas A. Cation anion balance in avian diet: a review. / A. Abbas, M.J. Khan, M. Naeem [et al.]. – Text direct. // Agricult. Sci. Res. – 2012. – Vol. 2. – Iss. 6. – P. 302–307.
6. Mushtaq M. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an update review on growth performance, water intake and litter quality. / M. Mushtaq, T. Pasha, T. Mushtaq, R. Parvin. – Text direct. // World's Poult. Sci. – 2013. – Vol. 69. – P. 789–802.
7. Околелова Т.М. Что дает знание кислотосвязывающей способности кормов? / Т.М. Околелова, Т. Кузнецова. – Текст: непосредственный. // Комбикорма. – 2006. – № 7. – С. 72–73.
8. Молоскин С. Сульфат натрия – оптимальный источник натрия и серы. / С. Молоскин. – Текст: непосредственный. // Главный зоотехник. – 2006. – № 6. – С. 20.
9. Егоров И.А. Сульфат натрия в рационах цыплят-бройлеров. / И.А. Егоров. – Текст: непосредственный. // Комбикорма. – 2004. – № 7. – С. 50–51.
10. Околелова Т.М. Источники натрия в комбикормах для цыплят при тепловом стрессе. / Т.М. Околелова, А. Ларинова. – Текст: непосредственный. // Птицеводство. – 2012. – № 1. – С. 13–15.

References

1. Ponomarenko Yu.A. Compound feed, feed, feed additives, biologically active substances, rations, quality, safety: monograph. / Yu.A. Ponomarenko, V.I. Fisinin, I.A. Egorov. – Minsk: Belstan, 2020. – P. 192, 193. – Text: direct.
2. Skvortsova L.N. Electrolytes in feed and productivity of agricultural poultry / L.N. Skvortsova, N.S. Chursina. – Text: direct. // Scientific and technological support of the agro-industrial complex of Russia: problems and solutions: collection of abstracts based on the materials of the IV National Conference. – Krasnodar, 2019. – P. 71.
3. Skvortsova L.N. The influence of electrolytes on the productivity of laying quails / L.N. Skvortsova, N.S. Chursina. – Text: direct. // Institutional transformations of the Russian agro-industrial complex in the context of global challenges: collection of abstracts based on the materials of the V international conference. – Krasnodar, 2020. – P. 40.
4. Borges S.A. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and humidity. / S.A. Borges, A.V. Fischer da Silva, J. Ariki [et al.]. – Text direct. // Poult. Sci. – 2003 (Feb). – V. 82 (2). – P. 301–308.
5. Abbas A. Cation anion balance in avian diet: a review. / A. Abbas, M.J. Khan, M. Naeem [et al.]. – Text direct. // Agricult. Sci. Res. – 2012. – Vol. 2. – Iss. 6. – P. 302–307.
6. Mushtaq M. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an update review on growth performance, water intake and litter quality. / M. Mushtaq, T. Pasha, T. Mushtaq, R. Parvin. – Text direct. // World's Poult. Sci. – 2013. – Vol. 69. – P. 789–802.
7. Okolelova T.M. What does knowledge of the acid-binding capacity of feed give? / T.M. Okolelova, T. Kuznetsova. – Text: direct. // Combined feed. – 2006. – № 7. – P. 72–73.
8. Moloskin S. Sodium sulfate is an optimal source of sodium and sulfur / S. Moloskin. – Text: direct // Chief live-stock specialist. – 2006. – № 6. – P. 20.
9. Egorov I.A. Sodium sulfate in broiler chicken diets. / I.A. Egorov. – Text: direct. // Combined feed. – 2004. – № 7. – P. 50–51.
10. Okolelova T.M. Sodium sources in compound feed for chickens under heat stress / T.M. Okolelova, A. Larionova. – Text: direct. // Poultry farming. – 2012. – № 1. – P. 13–15.

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

В целях изучения влияния кормовой добавки на основе гумата натрия в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами на биохимический статус крови коров был проведён эксперимент в условиях хозяйства, расположенного в биогеохимической провинции Южного Урала. Исследования проводились на 20 дойных животных черно-пестрой породы, 4–5-летнего возраста, живой массой 450–500 кг, распределенных по принципу аналогов на 4 группы (контрольная и 3 опытные группы). В опытных группах дополнительно к общехозяйственному рациону ежедневно в течение месяца применяли кормовую добавку «Гувитан» из расчёта 0,5 мл водного готового раствора препарата на 1 кг живой массы. Коровам второй и третьей опытных групп кроме добавки «Гувитан» вводили соответственно аскорбиновую кислоту в дозе 10 мг/кг живой массы тела и янтарную кислоту в дозе 15 мг/кг живой массы тела. Пробы крови для биохимического исследования получали до эксперимента и через 30 дней. В период опыта в сыворотке крови опытных животных отмечено снижение общего белка, в протеинограмме снижение концентрации альбумина за счёт увеличения а-глобулинов. В конце эксперимента в сыворотке крови опытных коров отмечено достоверное увеличение мочевины, креатинина, общих липидов, общего холестерина, каротина. К концу исследования в пробах сыворотки крови коров опытных групп наблюдалось снижение содержания глюкозы – на 20,0–27,0 % относительно исходного. В третьей группе относительно остальных отмечено увеличение активности АсАТ на 10,0 % и АлАТ на 33,05 % ($P<0,01$), уменьшение содержание бета-липопротеидов на 26,2 % ($P<0,01$). Таким образом, применение кормовой добавки «Гувитан» отдельно и в сочетании с аскорбиновой или янтарной кислотами оказывает положительное влияние на биохимический статус коров.

Ключевые слова: дойные коровы, гуматы, кормовая добавка «Гувитан», аскорбиновая кислота, янтарная кислота, биохимические показатели, сыворотка 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. 2025. № 4 (53) С. 62–70.

Актуальность. Для регуляции процессов метаболизма в организме продуктивных животных используют значительное количество кормовых добавок и препаратов, оказывающих стимулирующее влияние на обмен веществ и продуктивность [1, 2, 3]. Изучение научной литературы 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, 5, 6, 7].

Одним из таких веществ является препарат природного происхождения «Гувитан», который содержит натриевые соли гуминовых кислот, гуматомелановые и фульвокислоты, аминокислоты, пептиды, полисахариды, макро- и микроэлементы (Са, Р, Й), ферменты. «Гувитан» нормализует обменные процессы в организме животных, восполняет потребность в макро- и микроэлементах, выводит из организма соли тяжелых металлов [1].

Ветеринария и зоотехния

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 литературы территории района относится к биогеохимической провинции с недостатком кобальта, марганца, меди, йода и избытком селена [8]. 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-процентный 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. Были сформированы 3 опытные и 1 контрольная группы молочных коров ($n=5$). 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-5300ДВ 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, холестерола, хлоридов, щелочного резерва, каротина, кальция, фосфора, активности АсАТ, АлАТ. Величину коэффициента де Ритиса (АсАТ/АлАТ) определяли расчетным методом. Полученные цифровые данные обрабатывали статистически 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 $84,08\pm1,17$ г/л, у коров первой группы – $83,54\pm1,22$, второй группы – $83,42\pm1,47$, третьей группы – $81,76\pm1,60$ 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 % ($P>0,05$). У коров первой опытной группы отмечено понижение уровня общего белка на 1,63 % ($P>0,05$), второй опытной группы – на 10,21 % ($P<0,001$), третьей опытной 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 показывает 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 (альбуминов) – в первой группе с $38,92 \pm 1,19$ до $32,46 \pm 1,37$ % ($P < 0,01$), во второй группе – с $42,54 \pm 0,87$ до $35,40 \pm 0,93$ % ($P < 0,001$), в третьей группе – 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. К началу 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 % ($P < 0,001$). Уровень γ -глобулинов в крови подопытных животных имел малозначительные изменения. В контрольной группе у коров отмечено незначительное 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 эксперимента были отмечены выраженные изменения в содержании мочевины в сыворотке крови: его 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 уровень этого показателя стал больше на 3,3 % ($P > 0,05$). Так как мочевина – основный конечный продукт распада белка в организме, полученные данные могут свидетельствовать о повышенной утилизации белка в организме опытных коров. Содержание креатинина в сыворотке крови коров в норме варьирует в широком диапазоне – от 88 до 177 мкмоль/л. Как показал опыт (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 трансамина – специфических белков, являющихся биокатализаторами, у коров опытных групп было установлено повышение активности AcAT, однако активность АлАТ изменялась в группах по-разному. Так, у животных первой группы активность AcAT увеличилась на 14,94 % ($P > 0,05$), а АлАТ на 8,99 % ($P > 0,05$); у коров второй опытной – активность AcAT уве-

Ветеринария и зоотехния

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

личилась на 2,01 % ($P>0,05$), активность АлАТ уменьшилась на 0,90 % ($P>0,05$), у животных третьей группы – отмечено достоверное увеличение активности AcAT на 10,0 % ($P<0,01$), и АлАТ на 33,05 % ($P<0,01$). Коэффициент де Ритиса (AcAT/АлАТ) в конце опыта был в первой группе $2,06\pm0,10$, во второй группе – $1,90\pm0,06$, в третьей группе – $1,33\pm0,05$, что соответствует нормативным значениям (1,33–2,5). В здоровом организме катаболизм слегка преобладает над анаболизмом. Соотношение активностей трансамина в третьей группе указывает на снижение катаболических процессов у этих животных. В контрольной группе изменения активности трансамина 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 ве-

личин. 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 ± Sx, n=5)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Глюкоза, ммоль/л	<u>2,23±0,05</u> 2,04±0,07	<u>2,60±0,04</u> 2,08±0,06***	<u>2,40±0,12</u> 1,84±0,07**	<u>2,36±0,05</u> 1,72±0,06***
Холестерин, ммоль/л	<u>4,48±0,09</u> 4,83±0,24	<u>4,16±0,12</u> 5,98±0,38**	<u>5,38±0,23</u> 6,54±0,29*	<u>4,90±0,13</u> 7,72±0,51***
Общие липиды, г/л	<u>4,25±0,11</u> 5,42±0,25**	<u>3,67±0,22</u> 6,16±0,15***	<u>3,90±0,14</u> 6,29±0,24***	<u>3,80±0,23</u> 7,29±0,25***
β-липопротеиды, мг%	<u>61,98±4,41</u> 55,76±3,88	<u>35,14±1,03</u> 52,36±2,59***	<u>38,40±2,91</u> 61,90±1,68***	<u>54,94±2,54</u> 43,52±1,62**
Билирубин, мкмоль/л	<u>4,54±0,14</u> 5,87±0,26**	<u>4,29±0,27</u> 8,11±0,30***	<u>4,93±0,32</u> 4,31±0,17	<u>4,54±0,24</u> 6,06±0,24**
Щелочной резерв, об. CO ₂	<u>49,30±0,67</u> 50,12±1,54	<u>50,18±1,55</u> 47,50±0,52	<u>50,20±0,42</u> 50,18±1,40	<u>56,48±1,26</u> 84,02±6,48**
Хлориды, ммоль/л	<u>90,70±0,81</u> 78,86±1,28***	<u>96,12±0,46</u> 77,84±1,29***	<u>94,68±0,91</u> 76,14±0,74***	<u>94,14±0,93</u> 77,82±0,49***
Каротин, мг%	<u>0,38±0,01</u> 0,56±0,05*	<u>0,60±0,03</u> 1,25±0,09***	<u>0,82±0,03</u> 1,45±0,10***	<u>0,78±0,03</u> 1,37±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 применения кормовой добавки установлена закономерность увеличения концентрации общих липидов в сыворотке крови подопытных коров. Так, содержание общих липидов возросло в контрольной группе с 4,25±0,11 до 5,42±0,25 г/л (P<0,01), первой группе с 3,67±0,22 до 6,16±0,15 г/л (P<0,05), второй группе – с 3,90±0,14 до 6,29±0,24 г/л (P<0,01), третьей группе – с 3,80±0,23 до 7,29±0,25 г/л (P<0,001). Необходимо указать, что эти изменения были в пределах физиологических значений, за исключением показателя в третьей группе, где была 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, когда усиливается утилизация жирных кислот из жировых депо как компонент энергетического субстрата при недостаточном поступлении легкопереваримых углеводов с кормом [9]. 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

Ветеринария и зоотехния

в момент дефицита энергии в условиях начала лактации срабатывает сопряженность этих компонентов системы обеспечения энергией: снижение уровня глюкозы приводит к повышению концентрации холестерина [10]. При таком варианте направления метаболизма в крови увеличивается содержание жирных кислот и кетоновых 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 отмечено в третьей группе 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 [11]. Следует отметить, что содержание бета-липопротеидов в начале опыта было ниже физиологических значений (в норме 65–70 мг%). К концу 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 % – с $54,94\pm2,54$ до $43,52\pm1,62$ мг% ($P<0,01$), 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 у коров первой группы с $0,60\pm0,03$ до $1,25\pm0,09$ мг% (в 2 раза, $P<0,001$), второй группы – с $0,82\pm0,03$ до $1,45\pm0,10$ мг% (на 76,83 %, $P<0,001$), третьей группы – с $0,78\pm0,03$ до $1,37\pm0,10$ 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 к концу опыта уровень хлоридов у всех подопытных животных достоверно снизился ($P<0,001$), 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. К концу опыта у всех животных опытных групп отмечалось понижение уровня общего белка по сравнению с началом опыта. Исследование белковых фракций в сыворотке крови после применения кормовой добавки и органических кислот показало на снижение концентрации низкомолекулярной фракции (альбуминов), но в пределах физиологических значений. Изменения в протеинограмме были за счет увеличения содержания глобулиновых фракций, а именно 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 отмечены выраженные изменения в содержании мочевины в сыворотке крови, его концентрация достоверно увеличилась 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. В период эксперимента количество креатинина в сыворотке крови у коров опытных групп постепенно повысилось на 19,38–26,14 %. У коров опытных групп установлено повышение в разной степени активности AcAT и разная направленность активности АлАТ, достоверные изменения были в третьей группе – отмечено увеличение активности AcAT на 10 % ($P<0,01$) и АлАТ на 33,05 %

($P<0,01$). Коэффициент де Ритиса (AcAT/АлАТ) в конце опыта соответствовал нормативным значениям (1,33–2,5). Концентрация глюкозы к концу опыта достоверно ($P<0,01$ – $0,001$) 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 % ($P<0,001$) соответственно по сравнению с первоначальным уровнем. Известно, что содержание холестерина в крови здоровых коров находится в прямой корреляции с молочной продуктивностью животных [12]. Для оценки обеспечения организма коров витаминами используют показатель уровня каротина. 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 ($P<0,001$) 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. Наблюдалась тенденция увеличения содержания β -глобулинов и сохранения уровня γ -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 AcAT и незначительное понижение активности АлАТ. Коэффициент де Ритиса (AcAT/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 % ($P<0,001$) по сравнению с первоначальным уровнем. Применение кормовой добавки позитивно повлияло 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. Ермагамбет Б.Т. Эффективное применение гуминовых препаратов (на основе гуматов) в животноводстве и ветеринарии. / Б.Т. Ермагамбет, Е.В. Кухар, Н.У. Нургалиев, Ж.М. Касенова, А.М. Зикирина. – 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. – Текст: непосредственный. // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
7. Никулин И.А. 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. 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.
9. Янович В. Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе. / В. Г. Янович, П. З. Лагодюк. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 316 с. – Текст: непосредственный.
10. 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.
11. 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.
12. 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: neposredstvennyj. // Agrarnyj vestnik Urala. – 2009. – № 4. – S. 86–88.
2. Guminovy'e preparaty' v zhivotnovodstve i veterinarii: Monografiya. / A.M. Samotin, V.I. Belyaev, V.N. Bogoсловskij i dr. – Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskij GAU, 2010. – 90 s. – Tekst: neposredstvennyj.
3. Safina E'.F. Vliyanie kormovoj dobavki «Guvitan-S» na morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi korov. / E'.F. Safina, F.G. Gizatullina, I.A. Gizatullin. – Tekst: neposredstvennyj. // Ucheny'e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny' im. N.E'. Baumana. – 2012. – Tom 210. – S. 195–200.
4. Ermagambet B.T. E'ffektivnoe primenie guminovy'x preparatov (na osnove gumatov) v zhivotnovodstve i veterinarii. / B.T. Ermagambet, E.V. Kuxar, N.U. Nurgaliev, Zh.M. Kasenova, A.M. Zikirina. – Tekst: ne-posredstvennyj. // 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: neposredstvennyj. // 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. – Tekst: neposredstvennyj. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2018. – № 1. – S. 3–6.
7. Nikulin I.A. Primenenie gumatov v zhivotnovodstve i veterinari (Obzor). / I.A. Nikulin, A.M. Samotin, O.A. Ratny'x, O.S. Korchagina. – Tekst: neposredstvennyj. // Aktual'ny'e voprosy' sel'skoxozyajstvennoj biologii. – 2019. – № 4 (14). – S. 25–37.

8. Smirnov N.G. Analiz sostoyaniya produktivnogo zdorov'ya dojnogo stada SXP v usloviyakh biogeoximicheskoy zony'. / N.G. Smirnov, F.G. Gizatullina. – Tekst: neposredstvennyj. // Agrarnyj vestnik Verxnevolzh'ya. – 2024. – № 4 (49). – S. 75–80.
9. Yanovich V. G. Obmen lipidov u zhivotnyx v ontogeneze. / V. G. Yanovich, P. Z. Lagodyuk. – Moskva: Agro-promizdat, 1991. – 316 s. – Tekst: neposredstvennyj.
10. Roslyj I.M. Pravila chteniya biohimicheskogo analiza: Rukovodstvo dlya vracha. / I.M. Roslyj, M.G. Vodolazhskaya. – Moskva: OOO Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2014. – 100 s. – Tekst: neposredstvennyj.
11. Egorova I.E. Metabolizm lipoproteidov v norme i patologii. Metody issledovanij pokazatelej lipidnogo obmena: posobie / I.E. Egorova, L.O. Guczol, V.V. Kuz'menko. – Irkutsk: FGBOU VO IGMU, 2024. – 59 s. – Tekst: neposredstvennyj.
12. Gromyko E.V. Ocenka sostoyaniya korov metodami biohimii. / E.V. Gromyko. – Tekst: neposredstvennyj. // Ekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – № 2. – S. 80–94.

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ВЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД И ПРОБИОТИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Соколов И.В., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ломакин А.А., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Зялалов Ш.Р., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Савина Е.В., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Проворова Н.А., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Мерчина С.В., ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

В статье даны результаты экспериментальных исследований радужной форели при использовании кормовой добавки векторного действия на основе кремнийсодержащего модифицированного цеолита, обогащённого пробиотической биокомпозицией. Эксперименты поставлены в условиях частного рыбоводческого комплекса «Янтарный ручей» в Ульяновской области. Объектом исследования стали диплоидные самки радужной форели, живой массой в среднем 1150 г, 16-месячного возраста, потребление корма из расчета 0,67 % от биомассы, затраты на весь период эксперимента составили 8,3 г/гол корма в сутки. В ходе эксперимента сформировали две группы по 1200 особей в каждой. Рыб кормили основным хозяйственным рационом. Опытной группе дополнительно скармливали раз в сутки добавку векторного действия в количестве 4 % от массы корма. Состав биодобавки включает 80 % модифицированного цеолита, 2 % пробиотика *Pediococcus acidilactici*, 3 % аминокислотного комплекса «ВитаАмин» и 15 % добавочных компонентов. В начале и в конце эксперимента брали пробы крови из хвостовой вены рыбы и исследовали на анализаторах «Микро БиАН 540» и «XL-180 Эрба». В опытной группе отмечено улучшение показателей красной и белой крови, повышение интенсивности белкового, липидного, углеводного и минерального обмена, уровня гемоглобина на 9,16 % ($p<0,01$), глюкозы – на 12,76 % ($p<0,05$), общего белка – на 21,71 % ($p<0,05$), альбумина – на 9,2 % ($p<0,05$),ЩФ – на 14,74 % ($p<0,05$), Са – на 14,29 % ($p<0,01$), снижение концентрации билирубина – на 13,23 % ($p<0,05$), холестерина – на 11,24 % ($p<0,05$), АСТ – на 22,36 % ($p<0,001$).

Ключевые слова: аквакультура, рыба, радужная форель, кормовая добавка, цеолит, пробиотик, кровь, физиолого-биохимический статус.

Для цитирования: Соколов И.В., Ломакин А.А., Зялалов Ш.Р., Савина Е.В., Мерчина С.В. Влияние кормовой добавки векторного действия на основе кремнийсодержащих пород и пробиотика на показатели физиолого-биохимического статуса радужной форели. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 71–78.

Исследования проводятся в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ, выполняемых по заданию МСХ РФ, 2025 г.

Актуальность. На сегодняшний день в России острым и нерешённым вопросом является обеспечение рационального и эффективного кормления объектов аквакультуры с целью развития высокопродуктивного рыбоводства [1–2]. Одним из наиболее востребованных объектов индустриального рыбоводства семейства лососевых рыб является радужная форель [3–4]. С хозяйственной точки зрения она относится к ценным видам рыб, характеризуется высокими пищевыми качествами, пользуется высоким спросом у потребителя. Но несмотря на интенсивное развитие отрасли, мы уступаем

некоторым странам, например Норвегии, где объёмы выращивания лососевых существенно больше [5–6].

Из данных литературы известно [7, 8], что на разных стадиях своего развития рыба по-разному реагирует на условия внешней среды. Это оказывает влияние на жизнеспособность рыбы – процессы: питание, дыхание, обмен веществ, рост и размножение. Большинство рыб очень чувствительны к колебаниям температуры воды, что может повышать или снижать активность особей в потреблении корма, развитии, способности к нересту и даже способствовать их гибели при резких изменениях. Так, холодолюбивая рыба адаптируется к изменениям температуры, перестраивая свой метаболизм только за 17–20 суток. Это оказывает влияние на формирование продуктивных товарных показателей рыбы, выход и качество рыбной продукции [9, 10].

Научно обосновано, что метаболизм – совокупность всех химических реакций, протекающих в организме, поэтому изучение физиолого-биохимических параметров организма рыб позволяет выявить изменения в обмене веществ, активности ферментных систем, нарушения и отклонения от нормы, а также установить компенсаторные механизмы – биохимические адаптации на уровне клеточного метаболизма, энергетического обмена. Для оценки физиолого-биохимического статуса радужной форели отмечают ряд важных показателей: активность щелочной фосфатазы в крови, как параметр интенсивности роста рыбы; уровень глюкозы в крови, как реакцию на стресс; содержание микроэлементов, как маркер их усвоения организмом рыб из корма и концентрация микроэлементов и тяжёлых металлов в воде; коэффициент упитанности; содержание альбуминов и глобулинов, как показатель белкового обмена и прочее [11].

Клиническое значение также имеет определение гематологических показателей у рыб. Так, в летний период у радужной форели повышается содержание эритроцитов и гемоглобина, на фоне относительного снижения числа лейкоцитов, содержания гемоглобина в одном эритроците, скорости оседания эритроцитов [12].

Однако несбалансированное кормление рыб способствует развитию хронических заболеваний, недостатку кислорода [13]. Это снижает жизнеспособность особей, приводит к гибели, изменениям во внутренних органах, ухудшению способности к изменению окраски. Присутствие микотоксигенных грибов и их токсинов в корме также отрицательно влияет на общее состояние рыб и иммунитет [14].

В связи с вышеизложенным разработка и испытание новых высокоэффективных кормовых средств на основе технологически модифицированных природных минералов, обогащённых пробиотическими компонентами для форелеводства, является новым, перспективным и малоизученным [15–23].

Цель работы: изучить показатели физиолого-биохимического статуса радужной форели в условиях выращивания с замкнутым циклом водоснабжения при использовании кормовой добавки векторного действия, созданной на основе кремнийсодержащего модифицированного цеолита, обогащённого пробиотической биокомпозицией.

Материалы и методы исследований. Эксперименты поставлены в условиях частного рыбоводческого комплекса «Янтарный ручей» в Ульяновской области с замкнутой системой водоснабжения и подпиткой от глубоководных скважин. Ежегодно предприятие производит до 140 тонн товарной рыбы. Объектом исследования стали диплоидные самки радужной форели, живой массой в среднем 1150 г, возраста – 16 месяцев. В ходе опыта из одной генерации с особями одного возраста сформировали две группы по 1200 особей в каждой и пересадили в отдельные бассейны (объемом 18 м³ каждый). Все гидрохимические показатели, в том числе температура, равная 8 °C, в течение всего эксперимента в ваннах были идентичными. При данном температурном режиме норма кормления рыб составила 0,67 % от их биомассы, то есть в среднем на период опыта – 8,3 г/гол корма в сутки. Контрольная группа (I-К) радужной форели поедала только основной рацион (ОР), который включал корм «AQUAREX ФОРЕЛЬ ВНИРО рост, 42/24, А75, УЗВ, 7,0 мм». Опытная группа (II-О) дополнительно к ОР раз в сутки в утреннее кормление получала испытуемую добавку векторного действия в количестве 4 % от массы корма (табл. 1).

Ветеринария и зоотехния

Таблица 1– Схема опыта на радужной форели

Группа	Количество рыб, шт.	Условия кормления в садках
I-К	1200	ОР
II-О	1200	ОР + КД векторного действия (4 % от массы корма)

Состав испытуемой биодобавки для форелевых рыб представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав кормовой добавки векторного действия на основе кремнийсодержащей породы и пробиотика для форелевых рыб

№ п/п	Компоненты	Доля в %
1	Цеолит модифицированный (фракция 3–5 мм)	80
2	Пробиотик <i>Pediococcus acidilactici</i> (10^{10} КОЕ/кг)	2
3	Аминокислоты (препарат «ВитаАмин»)	3
4	Добавочные компоненты	15
	итого	100
		Количество
1	Цеолит модифицированный, (фракция 3–5 мм), кг	3,0
2	Отфильтрованная вода, мл	100,0
3	Аминокислоты (препарат «ВитаАмин»), мл	15,0
4	Пробиотик <i>Pediococcus acidilactici</i> , мл	10,0
5	Кукурузный крахмал, г	500,0
6	Глюкоза, мл	30,0
7	Меласса кукурузная, мл	15,0
8	Растительное масло, мл	30,0
9	Экстракт универсальный для рыб, мл	5,0
10	Экстракт краба, мл	5,0
11	Экстракт мидии, мл	5,0

Разработанная нами биодобавка включает: 80 % технологически модифицированного природного цеолита месторождения Юшанское Ульяновской области (производитель НПК «Цеолит», г. Ульяновск); 2 % пробиотика *Pediococcus acidilactici* (10^{10} КОЕ/кг), синтезированного в лабораторных условиях микробиологического центра Ульяновского ГАУ; 3 % аминокислотного препарата «Вита-Амин», с массовой долей белка 35 %, состоящего из 17 аминокислот, выделенных методом ферментативного гидролиза крови сельскохозяйственных животных (производитель ООО «Семирамида», г. Москва); 15 % добавочные компоненты, общий размер гранул добавки составляет 3–5 мм.

Продолжительность эксперимента составила 30 дней, включая предварительный период – 5 дней и основной период опыта 25 дней. В течение опыта отслеживали динамику прироста биомассы, на конец опыта были сняты контрольные показатели среднего веса на выборке по 30 особей из каждой группы.

Пробы крови для исследования получали из хвостовой вены рыбы в начале и в конце опыта. Изучение гематологических показателей проводили с использованием анализатора «Микро БиАН 540», биохимических показателей – на биохимическом анализаторе «XL-180 Эрба». Обработку полученных данных проводили по программе «Statistica», различия между группами считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. Анализ данных показал, что все показатели морфо-биохимического состава крови особей радужной форели соответствовали физиологической норме для данной возрастной группы и физиологического состояния (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры физиолого-биохимического статуса радужной форели при использовании биодобавки векторного действия

Показатель, ед.	Референсные значения	До опыта, n=5	I-К группа, n=5	II-О группа, n=5
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	1–2,5	1,60 \pm 0,12	1,84 \pm 0,11	1,98 \pm 0,14
Гемоглобин, г/л	80–120	84,36 \pm 2,92	96,92 \pm 1,96	105,80 \pm 1,59**
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	10–40	12,21 \pm 0,79	11,53 \pm 0,54	12,47 \pm 0,46
Общий белок, г/л	40–80	42,65 \pm 4,40	46,47 \pm 1,76	51,91 \pm 0,88*
Альбумины, г/л	12–32	20,19 \pm 0,95	24,67 \pm 0,65	26,94 \pm 0,62*
Глобулины, г/л	17–24	22,46 \pm 4,03	21,80 \pm 1,18	24,96 \pm 0,54
А/Г коэффициент	0,9–1,2	1,00 \pm 0,17	1,14 \pm 0,04	1,08 \pm 0,03
Мочевина, ммоль/л	0,9–6,0	2,46 \pm 0,17	2,24 \pm 0,16	1,96 \pm 0,04
Глюкоза, ммоль/л	1,92–8,6	3,58 \pm 0,28	4,39 \pm 0,18	4,94 \pm 0,10*
Билирубин, мкмоль/л	5–20	16,14 \pm 0,60	12,62 \pm 0,56	10,95 \pm 0,21*
АСТ, ед/л	234–712	394,96 \pm 11,03	379,42 \pm 15,90	294,58 \pm 6,63***
АЛТ, ед/л	7,8–21	11,86 \pm 0,52	11,7 \pm 0,27	10,61 \pm 0,24
ЩФ, ед/л	114–370	269,82 \pm 16,38	275,7 \pm 10,04	316,34 \pm 8,67*
Са, ммоль/л	1–3,4	3,03 \pm 0,14	3,15 \pm 0,09	3,60 \pm 0,07**
Р, ммоль/л	1,5–2,6	1,24 \pm 0,07	1,41 \pm 0,08	1,54 \pm 0,18
Холестерин, ммоль/л	380–550	307,16 \pm 18,36	283,91 \pm 11,17	252,00 \pm 4,87*

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,01$ по сравнению с контролем

Анализ данных позволил установить, что скармливание добавки оказало положительное влияние на показатели красной и белой крови радужной форели. По сравнению с контролем число эритроцитов, осуществляющих транспортную и дыхательную функцию крови у особей II группы, возросло на 7,61 %, и составило в конце опыта $1,98 \pm 0,14 \times 10^{12}/\text{л}$. В то же время количество гемоглобина в крови особей опытной группы закономерно возросло на 9,16 % и составило $105,80 \pm 1,59 \text{ г/л}$ при $p < 0,01$, что говорит об усилении дыхательной функции крови. Содержание лейкоцитов у рыб на фоне применения добавки увеличилось в рамках норм на 8,15 %, что указывает на повышение защитных сил их организма.

Концентрация глюкозы в крови подопытных рыб в группе при скармливании добавки относительно контроля возросла в пределах нормы на 12,76 % ($p < 0,05$) и составила $4,94 \pm 0,10 \text{ ммоль/л}$. Данный показатель оценивается положительно, как усиление углеводного обмена и увеличение энергетического резерва их организма.

Добавление к рациону радужной форели добавки на основе кремнийсодержащих пород и бактерий *Pediococcus acidilactici* способствовало повышению белкового обмена. На это указывает динамика к увеличению общего белка до $51,91 \pm 0,88$ г/л в крови рыб на 21,71 % (p<0,05) и содержанию альбуминов на 9,2 % (p<0,05), при этом альбумин-глобулиновое соотношение составило $1,08 \pm 0,03$. При одновременном снижении на этом фоне концентрации мочевины и билирубина на 12,5 и 13,23 % (p<0,05) по сравнению с контролем. Это говорит о том, что меньше образуется конечных продуктов азотистого обмена, так как большая часть азота идёт на синтез нового тканевого белка. И подтверждается активностью ферментов переаминирования – аспартат- и аминотрансфераз (АСТ и АЛТ). Установлена закономерность к снижению данных показателей в рамках нормы на фоне увеличения уровня общего белка, соответственно на 22,36 % (p<0,001) и 5,05 % по сравнению с аналогами, что характеризует усиление процессов переаминирования аминокислот в печени по катаболическому пути метаболизма и позволяет более экономно их использовать.

В крови радужной форели под влиянием биодобавки происходило достоверное увеличение параметра энергии роста рыб – активности щелочной фосфатазы (ЩФ) до $316,34 \pm 8,67$ ед/л, разница с контролем составила 14,74 % (p<0,05). А также значение ЩФ характеризует усиление процессов минерализации в костной ткани особей, что объясняется эффектом действия кремнийсодержащего минерала в составе добавки. И подтверждается достоверным увеличением на 14,29 % (p<0,01) значения кальция в крови форели опытной группы, который варьировал в рамках $3,60 \pm 0,07$ ммоль/л. Концентрация фосфора у рыб опытной группы возросла на 9,22 % и была в пределах $1,54 \pm 0,18$ ммоль/л.

Содержание холестерина в крови особей II группы на фоне скармливания биодобавки уменьшилось на 11,24 % (p<0,05) по сравнению с контролем, что свидетельствует о благоприятном влиянии добавки на метаболизм липидов в организме радужной форели.

Заключение. Таким образом, введение в рацион радужной форели кормовой добавки векторного действия, созданной на основе кремнийсодержащего модифицированного цеолита, обогащённого пробиотической биокомпозицией из бактерий *Pediococcus acidilactici*, оказывает благоприятное влияние на показатели физиолого-биохимического статуса их организма, в частности, на показатели красной и белой крови, интенсивность белкового, липидного, углеводного и минерального обмена.

Список используемой литературы

1. Атнагулова Р.Р. Особенности кормления рыб, при выращивании в УЗВ. / Р.Р. Атнагулова. – Текст: непосредственный. // Точная наука. – 2019. – № 40. – С. 9–10.
2. Поддубная И.В. Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ. / И.В. Поддубный, А.А. Васильев, В.В. Сучков. – Текст: непосредственный. // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 2. – С. 50–53.
3. Артамонов В.О. Развитие форелеводства в Республике Карелия. / В.О. Артамонов. – Текст: непосредственный. // Тезисы докладов участников II международной конференции «РЫБА 2017». – Москва, 2017 – С. 116–123.
4. Результативность использования пробиотика «Акваспорин» для хищных и травоядных видов рыб в индустриальной аквакультуре. / Л.А. Шадыева, Е.М. Романова, А.В. Васильев, В.В. Ахметова. – Текст: непосредственный. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4 (64). – С. 163–169.
5. Панов В.П. Морфологические, физиолого-биохимические и рыбохозяйственные особенности двух форм радужной форели. / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, А.В. Золотова. – Текст: непосредственный. // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК». Материалы Международной научно-практической конференции. – Москва, 2007. – С. 195–203.
6. Повышение сохранности молоди лососевых рыб путём использования пробиотических средств на основе молочнокислых бактерий *pedicoccus acidilactici*. / И.В. Соколов, С.В. Дежаткина, Н.А. Феоктистова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Научная жизнь. – 2024. – Т. 19, № 5 (137). – С. 969–980.

7. Влияние условий выращивания на показатели крови осетров. /О.А. Гуркина, О.Н. Руднева, М.Е. Рубанова [и др]. – Текст: непосредственный. //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – №4(71). – С. 216–220.
8. Пробиотики и их применение в аквакультуре. / Ж.Б. Текебаева, Г.С. Шахабаева, З.С. Сармурзина [и др]. – Текст: непосредственный. // Новости науки Казахстана. – Казахстан: Нур-Султан. – 2020. – № 4 (147). – С. 170–185.
9. Оценка эффективности роста массы осетровых рыб при добавлении в корма пробиотических препаратов. /Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, Ю.М. Баканева [и др]. – Текст: непосредственный. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 118–121.
10. Жигин А.В. Опыт форелеводства в замкнутых системах. /А.В. Жигин, А.А. Максименкова. – Текст: непосредственный. // Материалы международной научно-практической конференции: Новейшие генетические технологии для аквакультуры. – 2020. – С. 185–193.
11. Микодина Е.В. Физиолого-биохимические исследования функционального гомеостаза рыб. / Е.В. Микодина, М.И. Шатуновский. – Текст: непосредственный. //Вопросы ихтиологии. – 2013. – Т. 53, № 1. – С. 113–113.
12. Климук А.А. Изменения гидрохимических параметров водной среды и биохимических показателей сыворотки крови рыб от плотности посадки в УЗВ. / А.А. Климук, Н.А. Головачева, М.Д. Царьков, Ю.В. Семеряков, А.А. Шкель. – Текст: непосредственный. // Рыбное хозяйство. – 2024. – № 3. – С. 71–79.
13. Болезни рыб. Обзор эпизотической ситуации за 2006 год. /М.А. Борисова, Т.А. Пичугина, А.А. Завьялова, А.Е. Дрошнев, С.А. Коломыцев. – Текст: непосредственный. //Ветеринарная жизнь. – 2007. – № 14. – С. 2–3.
14. Распределение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристики. / Э.Е. Симонова, К.М. Кондрашкина, Э.Э. Рысцова [и др]. – Текст: непосредственный. // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т 6. – № 1. – С. 168–177.
15. Дежаткина С.В. Регулятор продуктивности – альтернатива кормовым антибиотикам. / С.В. Дежаткина, А.В. Фёдоров. – Текст: непосредственный. // В сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XV Международной научно-практической конференции. – Ульяновск, 2025. – С. 704–710.
16. Биодобавки векторного действия на основе обогащённых кремнийсодержащих минералов в животноводстве. / С.В. Дежаткина, Н.А. Феоктистова, Е.С. Салмина, И.М. Дежаткин, А.В. Фёдоров. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Верхневолжья. –2025. – № 1 (50). – С. 42–48.
17. Дежаткина С.В. Новое поколение добавок на основе структурированных и насыщенных аминокислотами агроминералов в органическом животноводстве. / С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. // В сб.: Органика – здоровье нации России. Сборник научно-практических материалов Международной научно-практической конференции. – Казань, 2023. – С. 80–88.
18. Кремнийсодержащие добавки для получения качественной и безопасной продукции животноводства. / С. Дежаткина, В. Исайчев, М. Дежаткин [и др]. – Текст: непосредственный. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2021. – № 11 – С. 52–59.
19. Сохранность молодняка на фоне использования добавок обогащённого аминокислотами и активированного цеолита. / М.А. Акимова, Е.С. Салмина, Н.А. Феоктистова [и др]. – Текст: непосредственный. // В сб.: Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны. Материалы XI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 9–10.
20. Фёдоров А.В. Использование агроминералов Ульяновской области в производстве кормовых добавок. / А.В. Фёдоров, С.В. Дежаткина, М.Е. Дежаткин. – Текст: непосредственный. // В сб.: Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии. Национальная научно-практическая конференция с международным участием. – Кинель, 2024. – С. 255–260.
21. Феоктистова Н.А. Изучение некоторых биологических свойств бактериальных штаммов *Bacillus coagulans* (weizmannia coagulans) – кандидатов при разработке пробиотического биопрепарата. / Н.А. Феоктистова, С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. // В сб.: Аграрная наука на современном этапе развития. Материалы научно-практической конференции. – Ульяновск, 2023. – С. 342–349.
22. Ломакин А.А. Разработка ускоренного метода идентификации бактерий *Aeromonas Hydrophyla* методом ПЦР-РВ. / А.А. Ломакин, Н.А. Феоктистова, А.В. Мастиленко. – Текст: непосредственный. // В сб.:

Зыкинские чтения. Материалы Национальной научно-практической конференции. – Саратов, 2023. – С. 124–128.

23. Феоктистова Н.А. Разработка биокомпозиции как компонента для коррекции микроэкологии желудочно-кишечного тракта продуктивных животных и птицы. /Н.А. Феоктистова, С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (62). – С. 122–128.

References

1. Atnagulova R.R. Osobennosti kormleniya ry'b, pri vy'rashhivanii v UZV. / R.R. Atnagulova. – Tekst: neposredstvennyj. // Tochnaya nauka. – 2019. – № 40. – S. 9–10.
2. Poddubnaya I.V. E'ffektivnost' vy'rashhivaniya gibriderov osetrov'yx ry'b s ispol'zovaniem v racione biologicheski aktivny'x veshhestv. / I.V. Poddubnyj, A.A. Vasil'ev, V.V. Suchkov. – Tekst: neposredstvennyj. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2022. – № 2. – S. 50–53.
3. Artamonov V.O. Razvitie forelevodstva v Respublike Kareliya. / V.O. Artamonov. – Tekst: neposredstvennyj. // Tezisy dokladov uchastnikov II mezhdunarodnoj konferencii «RY'BA 2017». – Moskva, 2017 – S. 116–123.
4. Rezul'tativnost' ispol'zovaniya probiotika «Akvasporin» dlya xishhny'x i travoyadny'x vidov ry'b v industrial'noj akvakul'ture. / L.A. Shady'eva, E.M. Romanova, A.V. Vasil'ev, V.V. Axmetova. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2023. – № 4 (64). – S. 163–169.
5. Panov V.P. Morfologicheskie, fiziologo-biohimicheskie i ry'boxozyajstvsnny'e osobennosti dvukh form raduzhnoj foreli. /V.P. Panov, Yu.I. Esavkin, A.V. Zolotova. – Tekst: neposredstvennyj. //Racional'noe ispol'zovanie presnovodny'x e'kosistem – perspektivnoe napravlenie realizacii nacional'nogo proekta «Razvitie APK». Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Moskva, 2007. – S. 195–203.
6. Povy'shenie soxrannosti molodi lososevy'x ry'b putym ispol'zovaniya probioticheskix sredstv na osnove molochnokisly'x bakterij pedicoccus acidilactici. / I.V. Sokolov, S.V. Dezhatkina, N.A. Feoktistova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Nauchnaya zhizn'. – 2024. – T. 19, № 5 (137). – S. 969–980.
7. Vliyanie uslovij vy'rashhivaniya na pokazateli krovi osetrov. /O.A. Gurkina, O.N. Rudneva, M.E. Rubanova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. //Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 4(71). – S. 216–220.
8. Probiotiki i ix primenenie v akvakul'ture. / Zh.B. Tekebaeva, G.S. Shaxabaeva, Z.S. Sarmurzina [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Novosti nauki Kazaxstana. – Kazaxstan: Nur-Sultan. – 2020. – № 4 (147). – S. 170–185.
9. Ocenka e'ffektivnosti rosta massy' osetrov'yx ry'b pri dobavlenii v korma probioticheskix preparatov. / B.T. Sariev, A.N. Tumenov, Yu.M. Bakaneva [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik AGTU. Ser.: Ry'bnoe xozyajstvo. – 2011. – № 2. – S. 118–121.
10. Zhigin A.V. Opy't forelevodstva v zamknutyyx sistemakh. /A.V. Zhigin, A.A. Maksimenkova. – Tekst: neposredstvennyj. // Materialy' mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Novejshie geneticheskie tekhnologii dlya akvakul'tury'. – 2020. – S. 185–193.
11. Mikodina E.V. Fiziologo-biohimicheskie issledovaniya funktsional'nogo gomeostaza ry'b. / E.V. Mikodina, M.I. Shatunovskij. – Tekst: neposredstvennyj. //Voprosy' ixiologii. – 2013. – T. 53, № 1. – S. 113–113.
12. Klimuk A.A. Izmeneniya gidroximicheskix parametrov vodnoj sredy' i biohimicheskix pokazatelej sy'vorotki krovi ry'b ot plotnosti posadki v UZV. / A.A. Klimuk, N.A. Golovacheva, M.D. Czar'kov, Yu.V. Semeryakov, A.A. Shkel'. – Tekst: neposredstvennyj. // Ry'bnoe xozyajstvo. – 2024. – № 3. – S. 71–79.
13. Bolezni ry'b. Obzor e'pizoticheskoy situacii za 2006 god. /M.A. Borisova, T.A. Pichugina, A.A. Zav'yalova, A.E. Droshnev, S.A. Kolomy'cev. – Tekst: neposredstvennyj. //Veterinarnaya zhizn'. – 2007. – № 14. – S. 2–3.
14. Raspredelenie osnovny'x mikotoksinov v kormovom sy'r'e i ix xarakteristiki. / E.E. Simonova, K.M. Kondrashkina, E.E. Ry'szova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Byulleten' nauki i praktiki. – 2020. – T 6. – № 1. – S. 168–177.
15. Dezhatkina S.V. Regulyator produktivnosti – al'ternativa kormovym antibiotikam. / S.V. Dezhatkina, A.V. Fyodorov. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom e'tape razvitiya: opy't, problemy' i puti ix resheniya. Materialy' XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ul'yanovsk, 2025. – S. 704–710.

16. Biodobavki vektornogo dejstviya na osnove obogashhyonny'x kremnijsoderzhashhix mineralov v zhivotnovodstve. / S.V. Dezhatkina, N.A. Feoktistova, E.S. Salmina, I.M. Dezhatkina, A.V. Fyodorov. – Tekst: neposredstvennyj. // Agrarnyj vestnik Verkhnevolzh'ya. – 2025. – № 1 (50). – S. 42–48.
17. Dezhatkina S.V. Novoe pokolenie dobavok na osnove strukturirovanny'x i nasy'shhenny'x aminokislotami agromineralov v organicheskem zhivotnovodstve. / S.V. Dezhatkina. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Organika – zedorov'e nacii Rossii. Sbornik nauchno-prakticheskix materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Kazan', 2023. – S. 80–88.
18. Kremnijsoderzhashhie dobavki dlya polucheniya kachestvennoj i bezopasnoj produkciyi zhivotnovodstva. / S. Dezhatkina, V. Isajchev, M. Dezhatkina [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Veterinariya sel'skoxozyajstvenny'x zhivotny'x. – 2021. – № 11 – S. 52–59.
19. Soxrannost' molodnyaka na fone ispol'zovaniya dobavok obogashhyonnogo aminokislotami i aktivirovannogo ceolita. / M.A. Akimova, E.S. Salmina, N.A. Feoktistova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Znaniya molody'x dlya razvitiya veterinarnoj mediciny' i APK strany'. Materialy XI mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodoy'x ucheny'x. – Sankt-Peterburg, 2022. – S. 9–10.
20. Fyodorov A.V. Ispol'zovanie agromineralov Ul'yanovskoj oblasti v proizvodstve kormovy'x dobavok. / A.V. Fyodorov, S.V. Dezhatkina, M.E. Dezhatkina. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Aktual'nye problemy' veterinarnoj mediciny' i bioteknologii. Nacional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem. – Kinel', 2024. – S. 255–260.
21. Feoktistova N.A. Izuchenie nekotoryx biologicheskix svojstv bakterial'nyx shtammov *Bacillus coagulans* (weizmannia coagulans) – kandidatov pri razrabotke probioticheskogo biopreparata. / N.A. Feoktistova, S.V. Dezhatkina. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Agrarnaya nauka na sovremennom e'tape razvitiya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ul'yanovsk, 2023. – S. 342–349.
22. Lomakin A.A. Razrabotka uskorennogo metoda identifikacii bakterij *Aeromonas Hydrophyla* metodom PCzR-RV. / A.A. Lomakin, N.A. Feoktistova, A.V. Mastilenko. – Tekst: neposredstvennyj. // V sb.: Zy'kinskie chteniya. Materialy' Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Saratov, 2023. – S. 124–128.
23. Feoktistova N.A. Razrabotka biokompozicii kak komponenta dlya korrektsii mikroekologii zheludochno-kishechnogo trakta produktivnyx zhivotny'x i pticy. / N.A. Feoktistova, S.V. Dezhatkina. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2023. – № 2 (62). – S. 122–128.22. Lomakin A.A. Development of an accelerated method for identifying *Aeromonas Hydrophyla* bacteria using PCR-RV. / A.A. Lomakin, N.A. Feoktistova, and A.V. Mastilenko. – Text: direct. // In the collection: Zykin Readings. Materials of the National Scientific and Practical Conference. – Saratov, 2023. – Pp. 124–128.
23. Feoktistova N.A. Development of a Biocomposition as a Component for Correcting the Microecology of the Gastrointestinal Tract of Productive Animals and Poultry. / N.A. Feoktistova, S.V. Dezhatkina. – Text: direct. // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2023. – No. 2 (62). – Pp. 122–128.

РАННЯЯ ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА БЕРЕМЕННОСТИ КОРОВ

Хуранов А.М., ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Диданова А.А., ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Туганов М.Н., ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Ранняя цитоморфологическая диагностика беременности у коров позволяет определить наличие или отсутствие беременности по видовому клеточному составу в мазках, приготовленных из цервикальной слизи, взятой под шейкой матки в нижнем своде влагалища. Целью исследования являлось изучение клеточного состава цервикальной слизи для диагностики стельности. Материалом для исследования послужили приготовленные на 60-й день после отёла мазки цервикальной слизи коров, взятые акушерской ложкой Панкова Б.Г. в нижнем своде влагалища под шейкой матки с соблюдением правил асептики и антисептики. В мазках подсчитывали количество соматических клеток (влагалища, шейки матки, тела матки, рогов матки, яйцепроводов); клеток белой крови (лимфоциты, нейтрофилы, гнойные тельца; клеточные розетки (соматические клетки окружённые нейтрофилами) для дальнейшего анализа процентного соотношения изучаемых клеток. В мазках, приготовленных из цервикальной слизи семи стельных коров, в значительной степени преобладают клетки влагалища (в среднем $87,6 \pm 0,7$). Также в мазках обнаруживали клетки шейки матки (в среднем $3,3 \pm 0,4$). Клетки тела матки, рогов матки и яйцепроводов не обнаруживаются или обнаруживаются в незначительном количестве на различных стадиях лизиса.

Ключевые слова: диагностика беременности, цитология, клеточный состав, цервикальная слизь, матка, яйцепровод.

Для цитирования: Хуранов А.М., Диданова А.А., Туганов М.Н. Ранняя цитоморфологическая диагностика беременности коров // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 79–83.

Актуальность. В современном животноводстве остро стоит проблема воспроизводства молочного стада коров. Это обусловлено многими факторами, в частности ранней выбраковкой животных по причинам низкой молочной продуктивности, гинекологическим болезням, болезням дистального отдела конечностей, а также заболеваниям молочной железы [1].

Для ускоренного развития молочного животноводства ранняя диагностика стельности коров имеет огромное финансовое значение. Она позволяет сократить сервис-период, увеличить выход телят и количество молока в стаде [2].

Одним из методов, позволяющих не только установить наличие беременности на ранних стадиях её развития, но и наблюдать за ростом и развитием эмбрионов, является эхография. По данным многих авторов, у высокопродуктивных коров погибает до 40 % эмбрионов (на величину данного показателя влияют продуктивность, порода, возраст, стадия беременности животных) [5, 6, 7, 8]. Увеличение интервала между осеменениями на 25–35 дней и более лишь косвенно подтверждает гибель эмбрионов, так как в большинстве случаев в сельскохозяйственных организациях не учитывают пропуски половых охот и скрытые патологические процессы в половых органах [9].

Ранняя диагностика беременности и определение её сроков является неотъемлемой частью системы воспроизводства сельскохозяйственных животных. Одновременно с диагностикой беременности на ранних этапах становится возможным выявление такого биологического явления, как бесплодие. Если через 1–2 месяца после осеменения беременность у самки не определяется, животное

считают бесплодным [3]. При выборе метода определения беременности крупного рогатого скота необходимо учитывать размер стада [4].

Для успешного развития отрасли молочного скотоводства необходимо постоянное осуществление мероприятий по ранней диагностике стельности, позволяющее одновременно подтвердить или исключить бесплодие у самок крупного рогатого скота. Диагностика беременности на ранних этапах её развития приносит ощутимые экономические и финансовые результаты, так как позволяет сократить период от отёла до оплодотворения, увеличить выход телят и повысить молочную продуктивность в стаде. Диагностика беременности основана, прежде всего, на тех изменениях, которые происходят в организме матери уже с первых её дней. Самые основные из них и заметные с точки зрения морфологии, происходят в половой системе. Изменениям подвергается, прежде всего, матка и яичники [10].

Цель исследований – изучить клеточный состав цервикальной слизи коров на 60-й день после отёла, с целью выявления стельных коров.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- отбор проб цервикальной слизи через 60 дней после отёла и приготовление мазков;
- подсчёт 100 единиц клеточного состава под микроскопом для определения процентного соотношения клеток (влагалища, шейки матки, тела матки, рогов матки, яйцеводов, лимфоцитов, нейтрофилов, гнойных тельца), а также клеточных розеток, окружённых нейтрофилами.

Условия, материалы и методы исследований. Материалом для исследования послужили приготовленные на 60-й день после отёла мазки цервикальной слизи коров, взятые акушерской ложкой Панкова Б.Г. в нижнем своде влагалища под шейкой матки с соблюдением правил асептики и антисептики. Затем в приготовленных мазках подсчитывали 100 клеток (соматические клетки влагалища, шейки матки, тела матки, рогов матки, яйцеводов; клетки белой крови – лимфоциты, нейтрофилы; гнойные тельца; клеточные розетки (соматические клетки, окружённые нейтрофилами) для дальнейшего анализа процентного соотношения изучаемых клеток. Полученные результаты обрабатывали при помощи программы для ЭВМ «Биометрическая обработка данных по молочной продуктивности и воспроизводительным качествам крупного рогатого скота» (Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024667076 от 19 июля 2024 года).

Результаты исследований. Чётко отлаженная процедура достижения своевременного оплодотворения коров на крупных животноводческих комплексах, где сконцентрировано большое количество животных, и ранняя диагностика стельности, позволяет значительно снизить количество бесплодных животных в маточном стаде и сократить процент яловости по итогам календарного года. В связи с этим своевременная ранняя диагностика беременности коров является одним из ключевых показателей рентабельности молочного скотоводства.

Цитоморфологическая диагностика беременности наряду с другими методами ранней диагностики беременности позволяет определить наличие или отсутствие беременности по видовому клеточному составу в мазках, приготовленных из цервикальной слизи, взятых под шейкой матки в нижнем своде влагалища. Вместе с тем мазок, приготовленный для диагностики беременности, даёт информацию также о наличии хронического эндометрита. Суть данного метода заключается в том, что в приготовленных мазках в период беременности характерно наличие высокого процента эпителиальных клеток влагалища, а также незначительный процент эпителиальных клеток шейки матки. Вместе с тем в мазках не обнаруживаются новые клетки из других отделов органов размножения (тела матки, рогов матки, яйцеводов). Связано это с тем, что в период беременности канал шейки матки закрывается слизистой пробкой, которая исключает возможность попадания клеток тела и рогов матки, а также яйцеводов во влагалище.

Необходимо отметить, что при взятии образцов слизи акушерской ложкой Панкова Б.Г. стенки влагалища были как бы «склеены», в связи с чем, для того чтобы взять образцы проб под шейкой матки, необходимо было акушерской ложкой их аккуратно раздвигать. Цервикальная слизь также скапливается в незначительном количестве, тогда как в лохийальный период, при клиническом эндометrite, в стадию возбуждения полового цикла слизи под шейкой матки скапливается значительно

Ветеринария и зоотехния

больше. Вместе с тем при хронически протекающем эндометрите в стадию уравновешивания полового цикла слизи немного больше. Картина клеточного состава стельных коров указана в таблице 1.

Таблица – Клеточный состав мазков стельных коров, $n=7$, $M \pm m$

№ п/п	Вид клеток								
	Влаг	ШМ	ТМ	РМ	Япр	ЛФЦ	Неф	ГТ	ФКл
1.	89	3	0	0	0	0	2	3	3
2.	88	3	0	0	0	0	5	2	2
3.	87	4	0	0	0	0	4	2	3
4.	90	2	0	0	0	0	3	2	3
5.	87	4	0	0	0	0	4	2	3
6.	84	5	1	0	0	1	7	2	0
7.	88	2	1	0	0	2	2	3	2
$X_{cp} \pm m_x$	$87,6 \pm 0,7$	$3,3 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,2$	0	0	$0,4 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,7$	$2,3 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,4$

Примечание: Влаг. – эпителиальные клетки влагалища, ШМ – эпителиальные клетки шейки матки, ТМ – эпителиальные клетки тела матки, РМ – эпителиальные клетки рогов матки, Япр – эпителиальные клетки яйцеводов; ЛФЦ – лимфоциты; Неф – нейтрофилы; ГТ – гнойные тельца; ФКл – клеточные розетки.

Из таблицы видно, что в мазках, приготовленных из цервикальной слизи семи стельных коров, в значительной степени преобладают клетки влагалища (в среднем $87,6 \pm 0,7$). Также в мазках обнаруживали клетки шейки матки (в среднем $3,3 \pm 0,4$). Клетки тела матки, рогов матки и яйцеводов не обнаруживаются или обнаруживаются в незначительном количестве на различных стадиях лизиса. Вместе с тем в мазках наряду с вышеописанной картиной состава соматических клеток в небольшом количестве обнаруживаются клетки белой крови (лимфоциты, нейтрофилы и гнойные тельца), а также в поле зрения микроскопа в небольшом количестве попадаются эпителиальные клетки, окружённые нейтрофилами и гноинными тельцами, образующие розетки эпителиальных клеток, находящихся на различных стадиях растворения.



Рисунок 1 – Мазок цервикальной слизи (эпителиальные клетки шейки матки в норме)

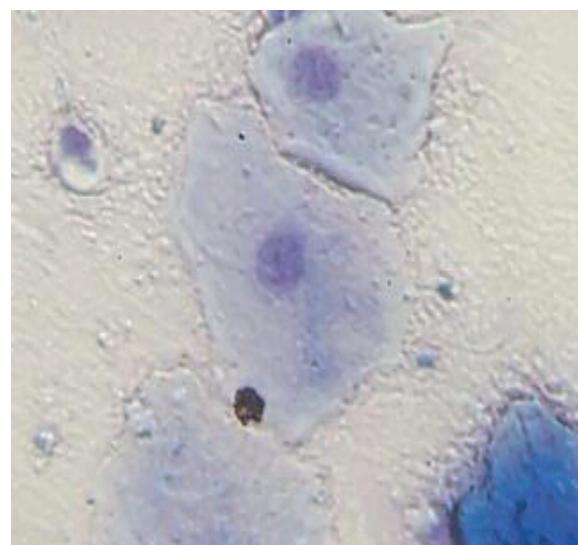


Рисунок 2 – Мазок цервикальной слизи (эпителиальные клетки влагалища в норме)

На рисунках 1 и 2 можно увидеть картину мазка цервикальной слизи в период стельности с изображением эпителиальных клеток шейки матки (рис. 1) и эпителиальных клеток влагалища (рис. 2).

Заключение. По результатам проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Картина мазка цервикальной слизи семи коров через 60 дней после отёла по наличию значительного процента эпителиальных клеток влагалища ($87,6 \pm 0,7$), незначительному проценту эпителиальных клеток шейки матки ($3,3 \pm 0,4$) при отсутствии «свежих» клеток из других отделов органов размножения, позволяет судить о наличии беременности;

2. Приготовленные мазки цервикальной слизи, взятые от данных коров, показывают отсутствие воспалительного процесса в половых органах.

Таким образом, применение метода цитоморфологической диагностики беременности, совместно с другими методами, широко используемыми на практике в молочном скотоводстве, усилит борьбу с бесплодием, так как диагностика беременности или её отсутствие при помощи цитологического исследования даст специалистам более полную картину по протекающей беременности, а также возможность выявления воспалительных процессов, протекающих в органах размножения нестельных коров.

Список используемой литературы

1. Жерносенко А.А. Ранняя диагностика стельности коров голштинской породы с помощью иммуноферментного анализа на основе белков, ассоциированных со стельностью /А.А. Жерносенко, А.В. Машнин, К.И. Петров [и др.]. – Текст: непосредственный. // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 1. – С. 29–31.
2. Джакупов И.Т. Диагностика беременности у коров на основе месторасположения матки, характера слизи и цвета слизистой оболочки половых органов. / И.Т. Джакупов, Ж.З. Карабаева. – Текст: непосредственный. // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2017. – № 1 (92). – С. 95–100.
3. Пигарева Г.П. Ультразвуковая диагностика ранних стадий беременности у коров. / Г.П. Пигарева. – Текст: непосредственный. // Иппология и ветеринария. – 2025. – № 2 (56). – С. 107–114.
4. Лекаркина Н.К. Обзор наиболее широко применяемых методов определения беременности крупного рогатого скота. / Н.К. Лекаркина, Н.С. Рябкова. – Текст: непосредственный. // Экономический научный журнал: оценка инвестиций. – 2018. – № 1 (9). – С. 128–135.
5. Дюльгер Г.П. Клинико-эхографическая характеристика и ультразвуковая диагностика кист яичников у коров. / Г.П. Дюльгер, А.Г. Нежданов. Текст: непосредственный. // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных. Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Акатаева В.А. – Воронеж, 2009. – С. 145–148.
6. Нежданов А.Г. Патофизиологические аспекты эмбриональной смертности у молочных коров. / А.Г. Нежданов, В.И. Михалёв, Е.Г. Лозовая [и др.]. – Текст: непосредственный. // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Том 52, № 2. – С. 338–348.
7. Хуранов А.М. Эмбриональная смертность у коров. /А.М. Хуранов. – Текст: непосредственный. // Ветеринарная медицина. – 2009. – № 3. – С. 5–8.
8. Янчуков И. Пренатальные потери у высокопродуктивных коров. / И. Янчуков, В. Панферов, Т. Мороз. – Текст: непосредственный. // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 8. – С. 2–4.
9. Ряпосова М.В. Эхография высокопродуктивных коров в ранние сроки стельности. /М.В.Ряпосова, И.А.Шкуратова, О.И.Заузолкова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Ветеринария. – 2013. – № 6. – С. 36–39.
10. Пигарева Г.П. Методы ранней диагностики беременности у коров и ультразвуковой метод. / Г.П. Пигарева, А.В. Голева, В.А. Лукина. – Текст: непосредственный. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 6. – С. 144–148.

References

1. Zhernosenko A.A. Rannyaya diagnostika stel'nosti korov golshtinskoj porody` spomoshh`yu immunofermentnogo analiza na osnove belkov, associirovanny'x so stel'nost'yu /A.A. Zhernosenko, A.V. Mashnin, K.I. Petrov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2016. – № 1. – S. 29–31.

Ветеринария и зоотехния

2. Dzhakupov I.T. Diagnostika beremennosti u korov na osnove mestoraspolozheniya matki, xaraktera slizi i czveta slizistoj obolochki polovy'x organov. / I.T. Dzhakupov, Zh.Z. Karabaeva. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik nauki Kazaxskogo agrotexnicheskogo universiteta im. S. Sejfullina. – 2017. – № 1 (92). – S. 95–100.
3. Pigareva G.P. Ul'trazvukovaya diagnostika rannix stadij beremennosti u korov. / G.P. Pigareva. – Tekst: neposredstvennyj. // Ippologiya i veterinariya. – 2025. – № 2 (56). – S. 107–114.
4. Lekarkina N.K. Obzor naibolee shiroko primenyaemyx metodov opredeleniya beremennosti krupnogo rogatogo skota. / N.K. Lekarkina, N.S. Ryabkova. – Tekst: neposredstvennyj. // Ekonomiceskij nauchnyj zhurnal: ocenka investicij. – 2018. – № 1 (9). – S. 128–135.
5. Dyul'ger G.P. Kliniko-ehograficheskaya xarakteristika i ul'trazvukovaya diagnostika kist yaichnikov u korov. / G.P. Dyul'ger, A.G. Nezhdanov. Tekst: neposredstvennyj. // Sovremenny'e problemy' veterinarnogo obespecheniya reproduktivnogo zdorov'ya zhivotnyx. Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora Akatova V.A. – Voronezh, 2009. – S. 145–148.
6. Nezhdanov A.G. Patofiziologicheskie aspekty' e'mbrional'noj smertnosti u molochnyx korov. / A.G. Nezhdanov, V.I. Mixalyov, E.G. Lozovaya [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. – 2017. – Tom 52, № 2. – S. 338–348.
7. Xuranov A.M. E'mbrional'naya smertnost' u korov. / A.M. Xuranov. – Tekst: neposredstvennyj. // Veterinarnaya medicina. – 2009. – № 3. – S. 5–8.
8. Yanchukov I. Prenatal'nye poteri u vy'sokoproduktivnyx korov. / I. Yanchukov, V. Panferov, T. Moroz. – Tekst: neposredstvennyj. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2011. – № 8. – S. 2–4.
9. Ryaposova M.V. E'xografiya vy'sokoproduktivnyx korov v rannie sroki stel'nosti. / M.V. Ryaposova, I.A. Shkuratova, O.I. Zauzolkova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Veterinariya. – 2013. – № 6. – S. 36–39.
10. Pigareva G.P. Metody' rannej diagnostiki beremennosti u korov i ul'trazvukovoj metod. / G.P. Pigareva, A.V. Goleva, V.A. Lukina. – Tekst: neposredstvennyj. // Aktual'nye problemy' gumanitarnyx i estestvennyx nauk. – 2018. – № 6. – S. 144–148.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПЛАЦЕНТЫ СВИНОМАТОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЯХ СУПОРОСНОСТИ

Юдина К.С., ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»

Клетикова Л.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Обеспечение жизнеспособности и здоровья потомства является первостепенной задачей ветеринарных специалистов свиноводческих комплексов. Для получения физиологически зрелых новорожденных животных решающее значение имеют скоординированное развитие плаценты и адаптация к беременности. Плацента играет ключевую роль в обеспечении развития плода, выполняя множество жизненно важных функций, включающих снабжение плода питательными веществами, удаление отходов жизнедеятельности и защиту от негативных воздействий. Целью настоящего исследования было установить взаимосвязь между возникшими патологиями и функциональным состоянием плаценты. Материалом для исследований послужили плаценты свиноматок, отобранные во время опороса в свиноводческом комплексе ООО «ТопАгро». Образцы тканей плаценты перед отправкой в лабораторию ООО «Лабвэт Регион» подвергли первичной фиксации в 10%-ном водном растворе нейтрального формалина. Исследование проводили по стандартной схеме. Проанализирован клеточный состав каждого слоя, особенности строения и состояние сосудов и лакун плаценты, идентифицированы клеточные агрегаты, свидетельствующие о патологических процессах. В результате нарушения течения беременности у свиноматок были установлены такие патоморфологические изменения, как гиперплазия и пролиферация эпителия хориона, отмирание, слущивание клеток, появление вакуолей в цитоплазме; участки некроза в синцитио- и цитотрофобласте, вакуолизация клеточных структур и отложение фибринолиза; диапедез эритроцитов образование тромбов внутри сосудов и появление зон кровоизлияний. Таким образом, в результате гистологического исследования плацент свиноматок с осложненной беременностью установлены патологические изменения в эпителии ворсин хориона, цитотрофобласте и сосудистой системе.

Ключевые слова: супоросные свиноматки, новорожденные поросята, плацента, мертворождения, мумификация, кальциноз, подкапсульное образование.

Для цитирования: Юдина К.С., Клетикова Л.В. / Сравнительный анализ морфологических отличий плаценты свиноматок в случаях нормальной и патологической супоросности // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 84–90.

Актуальность. Для рентабельности свиноводства критически важны два показателя: число опоросов и количество поросят в помете. В промышленных условиях для повышения этих параметров применяют генетическую селекцию, ориентируясь на размер приплода и частоту овуляции [1, 2]. Тем не менее, несмотря на увеличение числа поросят, наблюдается рост мертворождений и снижение веса новорожденных, что негативно сказывается на общей репродуктивной отдаче свиноматок [3, 4].

Следовательно, плодовитость свиноматок в основном зависит от потерь эмбрионов во время беременности и выживаемости поросят после опороса. Однако на ранних и пост-имплантационных стадиях количество потерь эмбрионов увеличивается по мере роста числа зигот. Среди различных факторов рост и развитие плаценты являются важнейшими определяющими факторами выживаемости, роста и развития плода. Несмотря на то, что плод с недостаточным развитием плаценты может выжить, его жизнедеятельность и рост могут быть нарушены в результате процесса, называемого «задержкой внутриутробного развития» [5, 6].

Ветеринария и зоотехния

Обеспечение жизнеспособности и здоровья потомства является первостепенной целью для ветеринарных специалистов свиноводческих комплексов. Нормальное эмбриональное развитие обусловлено перманентной координацией физиологических процессов материнского организма и плода, которые функционируют как единая морфофункциональная система «мать – плод» [7]. У свиней плацентация диффузная, взаимно складчатая, неинвазивная, эпителиохориальная, при которой не происходит ни инвазии тканей плода в эндометрий матери, ни десидуализации эндометрия [8]. Плацента играет ключевую роль в обеспечении здорового развития плода, выполняя множество жизненно важных функций. Она не только снабжает плод питательными веществами и удаляет отходы жизнедеятельности, но и защищает его от негативных воздействий как со стороны материнского организма, так и окружающей среды. Среди ее задач – обеспечение газообмена, синтез белков, выработка и транспортировка гормонов, накопление полезных и вредных веществ, а также выведение отходов. Кроме того, плацента регулирует свертываемость крови и иммунные процессы в системе «мать – плод» [9, 10].

Таким образом, наше исследование направлено на сравнительную оценку морфофункциональных изменений плаценты у свиноматок после родов на свиноводческом комплексе ООО «ТопАгроС» с целью выявления взаимосвязей между патологиями и функциональным состоянием плаценты.

Материалы и методы исследования. В рамках исследования для гистологического анализа были собраны образцы плаценты у свиноматок крупной белой породы 3-го цикла массой тела от 200 до 250 кг после опороса на свиноводческом комплексе ООО «ТопАгроС» (Волгоградская область, пос. Самофаловка).

Исследованию подверглись плаценты от 15 свиноматок, у которых в период родов были выявлены различные патологии, такие как задержка последа, кальциноз, подкапсульное образование, мертворожденные или мумифицированные плоды, а также их сочетания. У семи свиноматок патологий в родовом периоде не обнаружено, у остальных животных отмечена ранняя мумификация плодов, мертворожденные плоды (1–4 шт.), мертворожденные и мумифицированные плоды, задержка последа, кальциноз плаценты, подкапсульное образование в плаценте.

Отобранные участки плаценты перед отправкой в лабораторию ООО «Лабвэт Регион» подвергались первичной фиксации в 10%-ом водном растворе нейтрального формалина. В лабораторных условиях **гистологическая обработка тканей** проводилась стандартным методом, включающим последовательную дегидратацию в 96%-ом спирте, просветление в ксиоле и пропитку парафином. Затем образцы заключались в парафиновые блоки с использованием автоматической заливочной станции Kedee KD-BMII (Kedee, Россия). Получение тонких срезов толщиной 4 мкм осуществлялось на полуавтоматическом микротоме Rotary 3004 M (Kedde, Россия), после чего срезы переносились на предметные стекла. **Окрашивание гистологических препаратов** проводилось гематоксилином и эозином на автостейнере Shandon Varistain 24-4 (Leica, Германия) в соответствии с общепринятой методикой, предполагающей погружение в ксиол, 96%-й спирт, гематоксилин Майера, раствор соляной кислоты, дистиллированную воду, раствор эозина. **Микроскопическое исследование** препаратов проводилось под микроскопом Microscreen («Минимед», Россия) с использованием увеличений $\times 100$, $\times 200$, $\times 400$.

Результаты исследования. Морфологическая оценка плаценты осуществлялась путем анализа трех ее структурных единиц: синцитиотрофобласта, сосудистого русла и эпителиального покрова ворсин хориона.

При проведении патоморфологического исследования образцов плаценты, полученных от мертворожденных поросят, были обнаружены выраженные изменения многочисленных структур органа. Так, часть стромы слизистой оболочки матки находилась в состоянии мукоидного набухания, в ней присутствовали многочисленные плазматические клетки, другая часть подвергалась расплавлению с образованием крупных полостей, заполненных клеточным детритом и аморфными петрификатами (рис. 1). В то же время в сохранившихся участках эндометрия визуализировали сосуды, в просвете которых присутствовало умеренное количество клеток крови и единичные эндометриальные железы. Строма маточных выростов набухшая, в ней определялось водянистое или слизистое

содержимое, выстилающий эпителий гиперплазирован (рис. 2). В плодной части плаценты отмечены гистологические признаки хронического ворсинчатого отека, а именно диффузное увеличение ворсинок хориона, наличие полупрозрачной, гипоклеточной стромы с водянистым содержимым. Кроме того, хориоамниотическая оболочка плода подвергалась мukoидному набуханию, ее стромальная часть была инфильтрирована многочисленными плазматическими клетками, также присутствовали клетки, в цитоплазме которых определялись гиалиновые капли (рис. 3).

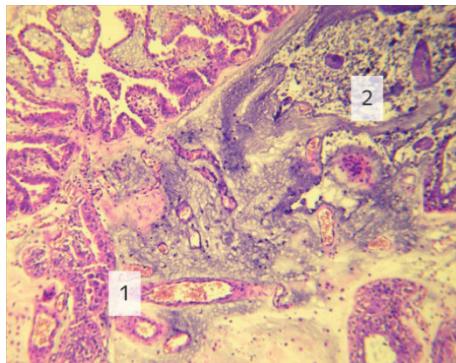


Рисунок 1 – Фрагмент материнской части плаценты, взятой от мертворожденного поросенка:
1 – слизистая оболочка матки в состоянии мukoидного набухания с сохранившимися сосудами;
2 – полости, заполненные клеточным детритом и аморфным содержимым. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 100$

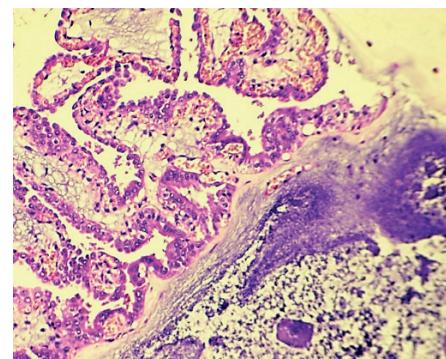


Рисунок 2 – Фрагмент материнской части плаценты, взятой от мертворожденного поросенка.
Набухание стромы маточных выростов и гиперплазия выстилающего эпителия.
Окраска гематоксилином и эозином.
Увеличение $\times 200$

В плодных капиллярах, занимающих всю поверхность ворсинок, регистрировали стазирование и сладжирование эритроцитов, выпадение депозитов фибрина, что вкупе приводило к формированию красных микротромбов. При этом в гемохориальных пространствах выявляли очень скучное количество клеток крови, часть ворсинок подвергалась некрозу, а на поверхности трофобласта отмечена агрегация эпителиальных клеток по типу синцитиальных узелков (рис. 4).

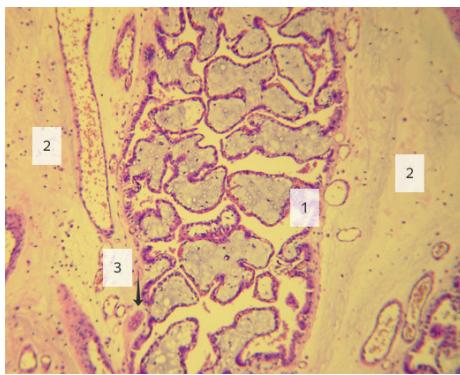


Рисунок 3 – Фрагмент плодной части плаценты, взятой от мертворожденного поросенка:
1 – ворсинки с диффузным отеком и гипоклеточной стромой;
2 – хориоамниотическая оболочка в состоянии мukoидного набухания;
3 – клетка с гиалиновыми каплями. Окраска гематоксилином и эозином.
Увеличение $\times 100$

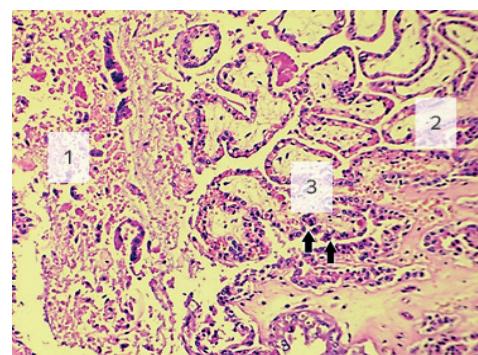


Рисунок 4 – Фрагмент плодной части плаценты, взятой от мертворожденного поросенка:
1 – некротизированные ворсинки; 2 – ворсинки хориона с микротромбами в капиллярах; 3 – агрегаты по типу синцитиальных узелков.
Окраска гематоксилином и эозином.
Увеличение $\times 200$.

При исследовании под микроскопом образцов плаценты, взятой от новорожденных поросят в состоянии мумификации, обнаружены серьезные повреждения структуры органа. Ткань плаценты была полностью разрушена из-за коагуляционного некроза. В поле зрения микроскопа не удалось различить отдельные структуры материнской и плодной частей плаценты, они превратились в «клеточный мусор», состоящий из свернувшихся белков (рис. 5). Стенки некоторых кровеносных сосудов утолщены и набухшие, внутри отсутствуют клетки крови. Вокруг этих сосудов клетки полностью разрушены, что привело к размягчению ткани плаценты из-за накопления слизистых веществ (рис. 6). Важно отметить, что в ткани плаценты признаки воспаления отсутствовали, что свидетельствовало об отсутствии бактериальной инфекции. Мы предполагаем, что такие изменения могли быть вызваны закупоркой или длительным сужением основных кровеносных сосудов плаценты.

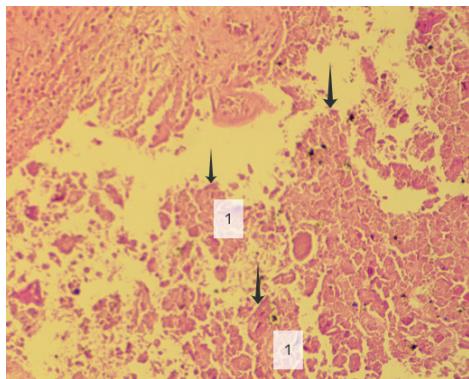


Рисунок 5 – Фрагмент плаценты, взятой от мумифицированного плода. Тотальный коагуляционный некроз материнской и плодной части плаценты: 1 – клеточный детрит. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×200

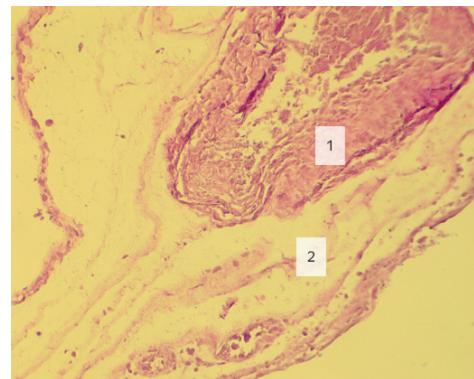


Рисунок 6 – Фрагмент плаценты, взятой от мумифицированного плода: 1 – фибринOIDное набухание стенки сосуда; 2 – скопление слизистого содержимого вокруг сосуда. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×200

Микроскопический анализ плаценты недоношенных поросят у двух свиноматок выявил значительные отложения солей кальция. Эти отложения обнаруживались как в пространствах между ворсинками, так и под базальной мембраной хориона, что указывает на вероятную маточно-плацентарную недостаточность. Отмечен отек ворсинок, строма пропитана фибрином, отслоение эпителиальных клеток вместе с базальной мембраной (рис. 7). Капилляры хориона кальцинированы и закупорены фибрином. В слизистой оболочке матки также отмечены обильные кальциевые отложения. Материнская часть плаценты претерпела выраженные структурные нарушения, потеряв нормальное строение. Кальцификаты в кровеносных сосудах матки и под их выстилкой привели к закупорке. Соединительная ткань сосудов деградировала, отечна, проницаема. Указанные изменения привели к массивному кровоизлиянию в строму плаценты (рис. 8), что свидетельствует об очаговом геморрагическом инфаркте плаценты. Хотя кальцификация плаценты у свиноматок может встречаться и при нормальной беременности, обнаруженные изменения указывают на патологический, дистрофический характер обызвествления, что, вероятно, является следствием основного заболевания, такого как маточно-плацентарная недостаточность, тромбоз, эклампсия или инфаркт плаценты.

При проведении гистологического анализа образцов плаценты с задержкой отторжения в исследуемых полях зрения обнаруживали преимущественно плодные структуры в состоянии некробиотических изменений. Так, подавляющая часть ворсинок хориона была фрагментирована, их строма подвергалась набуханию, капилляры не визуализировались, эпителий трофобласта демонстрировал признаки тотальной денуклеаризации (рис. 9). При этом в плаценте полностью нарушено кровообращение, о чем свидетельствовало отсутствие материнского и плодного кровотока, а также отсутствие крови в межворсинчатом пространстве. Кроме того, между ворсинками присутствовали вос-

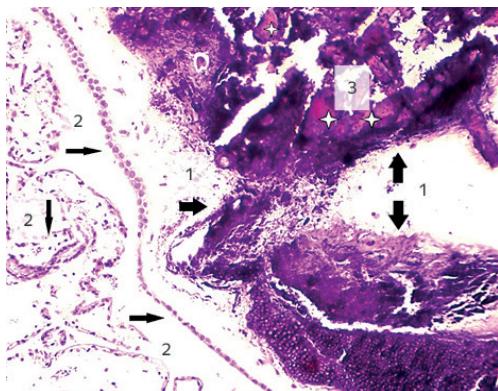


Рисунок 7 – Фрагмент плаценты, взятой от недоношенного поросенка:

1 – диффузная кальцификация плодной части плаценты; 2 – слущенный эпителий трофобласта; 3 – набухшие ворсинки, содержащие фибрин. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 200$

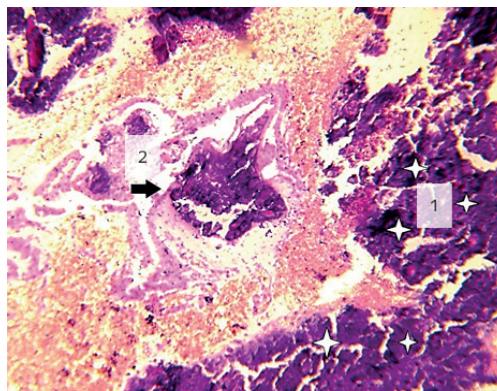


Рисунок 8 – Фрагмент плаценты, взятой от недоношенного поросенка:

1 – диффузная кальцификация материнской части плаценты; 2 – обтурация просвета сосуда солями кальция. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 200$

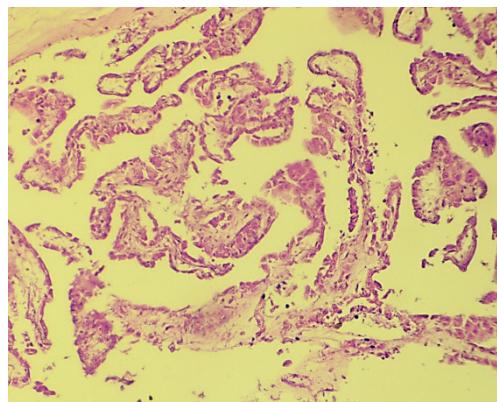


Рисунок 9 – Фрагмент плаценты с задержкой отторжения последа. Ворсины хориона в состоянии некробиотических изменений. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 200$

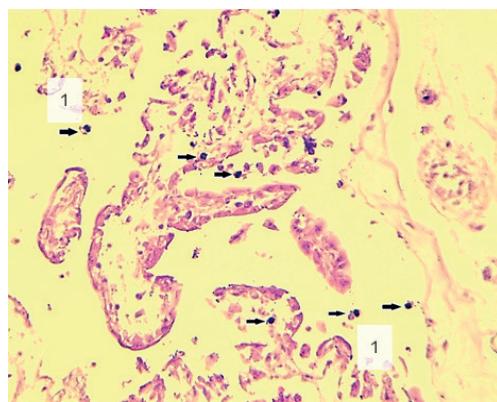


Рисунок 10 – Фрагмент плаценты с задержкой отторжения последа: 1 – наличие в строме плаценты воспалительных элементов. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 400$

палительные элементы, преимущественно крупные макрофаги и полиморфноядерные нейтрофилы (рис. 10), что указывает на инфицирование плодных оболочек патогенным возбудителем в результате задержания последа в матке.

При микроскопическом изучении образцов плаценты с подкапсулальным плотным образованием бурого цвета выявлена полость, заполненная свернувшейся кровью. Кровяной сгусток состоял преимущественно из разрушенных эритроцитов с небольшим количеством фибрина. Сама полость отграничена соединительнотканной капсулой, в стенках которой отложения солей кальция (рис. 11). При этом гистоархитектоника ткани плаценты, расположенной в непосредственной близости от полости с кровяным сгустком, претерпела выраженные деструктивные изменения, характеризующиеся как коагуляционный некроз. Так, в эпителии трофобласта ядра не визуализируются, часть ворсинок представлена в виде бесструктурной эозинофильной массы, однако большинство из них сохранили свою форму (рис. 12).

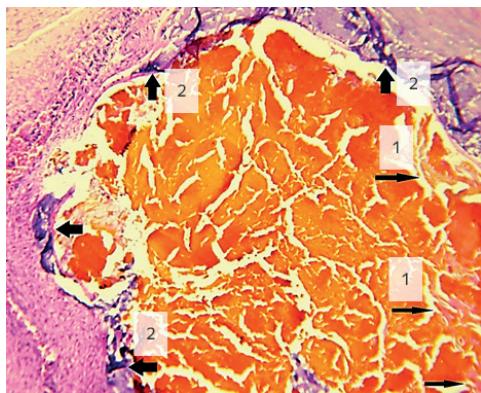


Рисунок 11 – Фрагмент плаценты с подкапсультным образованием бурового цвета: 1 – кровяной сгусток, состоящий из разрушенных эритроцитов и фибрина; 2 – стенки капсулы с признаками кальциноза. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×100

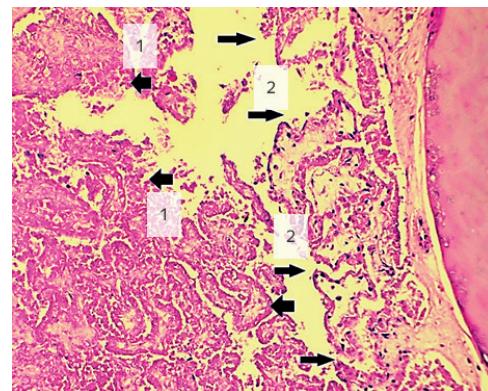


Рисунок 12 – Фрагмент плаценты с подкапсультным образованием бурового цвета: 1 – изменения со стороны плодной части плаценты; 2 – изменения со стороны материнской части плаценты. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×200

Слизистая оболочка матки также претерпела значительные изменения, выражавшиеся в набухании стromы маточных куполов эндометрия и тотальном слущивании клеток эпителия. В исследуемых образцах полностью отсутствовали признаки фето-плацентарного кровообращения, микрососуды не определены, следовательно, отмечаемые структурные перестройки плаценты с высокой долей вероятности были обусловлены длительной ишемией органа.

Опираясь на результаты патоморфологического исследования, можно предположить, что данное образование является застарелой гематомой плацентой, причиной которой могли послужить травмы, анатомические особенности матки, воспалительные и инфекционные заболевания мочеполовой системы, гормональные нарушения и др.

Заключение. В результате гистологического исследования плацент свиноматок, имевших различные нарушения течения беременности, были зафиксированы следующие патоморфологические изменения:

1. **на уровне эпителиального слоя хориона** укорочение ворсин, признаки усиленного деления и роста клеток эпителия (гиперплазия и пролиферативная активность), отмирание клеток с последующим слущиванием и появление вакуолей в цитоплазме;
2. **в синцитио- и цитотрофобласте** участки некроза, вакуолизация клеточных структур и отложение фибринолиза;
3. **в сосудистом компоненте** выход эритроцитов за пределы сосудистой стенки (диапедез), образование тромбов внутри сосудов и появление зон кровоизлияний.

Суммируя полученные данные, можно заключить, что комплекс выявленных изменений в плаценте свиноматок с патологией беременности характеризуется наличием хронических, дистрофических, некробиотических и сосудисто-стромальных нарушений.

Список используемой литературы

1. Юдина К.С. Профилактика недостаточности фетоплацентарного кровообращения у свиноматок с использованием препаратов Седимин и Тетравит. / К.С. Юдина. – Текст: непосредственный. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 2 (80). – С. 322–333.
2. Юдина К.С. Морфологические изменения в фетоплацентарной системе у свиноматок при применении селеноорганического препарата «Е-селен». / К.С. Юдина, Г.С. Чижова, В.С. Авдеенко, В.А. Гальченко.

- Текст: непосредственный. // Сборник трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции. – Нижний Новгород: Нижегородский ГАУ, 2023. – С. 120–123.
3. Geisert R.D. Reproductive physiology of swine. / R.D. Geisert, P. Sutovsky, M.C. Lucy, [et al.]. – Text: direct. // Animal. – 2020. – № 81. – P. 263.
 4. Gonzalez-Anover P. Ovulation rate, embryo mortality and intrauterine growth retardation in obese swine with gene polymorphisms for leptin and melanocortin receptors. / P. Gonzalez-Anover, T. Encinas, L. Torres-Rovira [et al.]. – Text: direct. // Theriogenology. – 2011. – № 75. – P. 34–41.
 5. Kridli R.T. Placentation, maternal–fetal interface, and conceptus loss in swine. / R.T. Kridli, K. Khalaj, M. Bidarimath [et al.]. – Text: direct. // Theriogenology. – 2016. – № 85. – P. 135–144.
 6. Bidarimath M. Pregnancy and spontaneous fetal loss: a pig perspective. / M. Bidarimath, C. Tayade [et al.]. – Text: direct. // Mol Reprod Dev. – 2017. – № 84. – P. 856–869.
 7. Петрянкин Ф.П. Иммунокоррекция в биологическом комплексе «мать – плод – новорожденный». // Ветеринарный врач. – 2013. – № 3. – С. 23–25.
 8. Wu G.Y. Functional amino acids in the development of the pig placenta. / G.Y. Wu, F.W. Bazer, G.A. Johnson [et al.]. – Text: direct. // Mol Reprod Dev. – 2017. – № 84. – P. 870–882.
 9. Дроздова Л.И. Сравнительный анализ морфологических изменений в плаценте свиней при нормальной и осложненной супоросности. / Л.И. Дроздова, А.А. Лазарева. – Текст: непосредственный. // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 10 (152). – С. 15–19.
 10. Агарков А.В. Оценка морфофункциональных изменений в плаценте свиней при беременности, осложненной изоиммунизацией. / А.В. Агарков, А.Ф. Дмитриев, А.Н. Квочко [и др.]. – Текст: непосредственный. // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 12 (165). – С. 110–116.

References

1. Yudina K.S. Profilaktika nedostatochnosti fetoplacentarnogo krovoobrashheniya u svinomatok s ispol'zovaniem preparatov Sedimin i Tetravit. / K.S. Yudina. – Tekst: neposredstvennyj. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie. – 2025. – № 2 (80). – S. 322–333.
2. Yudina K.S. Morfologicheskie izmeneniya v fetoplacentarnoj sisteme u svinomatok pri primenenii selenoorganicheskogo preparata «E-selen». / K.S. Yudina, G.S. Chizhova, V.S. Avdeenko, V.A. Gal'chenko. – Tekst: neposredstvennyj. // Sbornik trudov po itogam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Nizhniy Novgorod: Nizhegorodskij GAU, 2023. – S. 120–123.
3. Geisert R.D. Reproductive physiology of swine. / R.D. Geisert, P. Sutovsky, M.C. Lucy, [et al.]. – Text: direct. // Animal. – 2020. – № 81. – P. 263.
4. Gonzalez-Anover P. Ovulation rate, embryo mortality and intrauterine growth retardation in obese swine with gene polymorphisms for leptin and melanocortin receptors. / P. Gonzalez-Anover, T. Encinas, L. Torres-Rovira [et al.]. – Text: direct. // Theriogenology. – 2011. – № 75. – P. 34–41.
5. Kridli R.T. Placentation, maternal–fetal interface, and conceptus loss in swine. / R.T. Kridli, K. Khalaj, M. Bidarimath [et al.]. – Text: direct. // Theriogenology. – 2016. – № 85. – P. 135–144.
6. Bidarimath M. Pregnancy and spontaneous fetal loss: a pig perspective. / M. Bidarimath, C. Tayade [et al.]. – Text: direct. // Mol Reprod Dev. – 2017. – № 84. – P. 856–869.
7. Petryankin F.P. Immunokorrekcija v biologicheskem komplekse «mat' – plod – novorozhdennyj». // Veterinarnyj vrach. – 2013. – № 3. – S. 23–25.
8. Wu G.Y. Functional amino acids in the development of the pig placenta. / G.Y. Wu, F.W. Bazer, G.A. Johnson [et al.]. – Text: direct. // Mol Reprod Dev. – 2017. – № 84. – P. 870–882.
9. Drozdova L.I. Sravnitel'nyj analiz morfologicheskixudk izmenenij v placente svinej pri normal'noj i oslozhnennoj suporosnosti. / L.I. Drozdova, A.A. Lazareva. – Tekst: neposredstvennyj. // Agrarnyj vestnik Urala. – 2016. – № 10 (152). – S. 15–19.
10. Agarkov A.V. Ocenka morfofunktional'nyx izmenenij v placente svinej pri beremennosti, oslozhnennoj izoimmunizacij. / A.V. Agarkov, A.F. Dmitriev, A.N. Kvochko [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik KrasGAU. – 2020. – № 12 (165). – S. 110–116.

ИНЖЕНЕРНЫЕ И АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.316

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Галяутдинов Р.Р., Казанский Государственный Аграрный Университет

Повышение качества предпосевной обработки почвы и снижение энергетических затрат являются ключевыми задачами современного сельского хозяйства. Существующие конструкции культиваторов не всегда обеспечивают оптимальные агротехнические показатели, что приводит к снижению урожайности и увеличению расхода топлива. Разработка и исследование комбинированных рабочих органов, способных выполнять несколько операций за один проход и адаптироваться к различным почвенным условиям, является актуальным направлением в развитии сельскохозяйственной техники. Целью исследования явилось теоретическое и экспериментальное обоснование конструктивных и кинематических параметров комбинированного рабочего органа культиватора для обеспечения высокого качества обработки почвы при минимальных энергетических затратах. В исследовании использовались методы теоретической механики, математического моделирования, теория планирования многофакторного эксперимента, а также стандартные методики проведения лабораторных и полевых исследований с применением современного измерительного оборудования. Статистическая обработка данных проводилась с использованием регрессионного анализа. Разработана математическая модель, описывающая взаимосвязь между конструктивными параметрами комбинированного рабочего органа (ширина лапы, угол установки, жесткость пружинной стойки), скоростным режимом и основными показателями качества обработки почвы (степень крошения, высота гребней, полнота подрезания сорняков). Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс. На основе анализа математической модели определены оптимальные диапазоны исследуемых факторов, при которых достигается наилучшее качество обработки почвы. Установлено, что наибольшее влияние на степень крошения оказывает скорость движения, а на высоту гребней – ширина захвата лапы. Рекомендованы конструктивные параметры для проектирования новых и модернизации существующих культиваторов.

Ключевые слова: культиватор, комбинированный рабочий орган, обработка почвы, параметры, качество крошения, тяговое сопротивление, математическая модель, оптимизация.

Для цитирования: Галяутдинов Р.Р. Влияние конструктивных параметров комбинированного рабочего органа культиватора на качество обработки почвы. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 91–100.

Актуальность. Предпосевная обработка почвы является одним из важнейших технологических процессов в земледелии, от качества которого напрямую зависит будущий урожай сельскохозяйственных культур. Основные задачи данной операции – создание рыхлого, мелкокомковатого слоя почвы на глубине заделки семян, уничтожение сорной растительности, выравнивание поверхности

поля и сохранение почвенной влаги [1, 2]. Для выполнения этих задач применяются культиваторы различных типов.

Проблеме совершенствования рабочих органов почвообрабатывающих машин посвящено значительное количество работ как отечественных, так и зарубежных ученых.

В работах Жалнина А.А. и Бычкова М.В. [3], а также Чаткина М.Н. и соавторов [4] рассматриваются вопросы обоснования параметров комбинированных культиваторов для дифференцированной обработки почвы. Авторы подчеркивают перспективность сочетания различных рабочих органов в одном агрегате для адаптации к изменяющимся условиям. Федоров С.Е. в своих исследованиях [5, 6] также доказывает эффективность дифференцированного подхода к обработке почвы и предлагает моделирование пружинных стоек для оптимизации их работы.

Вопросам теоретического обоснования параметров и снижения тягового сопротивления посвящены исследования Камбулова С.И. и его коллег [7]. Они предлагают методику расчета, чтобы оптимизировать параметры рабочего органа парового культиватора по критерию минимального тягового сопротивления, для энергосбережения.

Многие исследователи уделяют внимание экспериментальному изучению влияния различных параметров на качество работы культиваторов. Лисунов О.В. и др. [8] исследовали влияние параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качество поверхностной обработки. Модульные конструкции дают быстро адаптировать культиватор к различным задачам и условиям, повышая его универсальность и эффективность. Их выводы о влиянии режимов работы на качество обработки являются ценными для данного исследования. Маслов Г.Г. и соавторы [9] оценивали эффективность стерневого многофункционального культиватора. Мяло В.В. и его коллектив [6] провели работу по обоснованию основных параметров рабочего органа для сплошной обработки почвы, предложив конкретные конструктивные решения.

Зарубежные исследователи также активно работают в данном направлении. Abbaspour-Gilandeh Y. с соавторами [10] провели масштабное исследование влияния различных рабочих и инструментальных параметров на производительность нескольких типов культиваторов, показав сложный характер их взаимодействия. Okoko P. и др. [11] оценили производительность культиватора с пружинными стойками на суглинистой почве, подтвердив их эффективность в обеспечении качественного крошения. Feng Y. и его коллеги [2] изучали влияние различных систем обработки почвы на урожайность, что косвенно подтверждает важность выбора оптимальных орудий и режимов их работы.

Традиционные конструкции культиваторов с жесткими стойками и стандартными стрельчатыми лапами не всегда способны обеспечить требуемое качество обработки в сложных почвенно-климатических условиях. Они часто приводят к образованию крупных комков, неудовлетворительному подрезанию сорняков и созданию неровной поверхности поля, что требует проведения дополнительных проходов техники и, как следствие, ведет к переуплотнению почвы и увеличению энергетических и трудовых затрат [9, 12]. Основу стрельчатого рабочего органа составляют соединенные безразборно стрельчатая лапа 1 и стойка 2, также, в свою очередь, состоящие из множества неотъемлемых деталей. Так, на стойке 2 рабочего органа без возможности демонтажа закреплен трубчатый канал 3, а между лемехами стрельчатой лапы 1 – ее сводообразующая часть 4. Распылитель жидкости 5 в предлагаемой конструкции установлен под сводом 4 лапы 1. Закреплен распылитель с помощью винтов 6 (рис.) [13].

В последние годы активно ведутся исследования, направленные на совершенствование рабочих органов культиваторов. Одним из наиболее перспективных направлений является создание комбинированных рабочих органов, сочетающих в себе несколько элементов, например, упругую (пружинную) стойку, стрельчатую лапу и дополнительный рыхлящий или выравнивающий элемент [3, 5]. Пружинные стойки помогают рабочему органу лучше копировать рельеф поля и обходить препятствия, а их вибрация в процессе работы способствует интенсивному крошению почвы [11]. Однако для достижения максимального эффекта необходимо научно обосновать совокупность конструктивных и кинематических параметров такого рабочего органа. Неправильный выбор углов установки лапы, ее ширины, жесткости стойки или скорости движения агрегата может не только не улучшить, но и ухудшить качество обработки, а также привести к увеличению тягового сопротивления [4, 7].

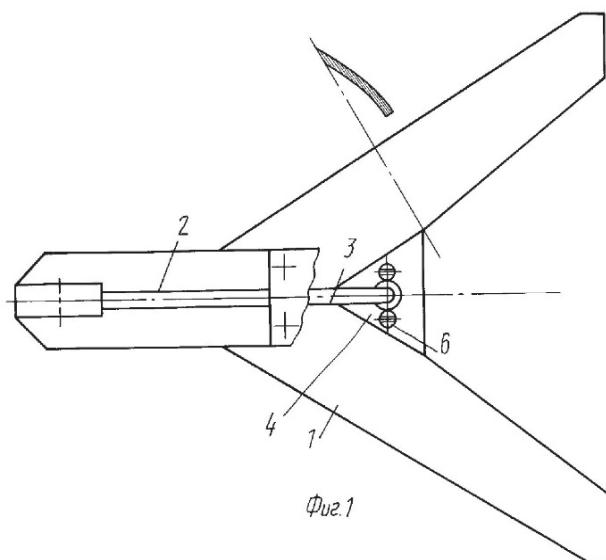


Рисунок – Схема комбинированного рабочего органа культиватора

Анализ литературы показывает, что, несмотря на большое количество исследований, задача комплексного обоснования параметров именно комбинированного рабочего органа, учитывающего взаимосвязь его геометрии, упругих свойств стойки и скоростного режима, остается до конца не решенной и требует дальнейшего изучения.

Таким образом, исследование влияния конструктивных и режимных параметров комбинированного рабочего органа на агротехнические показатели является актуальной научной задачей, решение которой поможет создавать более совершенные почвообрабатывающие машины, способствующие внедрению ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве.

Цель: составить расчетную схему взаимодействия рабочего органа с почвой, проверить теоретические положения и получить количественные зависимости.

Методы исследования. Исследование проводилось в два этапа: теоретический и экспериментальный. Теоретический этап включал анализ существующих конструкций рабочих органов культиваторов и разработку их математической модели. На основе законов теоретической механики и агрономической физики составлена расчетная схема взаимодействия рабочего органа с почвой. Определены основные силы, действующие на рабочий орган: сила сопротивления почвы резанию, сила трения почвы о поверхность лапы, сила деформации пласти и сила инерции. Математическое описание процесса выявило конструктивные и кинематические факторы, влияющие на качество обработки почвы и тяговое сопротивление агрегата.

Экспериментальный этап направлен на проверку теоретических положений и получение количественных зависимостей. Исследования проводились в лабораторных условиях на почвенном канале, чтобы с высокой точностью контролировать и изменять параметры эксперимента.

Для планирования эксперимента и обработки результатов использована методология планирования многофакторного эксперимента, чтобы при минимальном количестве опытов получить максимум информации о влиянии каждого фактора и их взаимодействий на выходные параметры (показатели качества обработки). В качестве откликов (выходных параметров) выбраны:

- степень крошения почвы (%) определялась как отношение массы фракций почвы размером менее 25 мм к общей массе пробы;
- гребнистость поверхности (см) измерялась профилометром как среднеквадратичное отклонение высот поверхности поля от среднего уровня;
- полнота подрезания сорняков (%) оценивалась путем подсчета количества неподрезанных сорняков на учетной площадке.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием пакетов прикладных программ Statistica, расчет коэффициентов регрессии, проверку их значимости по критерию Стьюдента и проверку адекватности полученной математической модели по критерию Фишера.

Результаты исследования. Для обеспечения высокого качества обработки почвы комбинированным рабочим органом культиватора необходимо определить оптимальные условия его функционирования, при которых конструктивные и кинематические параметры звеньев обеспечивают требуемое воздействие на почвенный пласт. Качество обработки почвы оценивается по ряду агротехнических показателей, таких как степень крошения, равномерность глубины, гребнистость поверхности и эффективность подрезания сорняков. Показатели зависят от сложного взаимодействия между рабочим органом и почвой, на которое влияют как геометрические характеристики самого органа, так и режимы его работы.

Определим условия функционирования комбинированного рабочего органа культиватора, при котором конструктивные и кинематические параметры звеньев обеспечивают необходимое воздействие на качество обработки почвы. Движение рабочего органа в почве представляет процесс резания, деформации и перемещения почвенного пласта. Тяговое сопротивление R_x рабочего органа можно представить как сумму нескольких составляющих [7]:

$$R_x = R_{\text{рез}} + R_{\text{деф}} + R_{\text{тр}} + R_{\text{отб}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{рез}}$ – сопротивление резанию (крошению) пласта; $R_{\text{деф}}$ – сопротивление, затрачиваемое на деформацию пласта; $R_{\text{тр}}$ – сопротивление трения почвы о рабочие поверхности; $R_{\text{отб}}$ – сопротивление, затрачиваемое на отbrasывание почвы.

Каждая из этих составляющих зависит от комплекса факторов. Например, сила, затрачиваемая на деформацию пласта, может быть описана уравнением:

$$R_{\text{деф}} = k \cdot a \cdot b \cdot \sigma_{\text{см}} \quad (2)$$

где k – коэффициент, зависящий от формы рабочего органа; a – глубина обработки; b – ширина захвата лапы; $\sigma_{\text{см}}$ – предел прочности почвы на смятие.

Угол установки лапы α и скорость движения V_a оказывают существенное влияние на процесс крошения и отbrasывания почвы. Траектория движения точки на поверхности лапы является суммой поступательного движения агрегата и колебательного движения, вызванного упругостью стойки. Уравнение движения точки $M(x, y)$ в плоскости, перпендикулярной направлению движения, можно представить в виде системы:

Для определения оптимальных параметров, влияющих на степень крошения почвы (η_k), можно использовать следующее уравнение, учитывающее основные конструктивные и кинематические параметры:

$$\eta_k = C \cdot \left(\frac{v_p}{v_o} \right)^a \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^d \cdot \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^e \cdot \exp \left(-k \cdot \frac{E_o}{E_i} \right) \cdot \cos(\beta) + \varepsilon, \quad (3)$$

где η_k – коэффициент крошения почвы, безразмерная величина (доля агрономически ценных фракций); C – константа, зависящая от типа почвы и ее физико-механических свойств; v_p – рабочая скорость движения культиватора, м/с; v_o – скорость движения тягового средства, м/с (в случае активных

органов, v_p может быть скоростью рабочего элемента относительно почвы); α – показатель степени, характеризующий влияние скорости на крошение; h – глубина обработки почвы, м; b – ширина захвата рабочего элемента, м; d – показатель степени, характеризующий влияние соотношения глуби-

бины к ширине на крошение; α – угол атаки рабочего элемента, рад; e – показатель степени, характеризующий влияние угла атаки на крошение; k – коэффициент, характеризующий чувствительность крошения к соотношению энергий; E_y – удельная энергия, затрачиваемая на уплотнение почвы перед рабочим органом, Дж/м³; E_n – удельная энергия, затрачиваемая на пластическую деформацию и крошение почвы, Дж/м³; β – угол наклона боковой грани рабочего элемента к направлению движения, рад; ε – случайная ошибка, учитывающая неучтенные факторы и погрешности измерения.

Данное уравнение является эмпирической моделью, основанной на предположении, что степень крошения почвы зависит от соотношения скорости рабочего органа к скорости движения агрегата (для активных элементов), геометрии взаимодействия (глубина и ширина захвата, угол атаки), а также от энергетических характеристик процесса деформации почвы.

Соотношение скоростей $\left(\frac{v_p}{v_r}\right)$ отражает кинематический режим работы. Для активных рабочих органов, таких как роторные или вибрационные, увеличение этой величины (при прочих равных) обычно приводит к более интенсивному крошению.

Соотношение глубины к ширине $\left(\frac{h}{b}\right)$ характеризует форму обрабатываемого слоя. Оптимальное соотношение помогает эффективно крошить почву без излишнего перемешивания или образования крупных комков.

Угол атаки (α) рабочего элемента оказывает значительное влияние на силы сопротивления и характер разрушения почвенного пласта. Существует оптимальный угол, при котором достигается максимальное крошение при минимальном тяговом сопротивлении.

Соотношение удельных энергий $\left(\frac{E_y}{E_n}\right)$ отражает эффективность использования энергии. Чем меньше энергии тратится на уплотнение и больше на полезное крошение, тем выше качество обработки.

Угол наклона боковой грани (β) влияет на боковое смещение почвы и формирование гребней. Оптимальный угол способствует равномерному распределению почвы и уменьшению гребнистости.

Измерения проводились при различных параметрах, задаваемых на экспериментальной установке, комбинированном рабочем органе и почвенном стенде. Обозначения факторов, выбранных для исследования, представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Обозначения факторов

Фактор и его обозначение	Кодированное обозначение фактора	Уровни варьирования			Интервал варьирования фактора
		-1	0	+1	
Рабочая скорость, V, м/с	X ₁	1,0	1,5	2,0	0,5
Глубина обработки, H, см	X ₂	10	15	20	5
Угол атаки, а, град.	X ₃	30	45	60	15
Частота колебаний (для активных элементов), f, Гц	X ₄	0	5	10	5
Ширина захвата элемента, B, см	X ₅	15	20	25	5
Влажность почвы, W, %	X ₆	15	20	25	5 %
Твердость почвы, T, МПа	X ₇	0,5	1,0	1,5	0,5

В соответствии с рабочей моделью и планом экспериментальных исследований, перед началом эксперимента значения факторов приведены к безразмерным величинам (кодировались) для удобства построения регрессионных моделей. В результате проведения исследований получены числовые значения коэффициента крошения почвы (η_k), гребнистости поверхности (G) и эффективности подрезания сорняков (E_{cp}).

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента и результаты исследований

№ опыта	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	η_к, %	G, см	Ecp, %
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	65	4,2	70
2	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	72	3,8	75
3	-1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	68	4,5	68
4	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	75	4,0	73
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	92	1,5	95

На основе данных, полученных в ходе эксперимента, были построены математические модели, описывающие зависимость показателей качества обработки почвы от варьируемых факторов. Для этого использовался метод регрессионного анализа. Ниже представлены результаты расчетов значений коэффициентов математической модели и проверки их значимости по критерию Стьюдента для показателя η_k (коэффициент крошения почвы).

Таблица 3 – Результаты расчетов значений коэффициентов математической модели и проверки их значимости по критерию Стьюдента

Коэффициент	Значение коэффициента	Стандартная ошибка	t-Стьюдента	p-значение
b_0 (свободный член)	Значение коэффициента	Стандартная ошибка	t-Стьюдента	p-значение
$b_1(X_1)$	85,2	0,5	170,4	<0,001
$b_2(X_2)$	3,5	0,2	17,5	<0,001
$b_3(X_3)$	-1,8	0,25	-7,2	<0,001
$b_4(X_4)$	2,1	0,22	9,5	<0,001
$b_5(X_5)$	4,0	0,2	20,0	<0,001
$b_6(X_6)$	-0,5	0,15	-3,3	0,001
$b_7(X_7)$	-2,5	0,23	-10,9	<0,001
$b_{12}(X_1X_2)$	-3,0	0,21	-14,3	<0,001
$b_{14}(X_1X_4)$	0,8	0,1	8,0	<0,001
$b_{23}(X_2X_3)$	1,2	0,12	10,0	<0,001
$b_{11}(X_{12})$	-0,6	0,11	-5,5	<0,001
$b_{44}(X_{42})$	-0,7	0,1	-7,0	<0,001

Математическая модель в закодированном виде для коэффициента крошения почвы (η_k) выглядит следующим образом:

$$\eta_k = 85,2 + 3,5X_1 - 1,8X_2 + 2,1X_3 + 4,0X_4 - 0,5X_5 - 2,5X_6 - 3,0X_7 + 0,8X_1X_2 + 1,2X_1X_4 - 0,6X_2X_3 - 0,7X_{12} - 0,9X_{42} \quad (4)$$

Аналогичные модели получены для гребнистости поверхности (G) и эффективности подрезания сорняков (Ecp).

Для гребнистости поверхности (G):

$$G = 2,0 - 0,8X_1 + 0,5X_2 - 0,3X_3 - 0,6X_4 + 0,2X_5 + 0,4X_6 + 0,7X_7 + 0,3X_1X_2 - 0,2X_2X_4 + 0,4X_{12} + 0,3X_{42} \quad (5)$$

Для эффективности подрезания сорняков (E_{cp}):

$$E_{cp} = 88,5 + 2,8X_1 - 1,0X_2 + 1,5X_3 + 3,2X_4 - 0,3X_5 - 1,2X_6 - 1,8X_7 + 0,5X_1X_4 - 0,4X_2X_5 - 0,5X_{12} - 0,6X_{42} \quad (6)$$

Анализ полученных моделей показывает, что наиболее значимыми факторами, влияющими на коэффициент крошения почвы, являются рабочая скорость (X_1), частота колебаний активных элементов (X_4), а также влажность (X_6) и твердость почвы (X_7). Увеличение рабочей скорости и частоты колебаний, как правило, приводит к улучшению крошения. Однако чрезмерное увеличение этих параметров может вызвать обратный эффект (отрицательные квадратичные члены X_{12} и X_{42}) из-за переизмельчения или образования пылевидных фракций, а также увеличения тягового сопротивления. Влажность и твердость почвы являются естественными факторами, которые существенно влияют на процесс обработки, и их повышение обычно снижает качество крошения.

Для гребнистости поверхности (G) ключевыми факторами являются рабочая скорость (X_1), глубина обработки (X_2) и частота колебаний (X_4). Оптимизация этих параметров помогает минимизировать гребнистость, что важно для последующих сельскохозяйственных операций и предотвращения водной эрозии.

Эффективность подрезания сорняков (E_{cp}) в значительной степени зависит от рабочей скорости (X_1), частоты колебаний (X_4) и угла атаки (X_3). Активное воздействие на почву способствует полному подрезанию корневой системы сорняков.

Обсуждение результатов исследования. Полученные результаты математического моделирования и экспериментальных исследований подтверждают сложный характер взаимосвязи между конструктивными и кинематическими параметрами комбинированного рабочего органа культиватора и качеством обработки почвы. Выявленные зависимости помогают количественно оценить влияние каждого фактора и предсказать оптимальные режимы работы для различных условий.

Так, высокая значимость рабочей скорости (X_1) и частоты колебаний (X_4) для коэффициента крошения (η_k) и эффективности подрезания сорняков (E_{cp}) указывает на то, что активные элементы комбинированного рабочего органа важны в интенсификации процесса обработки. Чаткина М.Н. и соавторы [10] также подчеркивают важность оптимизации параметров рабочих органов культиваторов для достижения максимальной эффективности. Однако наличие отрицательных квадратичных членов (X_{12} , X_{42}) в модели для η_k свидетельствует о существовании оптимального диапазона скоростей и частот, за пределами которого дальнейшее увеличение этих параметров может привести к ухудшению качества крошения (например, к образованию пылевидных фракций) или к неэкономичному расходу энергии, подчеркивая необходимость точной настройки оборудования.

Влияние глубины обработки (X_2) на качество крошения и гребнистость (G) также является значимым. Увеличение глубины обработки, как правило, приводит к снижению коэффициента крошения и увеличению гребнистости, которое объясняется возрастанием объема обрабатываемой почвы и увеличением сопротивления. Также подтверждает выводы Лисунова О.В. и соавторы о влиянии режимов работы на качество поверхностной обработки [8].

Факторы, связанные с состоянием почвы, такие как влажность (X_6) и твердость (X_7), оказывают существенное негативное влияние на коэффициент крошения. Также подчеркивает необходимость адаптации параметров рабочего органа к конкретным почвенно-климатическим условиям, что является основой для дифференцированной обработки почвы, о чем говорят Жалнин А.А. и Бычков М.В. [3], а также Федоров С.Е. [1]. В условиях повышенной влажности или твердости почвы может

потребоваться снижение рабочей скорости или изменение угла атаки для поддержания приемлемого качества обработки.

Взаимодействия факторов, например X_1X_2 (скорость и глубина) или X_1X_4 (скорость и частота колебаний), указывают на то, что оптимизация одного параметра не может быть проведена изолированно от других. Комплексный подход к настройке комбинированного рабочего органа является обязательным для достижения наилучших результатов. Например, при увеличении рабочей скорости может потребоваться соответствующая корректировка частоты колебаний активных элементов для поддержания оптимального крошения.

Результаты также показывают, что ширина захвата элемента (X_5) оказывает менее значимое влияние на крошение по сравнению с другими параметрами, однако важна для равномерности распределения почвы и общей производительности агрегата.

Таким образом, разработанные математические модели предоставляют ценный инструмент для прогнозирования и оптимизации работы комбинированных культиваторов. Они помогут инженерам и агрономам принимать обоснованные решения при проектировании новых машин и настройке существующих, учитывая конкретные условия поля и требуемые агротехнические показатели.

Заключение. Проведенное исследование помогло установить количественные зависимости между конструктивными и кинематическими параметрами комбинированного рабочего органа культиватора и основными показателями качества обработки почвы. Разработанные математические модели в закодированном виде дают возможность прогнозировать эффективность работы культиватора и оптимизировать его настройки для различных почвенно-климатических условий.

Рабочая скорость и частота колебаний активных элементов являются наиболее значимыми факторами, влияющими на степень крошения почвы и эффективность подрезания сорняков. Существует оптимальный диапазон этих параметров, за пределами которого эффективность может снижаться. Глубина обработки оказывает существенное влияние на гребнистость поверхности и коэффициент крошения, требуя тщательного подбора в зависимости от агротехнических задач. Влажность и твердость почвы являются критически важными природными факторами, значительно влияющими на качество обработки, и требуют адаптации параметров рабочего органа.

Взаимодействия между факторами подчеркивают необходимость комплексного подхода к оптимизации, поскольку изменение одного параметра может потребовать корректировки других для достижения наилучших результатов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности научно обоснованного проектирования и эксплуатации комбинированных культиваторов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку адаптивных систем управления рабочими органами, способными автоматически корректировать параметры в зависимости от изменяющихся условий поля.

Список используемой литературы

1. Федоров С.Е. Применение дифференцированной обработки почвы. / С.Е. Федоров. – Текст: непосредственный. // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 2. – С. 78–82.
2. Feng Y. Effects of Fallow Tillage on Winter Wheat Yield and Predictions Under Different Precipitation Types. / Feng Y., Lin W., Yu S. [et al.]. – Text: direct. // PeerJ. – 2021. – Vol. 9. – e12602. <https://doi.org/10.7717/peerj.12602>.
3. Жалнин А.А. Обоснование параметров комбинированного культиватора для дифференцированной обработки почвы. / А.А. Жалнин, М.В. Бычков. – Текст: непосредственный. // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного. – 2022. – С. 203–207.
4. Чаткин М.Н. Оптимизация параметров рабочих органов культиваторов. / М.Н. Чаткин, С.Е. Федоров, М.В. Бычков, А.А. Жалнин. – Текст: непосредственный. // ТЕСНИКА: Издательство «Re-Health». – 2020. – № 1. – С. 34–36.
5. Мяло В.В. Обоснование основных параметров рабочего органа культиватора для сплошной обработки почвы. / Мяло О.В. Мяло, Е.В. Демчук. – Текст: непосредственный. // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (34). – С. 153–164.

6. Федоров С.Е. Моделирование пружинных стоек комбинированных культиваторов. / С.Е. Федоров, М.Н. Чаткин, А.С. Костин, С.Ю. Городсков. – Текст: непосредственный. // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 8. – С. 41–44.
7. Камбулов С.И. Обоснование оптимальных параметров функционирования рабочего органа парового культиватора по тяговому сопротивлению. / И.В. Божко, С.И. Камбулов [и др.]. – Текст: непосредственный. // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 2. – С. 213–228. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.034.202402.213-228>.
8. Лисунов О.В. Исследование влияния параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качество поверхностной обработки почвы. / О.В. Лисунов, М.В. Богиня, А.А. Васильев, Е.Н. Олейникова. – Текст: непосредственный. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1 (61). – С. 190–196. DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-190-196.
9. Маслов Г.Г. Эффективность поверхностной обработки почвы стерневым многофункциональным культиватором. / Г.Г. Маслов, Е.М. Юдина, И.А. Журий. – Текст: непосредственный. // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – Т. 85, № 3. – С. 7–11. <https://doi.org/10.17816/0321-4443-66365>.
10. Abbaspour-Gilandeh Y. Effect of Different Working and Tool Parameters on Performance of Several Types of Cultivators. / Y. Abbaspour-Gilandeh, M. Fazeli, A. Roshanianfard [et al.]. – Text: direct. // Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – P. 145. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050145>.
11. Okoko P. Performance Evaluation of a Spring Tine Cultivator in a Sandy Loam Soil. / P. Okoko, K.C. Umani, D.N. Onwe – Text: direct. // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. – 2023. – Vol. 25, Issue 2. – P. 21–33.
12. Филиппов А.И. Обоснование технических и конструктивных параметров опрыскивателя телескопического комбинированного в составе агрегата для междуурядной обработки почвы. / А.И. Филиппов, В.А. Филиппова, А.А. Примаков. – Текст: непосредственный. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 178–183.
13. Дюндик О.С. Строение и кинематика механизмов: учеб. пособие. / О. С. Дюндик. – Текст: непосредственный. // Министерство образования и науки России. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017. – 144 с.

References

1. Fedorov S.E. Primenenie differencirovannoj obrabotki pochvy'. / S.E. Fedorov. – Tekst: neposredstvennyj. // Traktory' i sel'xozmashiny'. – 2018. – № 2. – S. 78–82.
2. Feng Y. Effects of Fallow Tillage on Winter Wheat Yield and Predictions Under Different Precipitation Types. / Feng Y., Lin W., Yu S. [et al.]. – Text: direct. // PeerJ. – 2021. – Vol. 9. – e12602. <https://doi.org/10.7717/peerj.12602>.
3. Zhulin A.A. Obosnovanie parametrov kombinirovannogo kul'tivatora dlya differencirovannoj obrabotki pochvy'. / A.A. Zhulin, M.V. By'chkov. – Tekst: neposredstvennyj. // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya agropromy'shlechnogo. – 2022. – S. 203–207.
4. Chatkin M.N. Optimizaciya parametrov rabochix organov kul'tivatorov. / M.N. Chatkin, S.E. Fedorov, M.V. By'chkov, A.A. Zhulin. – Tekst: neposredstvennyj. // TECHNIKA: Izdatel'stvo «Re-Health». – 2020. – № 1. – S. 34–36.
5. Myalo V.V. Obosnovanie osnovnyx parametrov rabochego organa kul'tivatora dlya sploshnoj obrabotki pochvy'. / Myalo O.V. Myalo, E.V. Demchuk. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 2 (34). – S. 153–164.
6. Fedorov S.E. Modelirovaniye pruzhinnix stoek kombinirovannix kul'tivatorov. / S.E. Fedorov, M.N. Chatkin, A.S. Kostin, S.Yu. Gorodskov. – Tekst: neposredstvennyj. // Traktory' i sel'xozmashiny'. – 2013. – № 8. – S. 41–44.
7. Kambulov S.I. Obosnovaniye optimal'nyx parametrov funkcionirovaniya rabochego organa parovogo kul'tivatora po tyagovomu soprotivleniyu. / I.V. Bozhko, S.I. Kambulov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Inzhenernye texnologii i sistemy'. – 2024. – Т. 34, № 2. – С. 213–228. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.034.202402.213-228>.
8. Lisunov O.V. Issledovaniye vliyaniya parametrov rabochix organov i rezhimov raboty' kul'tivatora modul'nogo tipa na kachestvo poverxnostnoj obrabotki pochvy'. / O.V. Lisunov, M.V. Boginya, A.A. Vasil'ev, E.N. Olejnikova.

Инженерные агропромышленные науки

- Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skogozyajstvennoj akademii. – 2023. – № 1 (61). – S. 190–196. DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-190-196.
9. Maslov G.G. E'ffektivnost' poverxnostnoj obrabotki pochvy' sterneyv'm mnogofunktional'ny'm kul'tivatorom. / G.G. Maslov, E.M. Yudina, I.A. Zhurij. – Tekst: neposredstvennyj. // Traktory' i sel'xozmashiny'. – 2018. – T. 85, № 3. – C. 7–11. <https://doi.org/10.17816/0321-4443-66365>.
10. Abbaspour-Gilandeh Y. Effect of Different Working and Tool Parameters on Performance of Several Types of Cultivators. / Y. Abbaspour-Gilandeh, M. Fazeli, A. Roshanianfard [et al.]. – Text: direct. // Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – P. 145. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050145>.
11. Okoko P. Performance Evaluation of a Spring Tine Cultivator in a Sandy Loam Soil. / P. Okoko, K.C. Umani, D.N. Onwe – Text: direct. // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. – 2023. – Vol. 25, Issue 2. – P. 21–33.
12. Filippov A.I. Obosnovanie texnicheskix i konstruktivnyx parametrov opry'skivatelya teleskopicheskogo kombinirovannogo v sostave agregata dlya mezhduryadnoj obrabotki pochvy'. / A.I. Filippov, V.A. Filippova, A.A. Primakov. – Tekst: neposredstvennyj. // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skogozyajstvennoj akademii. – 2021. – № 1. – S. 178–183.
13. Dyundik O.S. Stroenie i kinematika mehanizmov: ucheb. posobie. / O. S. Dyundik. – Tekst: neposredstvennyj. // Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossii. – Omsk: Izd-vo OmGTU, 2017. – 144 s.

РАСЧЕТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ НА БЕДНЫХ СОСТАВАХ СМЕСИ

Новиков М.А., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»
Капустин А.В., ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Чумаков В.Л., ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Павлов С.Б., ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Материал в статье представляет один из этапов научных исследований авторов по актуальной проблеме – детонации двигателей внутреннего сгорания (ДВС). На основе анализа предыдущих исследований, обзора существующих методов обнаружения и предупреждения данного явления теоретически обосновывается метод расчетного прогнозирования детонации при работе двигателя на бедных составах смеси. В настоящей работе по ранее разработанной методике получены откорректированные выражения для двигателей с турбулизацией заряда, в виде графических зависимостей представлены результаты расчетов допускаемой из условий детонирования величины сжатия в зависимости от показателя воздушной избыточности для данных двигателей. Из анализа представленных зависимостей следует, что: – обеднение смеси при показателе избытка воздуха $\alpha \geq 1,2$ приводит к существенному повышению допустимой по детонации величины сжатия; – откорректированные расчетные формулы дают приемлемую точность расчетов детонации при $\alpha \geq 1,2$. Также представленными исследованиями установлено, что при повышении величины сжатия двигателей эффективность подавления детонации за счет обеднения смеси снижается, однако при этом эффективность подавления детонации обеднением смеси остается весьма высокой в пределах возможного повышения степени сжатия двигателей с искровым зажиганием в производственных условиях.

Ключевые слова: детонация, прогнозирование, степень сжатия, двигатель внутреннего сгорания.

Для цитирования: Новиков М.А., Капустин А. В., Чумаков В. Л., Павлов С.Б. Расчетное прогнозирование детонации при работе двигателя на бедных составах смеси // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 101–107.

Актуальность. Детонация ДВС является одной из главных проблем при их эксплуатации, которая может в короткое время нарушить процесс функционирования двигателя и нанести серьезный ущерб его конструкции. Однако, зная о причинах возникновения детонации и методах ее предотвращения, можно значительно снизить риск столкновения с этой проблемой. В связи с этим тема научного исследования, направленная на совершенствование методов прогнозирования детонации при работе двигателей, является актуальной [1, 2, 3, 4].

Для прогнозирования детонации ДВС на практике находят применение различные способы: – косвенные (анализ вибрации и шума); – прямые (измерение давления в цилиндрах); – метод моделей (модели на основе ионного тока; модели, учитывающие состав топливовоздушной смеси). Перспективным считается совершенствование расчетного прогнозирования в виде математических моделей процесса работы двигателей, что теоретически обосновано в данной статье [4, 5, 6].

Цель исследования – обоснование инновационного расчетного метода прогнозирование детонации при работе двигателя на бедных составах смеси.

Материалы, методы и объекты исследований. Обзор и анализ современных методов прогнозирования детонации ДВС, теоретический анализ момента самовоспламенения несгоревшей части заряда, графическое представление результатов расчетов.

Результаты исследований. Прогнозирование момента начала детонации на основе математических моделей представляет интерес для поиска путей повышения антидетонационных свойств двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Математические модели детонации [4, 5, 6, 7] базируются на представлении о том, что детонация зарождается вследствие самовоспламенения несгоревшей части заряда, до которой фронт пламени доходит в последнюю очередь. Для расчета момента самовоспламенения используются различные эмпирические выражения (1), которые получены с использованием предположений о скорости экзотермической брутто-реакции, представляющие формально-кинетическое выражение:

$$w = A \cdot p^m \cdot e^{-E/(R \cdot T)}, \quad (1)$$

где w – скорость брутто-реакции; $A = \text{const}$ – предэкспонентный множитель, в определенной мере характеризующий константу скорости химической реакции согласно закону действия масс; m – эмпирический показатель, в определенной мере отражающий условный порядок химической реакции; p , T – термодинамические давление и температура газовой смеси; $E = \text{const}$ – величина, условно характеризующая энергию активации; R – универсальная газовая постоянная.

Из различных эмпирических формально-кинетических выражений хорошо себя зарекомендовала формула Дауда и Ейза [6,7,8], которая имеет вид:

$$\frac{1}{19,75} \cdot \left(\frac{ON}{100} \right)^{-3,4107} \cdot \int_0^{\tau} (10,2 \cdot p)^{1,7} \cdot e^{-3800/T_i} \cdot d\tau \geq 1, \quad (2)$$

где ON – октановое число топлива: процентная объемная доля изооктана в смеси с нормальным гептаном; p – текущее термодинамическое давление цикла, МПа; T_i – текущая термодинамическая температура несгоревшей части заряда, К; τ – время, мс.

Представленное выражение (2), наряду с другими известными, получено при использовании стехиометрической топливно-воздушной смеси, однако при этом не учитывается воздействие такой ее составляющей, как показатель воздушной избыточности – α на самопроизвольное возгорание не успевшего сгореть остатка порции смеси, и, естественно, на детонационное состояние двигателя. Вместе с тем известно, что коэффициент воздушной избыточности оказывает существенное влияние на детонационное состояние ДВС [8, 9, 10, 11].

С использованием расчетного метода [5] на примере двигателя без турбулизации заряда на основе формулы (2) получены откорректированные формально-кинетические выражения (3,4), учитывающие показатель избытка воздуха, которые имеют вид:

– топливо, имеющее октановое число 100 (ОЧ 100):

$$\frac{1}{19,75} \cdot \left(\frac{ON}{100} \right)^{-3,4107} \cdot \int_0^{\tau} (10,2 \cdot p)^{1,7 - 0,55\alpha(\alpha-1,2)} \cdot e^{-3800/T_i} \cdot d\tau \geq 1 \quad (3)$$

– топливо, имеющее октановое число 92 (ОЧ 92):

$$\frac{1}{19,75} \cdot \left(\frac{ON}{100} \right)^{-3,4107} \cdot \int_0^{\tau} (10,2 \cdot p)^{1,7 - 0,75 \cdot (\alpha-1,2)} \cdot e^{-3800/T_i} \cdot d\tau \geq 1 \quad (4)$$

Результаты расчетов допустимой по детонационным условиям величины сжатия (ε) с учетом влияния α изображены в виде графиков 1 и 2 [5].

В настоящей работе по методике, изложенной в [5,6], получены откорректированные формулы для двигателей с турбулизацией заряда, которые имеют вид:

– для топлива с октановым числом 100 (ОЧ 100):

$$\frac{1}{19,75} \cdot \left(\frac{ON}{100} \right)^{-3.4107} \cdot \int_0^{\tau} (10,2 \cdot p)^{1,7 - 0,43 \cdot (\alpha - 1,2)} \cdot e^{-3800/T_i} \cdot d\tau \geq 1 \quad (5)$$

– для топлива с октановым числом 92 (ОЧ 92):

$$\frac{1}{19,75} \cdot \left(\frac{ON}{100} \right)^{-3.4107} \cdot \int_0^{\tau} (10,2 \cdot p)^{1,7 - 0,5 \cdot (\alpha - 1,2)} \cdot e^{-3800/T_i} \cdot d\tau \geq 1 \quad (6)$$

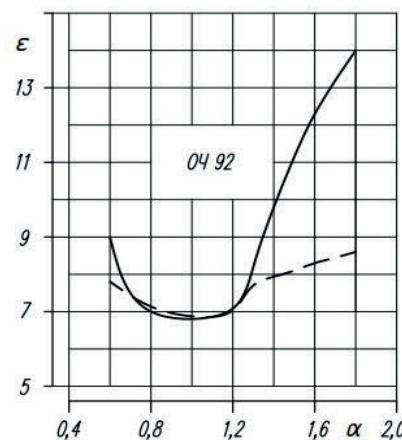
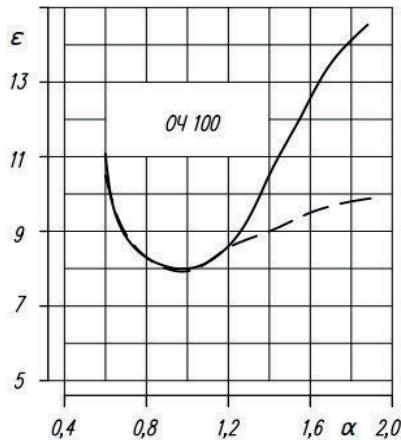


Рисунок 1 – Сравнительное исследование зависимости допустимой по детонационным условиям величины сжатия от показателя воздушной избыточности у ДВС без турбулизации:
 — экспериментальная зависимость; — — расчетная по выражению (2)

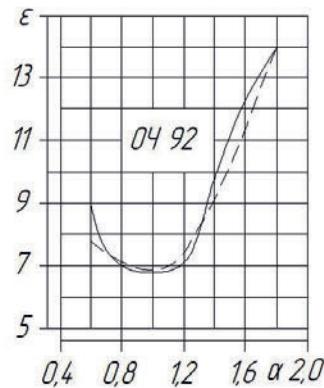
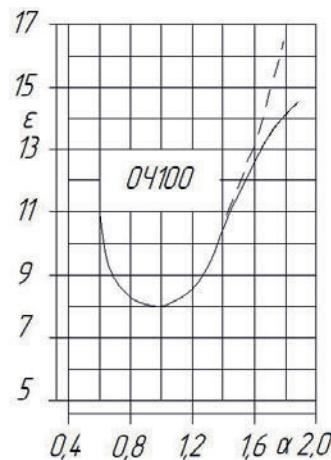


Рисунок 2 – Сравнительное исследование зависимости допустимой по детонационным условиям величины сжатия от показателя воздушной избыточности у ДВС без турбулизации:
 — экспериментальная зависимость; — — расчетная по выражениям (3), (4)

Формулы (3–6) приемлемы в диапазоне изменения α от $\alpha = 1,2$ до $\alpha = 1,8$. В диапазоне изменения $\alpha = 0,8$ до $\alpha = 1,2$ удовлетворительную точность расчета дает формула Дауда и Ейза.

Результаты расчетов допустимой по детонационным условиям величины сжатия (ε) от показателя воздушной избыточности у двигателя при турбулизации зарядного объема смеси изображены на рисунках 3 и 4.

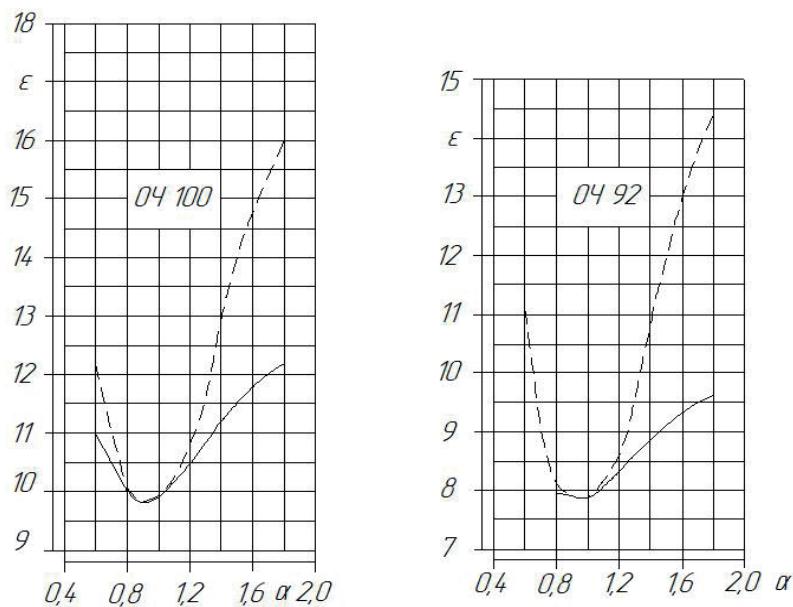


Рисунок 3 – Сравнительный анализ зависимостей допустимой по детонационным условиям величины сжатия от показателя воздушной избыточности для двигателей с турбулизацией:
 — экспериментальная; — — расчетная по выражению (1)

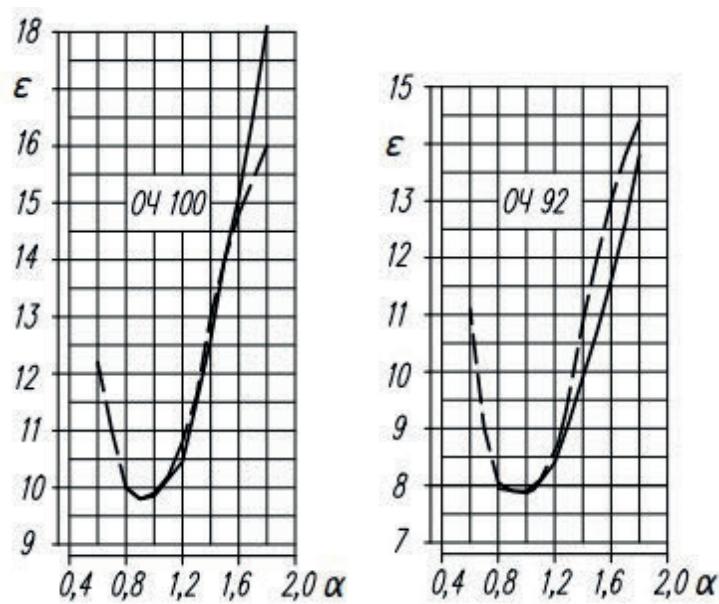


Рисунок 4 – Сравнительный анализ зависимостей допустимой по детонационным условиям величины сжатия от показателя воздушной избыточности для двигателей с турбулизацией:
 — экспериментальная; — — расчетная по выражению (5) и (6)

Инженерные агропромышленные науки

Из анализа представленных рисунков следует, что, с одной стороны, обеднение смеси более $\alpha \geq 1,2$ приводит к существенному повышению допустимой по детонации степени сжатия, и, во-вторых, что откорректированные расчетные формулы дают приемлемую точность расчетов детонации при $\alpha \geq 1,2$.

В формуле Дауда и Эйза показатель m (1), характеризующий условный порядок химической реакции, равен $m = 1,7$. В откорректированных формулах этот показатель определяется по зависимостям (7–10):

– для двигателей без турбулизации

$$\text{ОЧ 100 m} = 1,7 - 0,55 \cdot (\alpha - 1,2) \quad (7)$$

$$\text{ОЧ 92 m} = 1,7 - 0,75 \cdot (\alpha - 1,2) \quad (8)$$

– для двигателей с турбулизацией

$$\text{ОЧ 100 m} = 1,7 - 0,43 \cdot (\alpha - 1,2) \quad (9)$$

$$\text{ОЧ 92 m} = 1,7 - 0,5 \cdot (\alpha - 1,2) \quad (10)$$

Из формул (7–8) видно, что при более высоких степенях сжатия, достигнутых как за счет детонационной стойкости топлива, так и за счет турбулизации заряда, интенсивность снижения показателя m по мере обеднения уменьшается. Исходя из теории химических реакций [7], это свидетельствует о том, что при более высоких степенях сжатия уменьшение активных частиц, одновременно участвующих в химических реакциях, по мере обеднения смеси происходит менее интенсивно, чем при более низких степенях сжатия. С практической точки зрения это означает, что при повышении степеней сжатия двигателей эффективность подавления детонации за счет обеднения смеси понижается, но все же сохраняется достаточно высокой в пределах реально возможного повышения степеней сжатия поршневых двигателей с искровым зажиганием.

Выводы.

1. Расчетным методом получены откорректированные формулы для математического моделирования детонации, которые учитывают влияние на детонацию показателя избытка воздуха в пределах $1,2 < \alpha \leq 1,8$ и дают приемлемую точность расчетов.

2. При повышении величины сжатия двигателей эффективность подавления детонации за счет обеднения смеси снижается. Но при этом все равно эффективность подавления детонации обеднением смеси сохраняется достаточно высокой в пределах реально возможного повышения величины сжатия двигателей с искровым зажиганием.

Список используемой литературы

1. Фролов С.М. Быстрый переход горения в детонацию. / С.М. Фролов. – Текст непосредственный. // Химическая физика. – 2008. – Т. 27, № 6. – С. 31–44.
2. Итоги науки и техники (двигатели внутреннего сгорания, том 3). Пути повышения экономичности автомобильных двигателей. / В.А. Лурье, В.А. Мангушев, И.В. Маркова. – ВИНИТИ, Москва, 1982 – 232 с. – Текст непосредственный.
3. Шароглазов Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004 – 344 с.– Текст непосредственный.
4. Теория рабочих процессов. Характеристики ДВС: учебно-методическое пособие. / В.В. Синявский, С.А. Пришвин, М.Г. Шатров [и др.]. – М.: МАДИ, 2023 – 148 с.– Текст непосредственный.
5. Капустин А.В. Математическое моделирование детонации в двигателях с искровым зажиганием. /

- А.В. Капустин, В.Л. Чумаков, С.Н. Девягин, Б.А. Жоробеков. – Текст непосредственный. //Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, №4. – С. 43–51.
6. Капустин А.В. Расчетное прогнозирование детонации с учетом коэффициента избытка воздуха. / А.В. Капустин, Б.А. Жоробеков, В.Л. Чумаков, А.Н. Бижаев. – Текст: электронный. // В сборнике: Чтения академика В.Н. Болтинского, 2024. Сборник статей семинара. Под редакцией М.Н. Ерохина. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 7 с.
7. Григорьев Б.А. Проектирование моделей изменения свойств углеводородов с учетом известных ФХС. / Б.А. Григорьев, А.А. Герасимов, И.С. Александров. – Текст: непосредственный. // Газовая промышленность. – 2013. – № 696. – С. 98–101.
8. Доломатов М.Ю. Модель QSPR для прогноза температур вспышки алканов по топологическим характеристикам молекул. / М.Ю. Доломатов, О.С. Коледин, К.Р. Ахтямова. – Текст: непосредственный. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2021. – Т. 64, № 7. – С. 96–103.
9. Павлов С.Б. Перспективы перевода сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо. / С.Б. Павлов, М.А. Новиков, Н.П. Алдохина. – Текст: непосредственный. // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной академику-почвоведу и первому ректору университета К.Д. Глинке (к 120-летию ФГБОУ ВО СПбГАУ), Санкт-Петербург – Пушкин, 15 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2024. – С. 23–27.
10. Хакимов Р.Т. Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотракторной техники. / Р.Т. Хакимов, О.Г. Огнев. – Текст: непосредственный. // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта: Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции (Екатеринбург, 3 декабря 2021 г.). – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. – С. 39–41. EDN: OVNWUP. 2.
11. Димогло А.В. Исследование энергетических характеристик использования природного метана в газодизельном процессе ДВС. / А.В. Димогло, В.Г. Козлов. – Текст: непосредственный. // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 3 (51). – С. 21. <https://doi.org/10.51419/202123317>.

References

1. Frolov S.M. By'stryj perexod gorenija v detonaciju. / S.M. Frolov. – Tekst neposredstvennyj. // Ximicheskaya fizika. – 2008. – T. 27, № 6. – S. 31–44.
2. Itogi nauki i tekhniki (dvigateli vnutrennego sgoraniya, tom 3). Puti povysheniya ekonomichnosti avtotraktornyx dvigatelej. / V.A. Lur'e, V.A. Mangushev, I.V. Markova. – VINITI, Moskva, 1982 – 232 s. – Tekst neposredstvennyj.
3. Sharoglavov B.A. Dvigateli vnutrennego sgoraniya: teoriya, modelirovanie i raschyt processov: Uchebnik po kursu «Teoriya rabochix processov i modelirovanie processov v dvigateleyах vnutrennego sgoraniya». / B.A. Sharoglavov, M.F. Farafontov, V.V. Klement'ev. – Chelyabinsk: Izd. YuUrGU, 2004 – 344 s.– Tekst neposredstvennyj.
4. Teoriya rabochix processov. Xarakteristiki DVS: uchebno-metodicheskoe posobie. / V.V. Sinyavskij, S.A. Prishvin, M.G. Shatrov [i dr.]. – M.: MADI, 2023 – 148 s.– Tekst neposredstvennyj.
5. Kapustin A.V. Matematicheskoe modelirovanie detonacii v dvigateleyах s iskrovym zazhiganiem. / A.V. Kapustin, V.L. Chumakov, S.N. Devyanin, B.A. Zhorobekov. – Tekst neposredstvennyj. // Agroinzheneriya. – 2023. – T. 25, № 4. – S. 43–51.
6. Kapustin A.V. Raschetnoe prognozirovaniye detonacii s uchetom koefficiente izbytka vozduxa. / A.V. Kapustin, B.A. Zhorobekov, V.L. Chumakov, A.N. Buzhaev. – Tekst: elektronnyj. // V sbornike: Chteniya akademika V.N. Boltinskogo, 2024. Sbornik statej seminara. Pod redakcijej M.N. Erokhina. RGAU-MSXA imeni K.A. Timiryazeva. – 7 s.
7. Grigor'ev B.A. Proektirovaniye modeley izmeneniya svojstv uglevodorodov s uchetom izvestnyx FXS. / B.A. Grigor'ev, A.A. Gerasimov, I.S. Aleksandrov. – Tekst: neposredstvennyj. // Gazovaya promyshlennost'. – 2013. – № 696. – S. 98–101.

Инженерные агропромышленные науки

8. Dolomatov M.Yu. Model' QSPR dlya prognoza temperatur vsp'y shki alkanov po topologicheskim xarakteristikam molekul. / M.Yu. Dolomatov, O.S. Koledin, K.R. Axtyamova. – Tekst: neposredstvennyj. // Izv. vuzov. Ximiya i xim. texnologiya. – 2021. – T. 64, № 7. – S. 96–103.
9. Pavlov S.B. Perspektivy' perevoda sel'skoxozyajstvennoj texniki na gazomotornoe toplivo. / S.B. Pavlov, M.A. Novikov, N.P. Aldoxina. – Tekst: neposredstvennyj. // Prioritety' razvitiya APK v usloviyakh cifrovizacii i strukturny'x izmenenij nacional'noj ekonomiki: Materialy' mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, posvyashchennoj akademiku-pochvovedu i pervomu rektoru universiteta K.D. Glinke (k 120-letiyu FGBOU VO SPbGAU), Sankt-Peterburg – Pushkin, 15 marta 2024 goda. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. – S. 23–27.
10. Xakimov R.T. Ispol'zovanie prirodnogo gaza v kachestve motornogo topliva dlya avtotraktornoj texniki. / R.T. Xakimov, O.G. Ognev. – Tekst: neposredstvennyj. // Innovacionnoe razvitiye texniki i texnologij nazemnogo transporta: Sbornik statej III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Ekaterinburg, 3 dekabrya 2021 g.). – Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 2022. – S. 39–41. EDN: OVNWUP. 2.
11. Dimoglo A.V. Issledovanie e'nergeticheskix xarakteristik ispol'zovaniya prirodnogo metana v gazodizel'nom processe DVS. / A.V. Dimoglo, V.G. Kozlov. – Tekst: neposredstvennyj. // AgroE'koInfo. – 2022. – № 3 (51). – C. 21. <https://doi.org/10.51419/202123317>.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА: АЛГОРИТМЫ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Кун Цзяли, Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия

Астахов В.С., Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия

В статье представлена разработка интеллектуальной системы управления пневматической сеялкой точного высева, основанной на гибридном подходе, объединяющем методы вычислительной гидродинамики (CFD) и машинного обучения. Цель исследования – повышение точности высева семян и снижение энергопотребления системы. Численное моделирование воздушного потока позволило оптимизировать параметры работы сеялки, а адаптивные алгоритмы управления, включая нейросетевые методы, обеспечили стабильность системы в изменяющихся условиях эксплуатации. Результаты показали улучшение точности высева на 15–20 %, снижение энергопотребления на 18–22 % и повышение устойчивости системы к внешним возмущениям, таким как изменение скорости агрегата и рельефа поля. Экономический анализ подтвердил быструю окупаемость решения за 2–3 сезона благодаря экономии топлива и снижению расхода семян. Разработанная система также уменьшает нагрузку на оператора и повышает экологичность за счет оптимизации энергозатрат. Перспективы работы включают интеграцию с технологиями точного земледелия, использование данных GPS/ГЛОНАСС и развитие облачных сервисов для коллективного обучения алгоритмов. Практическая значимость исследования заключается в возможности модернизации существующих сеялок без значительных затрат, что делает технологию доступной для широкого круга сельхозпроизводителей.

Ключевые слова: интеллектуальное управление, пневматическая сеялка, точный высев, вычислительная гидродинамика (CFD), машинное обучение, адаптивные алгоритмы, энергоэффективность, технико-экономическое обоснование.

Для цитирования: Кун Цзяли, Астахов В.С. Интеллектуальное управление пневматическими системами точного высева: алгоритмы и полевые испытания// Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 108–114.

Актуальность. Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью значительно повышения эффективности производства для обеспечения продовольственной безопасности растущего населения планеты. В этом контексте особую важность приобретают технологии точного земледелия, среди которых системы точного высева занимают ключевое положение. Традиционные механические сеялки, несмотря на свою надежность, демонстрируют существенные ограничения по точности распределения семян, что напрямую влияет на урожайность культур. Пневматические системы высева, получившие широкое распространение в последние десятилетия, позволяют достигать более высоких показателей точности, однако их эффективность существенно зависит от стабильности рабочих параметров и способности адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации [9, с. 11].

Проблема управления параметрами воздушного потока в пневматических системах высева приобретает особую остроту при работе с такими ценными культурами, как кукуруза, подсолнечник и соя, где каждый процент потерь семян или отклонений от оптимальной схемы посева приводит

Инженерные агропромышленные науки

к значительному экономическому ущербу. Существующие системы управления часто не учитывают нелинейный характер зависимости параметров воздушного потока от множества факторов, включая скорость движения агрегата, влажность семян, изменение рельефа поля и степень износа рабочих органов. Это приводит к нестабильности работы системы, повышенному энергопотреблению и, как следствие, снижению экономической эффективности всего сельскохозяйственного процесса [1, с. 5–6].

Особую актуальность разработка интеллектуальных систем управления приобретает в условиях необходимости перехода к ресурсосберегающим технологиям в сельском хозяйстве. Современные требования к экологичности и энергоэффективности сельскохозяйственной техники диктуют необходимость создания адаптивных систем, способных минимизировать энергозатраты при сохранении высокой точности выполнения технологических операций. При этом следует учитывать, что большинство существующих решений либо не обладают достаточной гибкостью управления, либо требуют сложной и дорогостоящей перенастройки при изменении условий работы или переходе на другой тип семян.

Развитие вычислительных методов и технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для создания принципиально новых систем управления пневматическими сеялками. Использование методов вычислительной гидродинамики (CFD) позволяет с высокой точностью моделировать сложные воздушные потоки в рабочих органах сеялки, а применение алгоритмов машинного обучения дает возможность создавать адаптивные системы управления, способные в реальном времени оптимизировать параметры работы с учетом множества переменных факторов [10, с. 14]. Такие интеллектуальные системы способны не только повысить точность высеива, но и значительно снизить энергопотребление оборудования, увеличить срок его службы за счет оптимальных режимов работы и минимизировать влияние человеческого фактора на качество выполнения технологического процесса.

Основной целью данного исследования является разработка интеллектуальной системы управления пневматической сеялкой точного высеива, способной адаптироваться к изменяющимся условиям работы и обеспечивать стабильно высокую точность распределения семян при минимальном энергопотреблении. Для достижения этой цели предполагается создать комплексную математическую модель воздушного потока в рабочих органах сеялки, разработать адаптивные алгоритмы управления на основе современных методов вычислительной гидродинамики и машинного обучения, а также провести всестороннюю оценку эффективности предложенных решений посредством численного моделирования. Особое внимание уделяется обеспечению устойчивости системы к внешним возмущениям, включая изменение скорости движения агрегата, рельефа поля и физико-механических характеристик высеиваемых семян.

Научная новизна исследования заключается в принципиально новом подходе к управлению пневматическими системами точного высеива, объединяющем последние достижения в области вычислительной гидродинамики и искусственного интеллекта. Впервые предлагается использовать трехмерное CFD-моделирование воздушного потока в сочетании с нейросетевыми алгоритмами прогнозирования для создания адаптивной системы управления, способной в реальном времени корректировать параметры работы сеялки. Особенностью разрабатываемого решения является учет не только основных гидродинамических параметров, но и таких факторов, как вибрация конструкции, износ рабочих органов и изменение свойств семян в процессе работы. Новизна также проявляется в предложенной методике обучения нейросетевой модели, использующей как данные численного моделирования, так и экспериментальные данные, что позволяет значительно повысить точность прогнозирования поведения системы в реальных условиях эксплуатации. Важным аспектом научной новизны является разработка оригинального алгоритма оптимизации энергопотребления, учитывающего нестационарный характер работы сельскохозяйственного агрегата и позволяющего снизить энергозатраты без ущерба для точности высеива. Предлагаемые решения открывают новые возможности для создания цифровых двойников пневматических систем высеива, что существенно расширяет перспективы дальнейших исследований в этом направлении.

Материалы и методы исследования. Совершенствование систем управления пневматическими сеялками является важной задачей в контексте развития точного земледелия. В настоящее время можно выделить несколько ключевых направлений разработки таких систем, каждое из которых имеет свои особенности и области применения [4, с. 76].

Традиционные системы на основе PID-регуляторов остаются наиболее распространенными благодаря своей надежности и предсказуемости [2, с. 54–55]. Европейские производители достигли значительных успехов в их оптимизации, внедрив многоуровневые схемы регулирования и усовершенствованные системы обратной связи [5, с. 041012]. Однако подобные решения демонстрируют снижение точности при работе в условиях переменной скорости движения агрегата или при изменении характеристик семян, что ограничивает их эффективность в нестабильных условиях эксплуатации.

Альтернативным подходом являются адаптивные системы управления, основанные на нечеткой логике. Такие решения позволяют лучше учитывать нелинейные зависимости параметров воздушного потока и адаптироваться к изменяющимся условиям работы [5, с. 215]. Однако их эффективность во многом зависит от качества разработанной базы правил, что требует тщательной настройки для конкретных условий применения.

Перспективным направлением представляется использование интеллектуальных систем управления, основанных на методах машинного обучения. Подобные решения способны анализировать комплексные зависимости между параметрами системы и адаптировать алгоритмы управления в реальном времени. Однако их внедрение сопряжено с необходимостью значительных вычислительных ресурсов и сложностью формирования обучающих данных, что пока ограничивает их широкое применение [8, с. 78–79].

Особый интерес представляют гибридные системы, сочетающие различные подходы к управлению. Совместные исследования демонстрируют потенциал таких решений, позволяющих объединить преимущества классических и адаптивных методов [3, с. 935].

Важной проблемой современных систем остается недостаточный учет турбулентности и сложной геометрии воздушных потоков в распределительных устройствах. Использование упрощенных моделей приводит к погрешностям в расчетах, что особенно критично для сеялок большой ширины захвата.

Перспективным направлением исследований является разработка цифровых двойников пневматических систем, позволяющих оптимизировать управление с учетом реальных условий эксплуатации. Особое внимание уделяется разработке методов, учитывающих износ рабочих органов и другие факторы, влияющие на долговременную стабильность работы системы [7, с. 22–24].

Методология исследования основана на комплексном подходе к численному моделированию пневматической системы высева, объединяющем методы вычислительной гидродинамики и современные алгоритмы оптимизации. В качестве базовой математической модели принята система уравнений Навье-Стокса для сжимаемого вязкого газа, дополненная уравнениями неразрывности и сохранения энергии. Для учета турбулентного характера течения использована модифицированная $k-\omega$ модель турбулентности SST (Shear Stress Transport), демонстрирующая хорошую точность при моделировании течений с отрывными зонами и сложной геометрией границ. Особенностью применяемого подхода является учет двунаправленной связи между параметрами воздушного потока и динамикой движения семян, что реализовано через метод дискретных частиц (DPM – Discrete Phase Model).

Геометрическая модель пневматической системы создавалась с учетом реальных конструктивных параметров сеялки, включая все основные элементы: входной патрубок, распределительную камеру, семяпроводы и высевающие аппараты. Для построения расчетной сетки использован гибридный подход, сочетающий структурированные шестиугольные элементы в основных каналах и неструктурные тетраэдрические элементы в зонах сложной геометрии. Особое внимание удалено качеству сетки в пограничных слоях, где применено 15-слойное утолщение с коэффициентом роста 1,2, что позволило достичь значений $y^+ < 5$ на всех твердых поверхностях.

Инженерные агропромышленные науки

В качестве граничных условий задано давление на входе в систему, соответствующее рабочему диапазону вентилятора (8–12 кПа), и атмосферное давление на выходе. Для моделирования различных режимов работы предусмотрена возможность изменения граничных условий в динамике, что особенно важно для анализа переходных процессов при изменении скорости агрегата. Учет взаимодействия воздушного потока с семенами реализован через двустороннюю связку Euler-Lagrange, где параметры дискретных частиц (масса, размер, коэффициент сопротивления) соответствуют характеристикам реальных семян кукурузы.

Для верификации модели использованы экспериментальные данные, полученные при помощи лазерной доплеровской анемометрии (LDA) и цифровой трассерной визуализации (PIV). Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными показало хорошую сходимость по основным параметрам (скорость потока, распределение давления) с максимальным отклонением не более 12 % в зонах сложной геометрии. Проведен анализ сеточной сходимости на трех последовательно уточняемых сетках, что подтвердило независимость результатов от размера элементов при выбранной дискретизации.

Оптимизация параметров системы проводилась с использованием метода поверхности отклика (RSM – Response Surface Methodology) в сочетании с генетическим алгоритмом. В качестве целевых функций рассматривались равномерность распределения скорости потока по высевающим аппаратам, минимальные энергозатраты и стабильность параметров при вариации входных условий. Особенностью применяемого подхода стало введение дополнительных критериев оптимизации, учитывающих технологические требования к процессу высева, таких как минимальная вероятность повреждения семян и стабильность их транспортировки.

Разработка алгоритмов интеллектуального управления пневматической системой высева осуществлялась с учетом комплексных результатов численного моделирования. На основе анализа полученных CFD-данных была предложена гибридная архитектура управления, сочетающая традиционные методы автоматического регулирования с современными подходами машинного обучения. Ядром системы стал каскадный регулятор, где внешний контур на базе модифицированного PID-алгоритма отвечает за поддержание общего давления в системе, а внутренний контур реализует адаптивное распределение потоков по отдельным высевающим аппаратам. Особенностью разработанного решения стало введение нейросетевого модуля коррекции параметров регулятора в реальном времени, обученного на массиве данных численного моделирования различных режимов работы системы.

Для реализации адаптивных свойств системы применен метод глубокого обучения с подкреплением (Deep Reinforcement Learning), где в качестве агента выступает нейронная сеть с тремя скрытыми слоями по 256 узлов в каждом. На вход сети подаются текущие параметры системы (давление, расход воздуха, скорость агрегата) и их производные по времени, а выходные сигналы корректируют коэффициенты PID-регулятора и положения дроссельных заслонок. Обучение сети проводилось на симуляторе, созданном на базе верифицированной CFD-модели, что позволило отработать различные сценарии изменения рабочих условий без проведения дорогостоящих натурных экспериментов. Особое внимание уделялось устойчивости алгоритма к шумам измерений и плавности управления, для чего в функцию потерь введены соответствующие штрафные коэффициенты.

Результаты исследования. Результаты численного моделирования продемонстрировали высокую эффективность предложенного подхода. В установившихся режимах работы система обеспечила равномерность распределения воздушного потока по высевающим аппаратам с отклонением не более 4,7 %, что на 15–20 % лучше показателей традиционных систем управления. При моделировании переходных процессов, связанных с изменением скорости агрегата от 8 до 12 км/ч, время стабилизации параметров не превышало 1,2 секунды при минимальных колебаниях давления в системе. Анализ поля скоростей в распределительной камере показал, что разработанный алгоритм эффективно компенсирует возникновение локальных зон повышенного сопротивления, перенаправляя потоки через альтернативные каналы.

Важным результатом стало подтверждение энергоэффективности предложенного решения. Оптимизированная система управления позволила снизить среднее энергопотребление вентилятора на 18–22 % по сравнению с традиционными PID-регуляторами при сохранении требуемых параметров высева. Особенно заметный эффект достигнут при работе в частичных нагрузочных режимах, где адаптивный алгоритм продемонстрировал способность точного поддержания параметров при минимальном расходе энергии. Визуализация траекторий семян в воздушном потоке подтвердила стабильность их транспортировки – более 93 % частиц достигали целевой зоны с допустимым отклонением, что удовлетворяет агротехническим требованиям к точному высеву.

Сравнительный анализ различных стратегий управления показал, что гибридный подход обеспечивает лучший компромисс между быстродействием, точностью и вычислительной сложностью. При этом нейросетевой модуль продемонстрировал способность к обобщению – в условиях, не встречавшихся при обучении, система сохраняла работоспособность, плавно снижая качество управления пропорционально степени отклонения от известных режимов. Полученные результаты создают основу для дальнейшего совершенствования алгоритмов за счет расширения обучающей выборки и введения дополнительных входных параметров, таких как влажность семян и степень износа рабочих органов системы.

Экономическая эффективность разработанной интеллектуальной системы управления пневматической сеялкой оценивалась по комплексу показателей, включающему как прямые затраты на внедрение, так и потенциальный экономический эффект от эксплуатации. Капитальные затраты на модернизацию стандартной сеялки включают стоимость дополнительного оборудования (датчики давления, контроллер, исполнительные механизмы) и составляют примерно 15–20 % от цены базовой машины. При этом анализ показывает, что основная часть затрат (около 60 %) приходится на систему точного позиционирования и датчики мониторинга, тогда как вычислительный модуль на базе одноплатного промышленного компьютера составляет не более 15 % общей стоимости модернизации. Важным экономическим преимуществом предложенного решения является его масштабируемость – система может адаптироваться к различным модификациям сеялок без существенного изменения архитектуры.

Эксплуатационная эффективность системы подтверждается значительным снижением прямых и косвенных затрат. Уменьшение энергопотребления на 18–22 % приводит к прямой экономии топлива, что при средней интенсивности использования позволяет окупить модернизацию за 2–3 сезона. Повышение точности высева на 15–20 % обеспечивает дополнительный экономический эффект за счет сокращения расхода семян и увеличения урожайности – расчеты показывают, что на участках площадью более 50 га это дает дополнительный доход 70–100 USD/га в зависимости от культуры. Особенno важно отметить снижение эксплуатационных расходов благодаря адаптивному управлению, которое уменьшает пиковые нагрузки на конструкцию и продлевает ресурс критических компонентов системы, таких как вентилятор и распределительные клапаны.

Выводы. Социально-экономические аспекты внедрения включают снижение требований к квалификации оператора благодаря автоматизации основных процессов управления и диагностики. Система способна компенсировать ошибки оператора при выборе режимов работы, что особенно важно в условиях дефицита квалифицированных кадров в сельском хозяйстве. Экологический эффект проявляется в сокращении выбросов за счет оптимизации энергопотребления и уменьшения количества проходов техники по полю благодаря повышению точности высева с первого прохода.

Проведенное исследование подтвердило эффективность предложенного подхода к созданию интеллектуальных систем управления пневматическими сеялками. Разработанная гибридная архитектура управления, сочетающая традиционные методы автоматического регулирования с современными алгоритмами машинного обучения, показала значительные преимущества по сравнению с существующими аналогами как в точности поддержания параметров, так и в энергетической эффективности. Численное моделирование и последующий анализ продемонстрировали устойчивость системы к изменяющимся условиям работы и ее способность адаптироваться к различным режимам эксплуатации. Особую ценность представляет реализованный принцип непрерывной оптимизации,

Инженерные агропромышленные науки

позволяющий системе не только поддерживать заданные параметры, но и постоянно искать наиболее эффективные режимы работы.

Перспективы дальнейшего развития работы связаны с несколькими направлениями. Наиболее важным представляется интеграция разработанной системы с технологиями точного земледелия, включая использование данных GPS/ГЛОНАСС-навигации и бортовых систем агромониторинга. Это позволит реализовать адаптацию параметров высева не только к текущим условиям работы агрегата, но и к пространственной изменчивости почвенных условий на поле. Вторым перспективным направлением является развитие методов прогнозного обслуживания на основе анализа данных работы системы, что позволит своевременно выявлять износ компонентов и планировать техническое обслуживание. Особый интерес представляет разработка облачных сервисов для коллективного обучения алгоритмов управления на данных с различных машин, что может значительно ускорить адаптацию системы к новым условиям эксплуатации и типам культур.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенные решения могут быть реализованы как при производстве новых сеялок, так и при модернизации существующего парка техники. Относительно невысокая стоимость модернизации и быстрая окупаемость делают разработку особенно актуальной для сельхозпроизводителей, стремящихся повысить эффективность производства без радикального обновления машинного парка. Дальнейшие исследования планируется направить на экспериментальную проверку системы в реальных условиях эксплуатации и разработку типовых решений для различных классов сеялок и культур.

Список используемой литературы

1. Aduov M.A. Теоретические и лабораторные исследования центральной пневматической высевающей системы для широкозахватной сеялки. / M.A. Aduov [et al.]. – Текст: непосредственный. // Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary. – 2024. – № 2 (121). – С. 4–22.
2. Li J. et al. Review of research on improved PID control in electro-hydraulic servo system. / J. Li [et al.]. – Text: direct. // Recent Patents on Engineering. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 54–68.
3. López-Gómez J.A. Design and comparison of two maize seeders coupled with an agricultural robot. / J.A. López-Gómez [et al.]. – Text: direct. // Machines. – 2024. – Т. 12, № 12. – С. 935. – Текст: непосредственный.
4. Obichayev I.V. A Technical analysis of the functional principles of pneumatic seeding mechanisms in modern agricultural seeders. / I.V. Obichayev. – Text: direct. // Modern American Journal of Engineering, Technology, and Innovation. – 2025. – Т. 1, № 6. – С. 71–77.
5. Raj P. Validation of rotating detonation combustor computational fluid dynamics simulations for predicting unsteady supersonic–subsonic flow field at the exit. / P. Raj [et al.] – Text: direct. // Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2024. – Т. 146, № 4. – С. 041012.
6. Sathya D. Fuzzy logic and its applications in mechatronic control systems. / D. Sathya, G. Saravanan, R. Thangamani. – Text: direct. // Computational Intelligent Techniques in Mechatronics, 2024. – С. 211–241.
7. Wang W. Development of automatic wheat seeding quantity control system based on Doppler radar speed measurement. / W. Wang [et al.]. – Text: direct. // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 12–25.
8. Wang Z. Research on autonomous robots navigation based on reinforcement learning. / Z. Wang [et al.]. – Text: direct. // 2024 3rd International Conference on Robotics, Artificial Intelligence and Intelligent Control (RAIIC). IEEE, 2024. – С. 78–81.
9. Yaropud V. Innovative methods of increasing the efficiency of selecting plants. / V. Yaropud, D. Datsiuk. – Text: direct. // Техника, энергетика, транспорт АПК. – 2024. – № 3 (126). – С. 48–57.
10. Yuqian Z. et al. Optimization design of axial-flow suction seeder based on response surface methodology and CFD. / Z. Yuqian [et al.]. – Text: direct. // Journal of Chinese Agricultural Mechanization. – 2024. – Т. 45, № 8. – С. 14.

References

1. Aduov M.A. Teoreticheskie i laboratornye issledovaniya central'noj pnevmaticheskoy vy'sevayushhej sistemy' dlya shirokozaxvatnoj seyalki. / M.A. Aduov [et al.]. Tekst: neposredstvennyj. // Herald of science of S. Seiful-

- lin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary. – 2024. – № 2 (121). – C. 4–22.
2. Li J. et al. Review of research on improved PID control in electro-hydraulic servo system. / J. Li [et al.]. – Text: direct. // Recent Patents on Engineering. – 2024. – T. 18, № 1. – C. 54–68.
3. López-Gómez J.A. Design and comparison of two maize seeders coupled with an agricultural robot. / J.A. López-Gómez [et al.]. – Text: direct. // Machines. – 2024. – T. 12, № 12. – C. 935. – Текст: непосредственный.
4. Obichayev I.V. A Technical analysis of the functional principles of pneumatic seeding mechanisms in modern agricultural seeders. / I.V. Obichayev. – Text: direct. // Modern American Journal of Engineering, Technology, and Innovation. – 2025. – T. 1, № 6 – C. 71–77.
5. Raj P. Validation of rotating detonation combustor computational fluid dynamics simulations for predicting unsteady supersonic–subsonic flow field at the exit. / P. Raj [et al.] – Text: direct. // Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2024. – T. 146, № 4. – C. 041012.
6. Sathya D. Fuzzy logic and its applications in mechatronic control systems. / D. Sathya, G. Saravanan, R. Thanagamani. – Text: direct. // Computational Intelligent Techniques in Mechatronics, 2024. – C. 211–241.
7. Wang W. Development of automatic wheat seeding quantity control system based on Doppler radar speed measurement. / W. Wang [et al.]. – Text: direct. // Artificial Intelligence in Agriculture. – 2025. – T. 15, № 1. – C. 12–25.
8. Wang Z. Research on autonomous robots navigation based on reinforcement learning. / Z. Wang [et al.]. – Text: direct. // 2024 3rd International Conference on Robotics, Artificial Intelligence and Intelligent Control (RAIIC). IEEE, 2024. – C. 78–81.
9. Yaropud V. Innovative methods of increasing the efficiency of selecting plants. / V. Yaropud, D. Datsiuk. – Text: direct. // Техника, энергетика, транспорт АПК. – 2024. – № 3 (126). – C. 48–57.
10. Yuqian Z. et al. Optimization design of axial-flow suction seeder based on response surface methodology and CFD. / Z. Yuqian [et al.]. – Text: direct. // Journal of Chinese Agricultural Mechanization. – 2024. – T. 45, № 8. – C. 14.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА FARMET SOFTER 6 PS

Терёхин М.А., АО «Радиозавод», г. Пенза
 Яшин А.В., ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза
 Шумаев В.В., ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза

В статье проведен анализ конструктивных недостатков дискового лущильника Farmet Softer 6 PS, заключающихся в проявлении «дрейфа», вызванного классической двухрядной схемой расстановки рабочих органов, и недостаточной эффективности измельчения пожнивных остатков вырезными сферическими дисками. На основе опыта производителя дисковых агрегатов Bednar предложено техническое решение, заключающееся в расстановке дисковых рабочих органов по системе X-Precise с X-образным расположением дисков для уравновешивания боковых сил и обеспечения прямолинейности хода агрегата. Представлена конструкция усовершенствованного рабочего органа с дисками VT-REX агрессивной геометрии на эластомерной подвеске, повышающая качество измельчения пожнивных остатков и надежность рабочего органа. Методом конечных элементов подтверждена прочность и работоспособность предложенной конструкции. Предлагаемая модернизация позволяет устранить «дрейф» агрегата, повысить качество обработки почвы и снизить эксплуатационные затраты, в том числе удельный расход топлива на 1,7 %.

Ключевые слова: лущильник дисковый, Farmet Softer 6 PS, X-Precise, Bednar Swifterdisc, «дрейф», прямолинейность, дисковый рабочий орган.

Для цитирования: Терёхин М.А., Яшин А.В., Шумаев В.В. повышение эффективности работы дискового лущильника FARMET SOFTER 6 PS // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 115–122.

Актуальность. Важной задачей при выращивании зерновых и технических культур является эффективная и ресурсосберегающая поверхностная обработка почвы, направленная на сохранение влаги, борьбу с сорной растительностью и качественное измельчение пожнивных остатков. В настоящее время для реализации данных задач фермеры все чаще применяют дисковые бороны, дискаторы и дисковые лущильники [1]. Одной из моделей дисковых лущильников производства Farmet является полунавесная складная машина Softer 6 PS, предназначенная для выполнения поверхностной обработки почвы на глубину от 3,5 до 13 см. Агрегатирование с тракторами тягового класса 3...4 в сочетании с высокой рабочей скоростью до 15 км/ч позволяет эффективно использовать его на больших площадях [2].

Материалы и методы исследований. Общее устройство дискового лущильника Farmet Softer 6 PS представлено на рисунке 1. Основой для агрегатирования с трактором служит сцепное устройство, состоящее из перекладины 1 и дышла 2. Складные боковые рамы 3 и 4 шарнирно связаны с центральной рамой 5, что позволяет с помощью гидроцилиндра складывать агрегат для транспортировки к месту проведения работ, значительно уменьшая его транспортную ширину. К задней части центральной рамы 5 шарнирно закреплена транспортная ось 6 с пневматическими колесами, подъем и опускание которых осуществляется гидроцилиндрами [2]. На боковых рамках 3 и 4, а также центральной раме 5 в два ряда установлены дисковые рабочие органы, причем передний ряд образован праворежущими дисками 7, а задний – леворежущими 8 [3]. Каждый вырезной сферический диск установлен на индивидуальной стойке, которая крепится к брусу рамы посредством эластомеров. По бокам на рамках 3 и 4 установлены щитки, препятствуют образованию боковых гребней

Инженерные агропромышленные науки

и насыпей. За дисковыми рабочими органами установлены tandemные планчатые катки 10, которые измельчают почвенные комки, уплотняют разрыхленный слой и выравнивают поверхность поля, создавая благоприятные условия для последующего посева [4, 5].

Технологический процесс работы дискового лущильника Farmet Softer 6 PS состоит из следующих последовательных операций: при движении агрегата передний ряд праворежущих дисков 7 производит первоначальный подрез пласта почвы, его крошение и частичное оборачивание. Далее задний ряд леворежущих дисков 8, смещенный относительно переднего ряда, перекрывает необработанные полосы, дополнительно измельчает почву и пожнивные остатки, обеспечивая их тщательное перемешивание с почвой. Тандемный каток прикатывает взрыхленный слой, создавая на поверхности мелкокомковатую структуру с выровненным рельефом, что минимизирует испарение влаги.

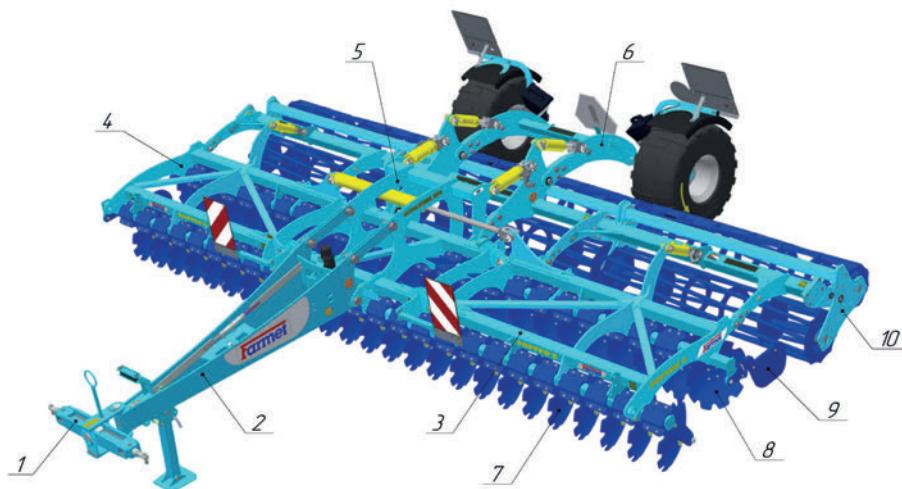


Рисунок 1 – Общий вид дискового лущильника Farmet Softer 6 PS:

1 – перекладина сцепного устройства; 2 – дышло; 3, 4 – рамы боковые; 5 – рама центральная; 6 – ось транспортная; 7 – ряд праворежущих дисков; 8 – ряд леворежущих дисков; 9 – щиток боковой; 10 – каток tandemный

Рекомендуемая практика эксплуатации двухрядных дисковых лущильников Farmet Softer предполагает работу под углом 15...30° к направлению предыдущих операций (рисунок 2) для оптимизации проходимости пожнивных остатков, их перемешивания и выравнивания рельефа поля [1, 4].



Рисунок 2 – Схема направления движения дискового лущильника Farmet Softer по отношению к расположению рядков стерни

Инженерные агропромышленные науки

Исследования основаны на анализе конструктивных особенностей и недостатков дискового лущильника Farmet Softer 6 PS и поиске технических решений, направленных на устранение выявленных недостатков, на основании передового опыта производителей почвообрабатывающей техники. Моделирование нагружения разработанного дискового рабочего органа при взаимодействии с почвой производилось методом конечных элементов с использованием компьютерной программы APM.

Результаты исследований и их обсуждение. Несмотря на заявленную стабильность прямолинейного движения и возможность коррекции отклонения машины в сторону регулировкой высоты рычагов навески трактора или угла установки дышла относительно горизонта, рассматриваемая конструкция машины обладает существенным недостатком. Анализ эксплуатации двухрядных дисковых лущильников и дисковых борон с классической двухрядной схемой расстановки рабочих органов, при которой праворежущие диски установлены спереди, а леворежущие – сзади, выявил проблему устойчивого прямолинейного хода, известную как явление «дрейфа», схема образования которого представлена на рисунке 3 [2].

Для осуществления прямолинейного движения орудия требуется одинаковая глубина хода дисков обоих рядов и однородная по физико-механическим характеристикам почва по ширине захвата, что в реальных полевых условиях практически невыполнимо. Передний ряд дисков, обрабатывая почву первым, не обеспечивает достаточной боковой опоры для дисков заднего ряда, в результате чего возникают боковые силы, вызывающие отклонение машины от тракторного следа то в одну, то в другую сторону, снижая эксплуатационные показатели работы машины и качество обработки почвы.

Техническим решением проблемы «дрейфа», зарекомендовавшим себя в конструкции современных дисковых лущильников Bednar Swifterdisc, является применение системы расположения дисковых рабочих органов X-Precise, предполагающей отказ от параллельных рядов право- и леворежущих дисков в пользу их X-образного размещения на раме орудия, при котором силы, действующие на диски, направленные под углом вправо и влево относительно направления движения, взаимно уравновешиваются в горизонтальной плоскости, обеспечивая исключительную прямолинейность хода широкозахватного агрегата (рисунок 4) [6, 7].

Для повышения эффективности работы дискового лущильника Farmet Softer 6 PS предлагается не только переход на схему X-Precise, но и замена самих рабочих органов с целью повышения качества измельчения пожнивных остатков. Анализ литературных источников и каталогов производителей [8, 9] указывает на перспективность применения дисков VT-REX с агрессивной геометрией режущих кромок, не требующих заточки в течение всего срока службы.

Конструкция предлагаемого дискового рабочего органа представляет собой сварную стойку 1, в нижней части которой через подшипниковый узел крепится ступица 2 режущего диска 3, имеющего агрессивную геометрию режущих кромок. На брусе рамы 7 стойка размещается посредством эластомеров 5 и скобы 4, монтируемой крепежными элементами 6 (рисунок 5) [10].

С целью проверки на прочность предлагаемого рабочего органа проведем статическую оценку прочности 3д-модели в приложении Компас АПМ (рисунок 6) [11,12].

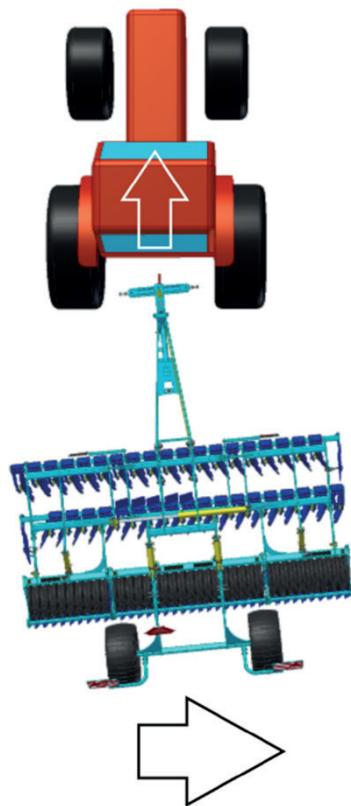


Рисунок 3 – Схематическое изображение «дрейфа» дискового лущильника Farmet Softer 6 PS с классической схемой расстановки рабочих органов

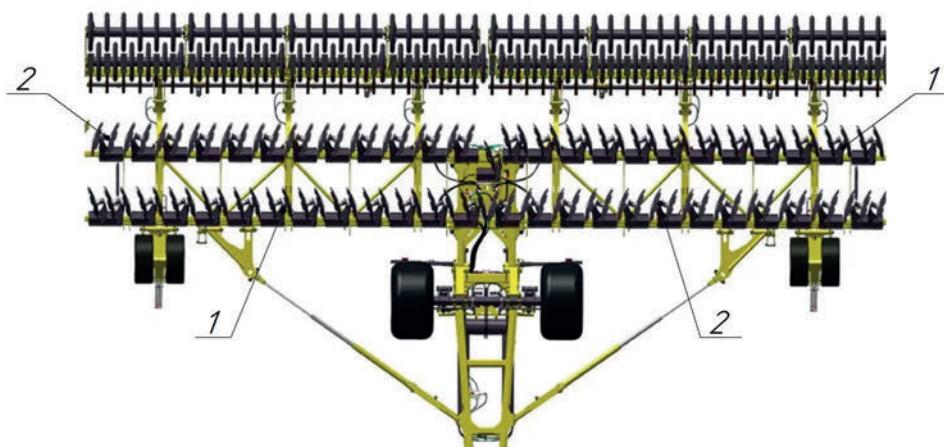


Рисунок 4 – Расположение дисковых рабочих органов по системе X-Precise дискового лущильника Bednar SwifterDisc XE:
1 – ряд праворежущих дисков; 2 – ряд леворежущих дисков

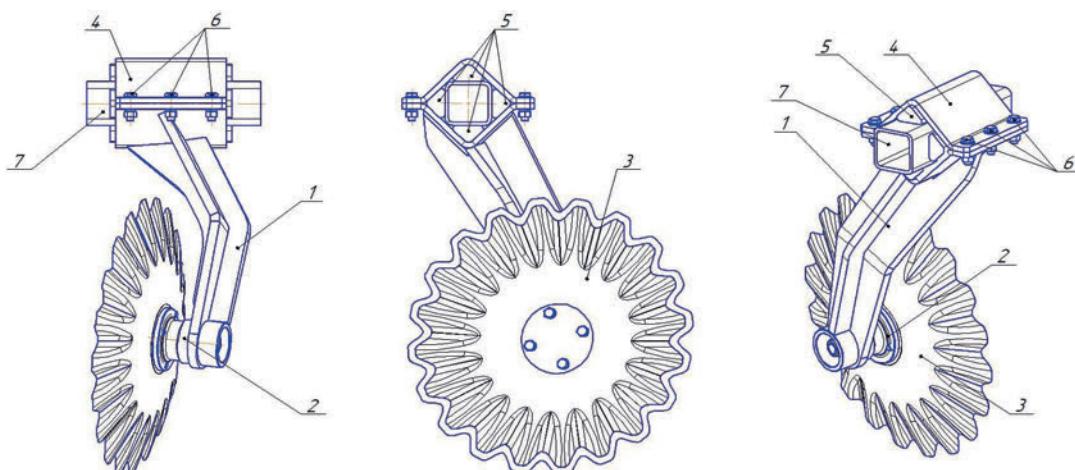


Рисунок 5 – Общий вид предлагаемого дискового рабочего органа:
1 – стойка; 2 – ступица; 3 – диск VT-REX; 4 – скоба; 5 – эластомеры резиновые;
6 – элементы крепежные; 7 – фрагмент бруса рамы орудия

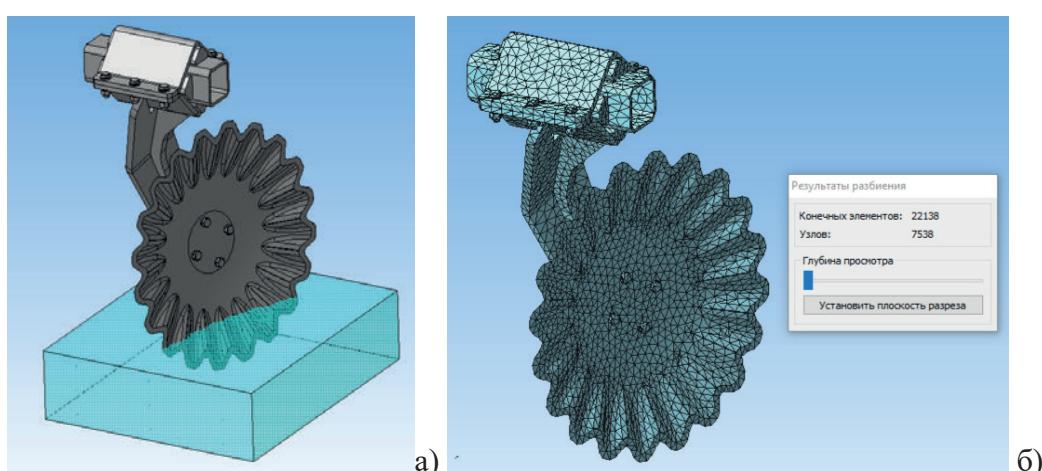


Рисунок 6 – Твердотельная модель предлагаемого рабочего органа (а)
и модель, разбитая на сетку конечных элементов (б)

Инженерные агропромышленные науки

Зададим закрепления, имитирующие установку рабочего органа на раме орудия, и зададим нагрузку, приходящуюся на диск $F=0,6$ кН, имитирующую реакцию почвы. Затем разобьем модель на сетку конечных элементов и проведем расчет. Результаты расчетов на прочность предлагаемого рабочего органа представлены на рисунке 7 в виде эпюры напряжений. Анализируя цветовые шкалы на эпюре на рисунке 7, можно сделать вывод, что максимальные напряжения от реакции почвы составят 38,94 МПа.

На рисунке 8 представлена эпюра деформаций предлагаемого рабочего органа от реакции почвы, действующей на диск.

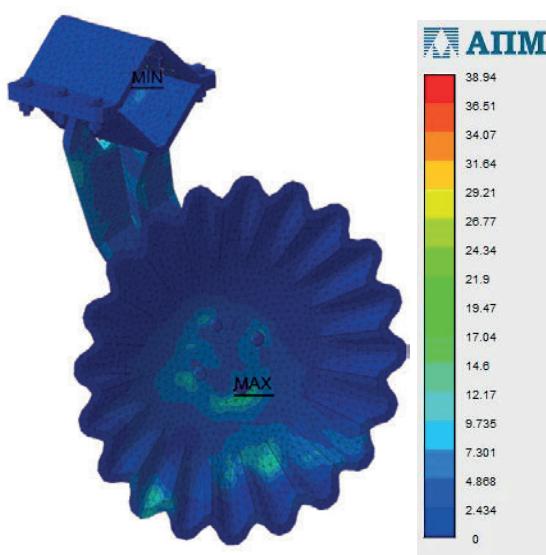


Рисунок 7 – Результаты расчетов на прочность дискового рабочего органа в виде эпюры напряжений

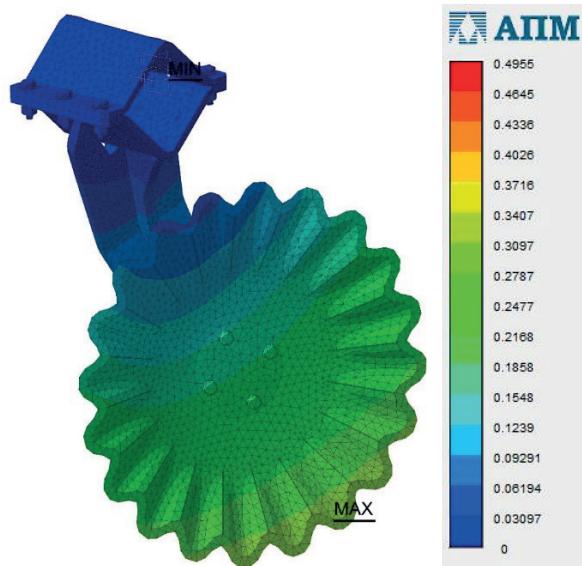


Рисунок 8 – Эпюра деформаций рабочего органа от реакции почвы

Анализируя цветовую шкалу на эпюре рисунка 8, можно сделать вывод, что максимальные упругие деформации от реакции почвы будут консоли диска и составят 0,49 мм.

Результаты расчетов на прочность представлены на рисунке 9 в виде эпюры коэффициента запаса текучести. Анализируя цветовые шкалы на эпюре рисунка 9, можно сделать вывод, что минимальный коэффициент запаса по текучести составит 6,03.

Проведенный расчет элементов конструкции предлагаемого дискового рабочего органа свидетельствует о работоспособности конструкции.

С целью оценки повышения эффективности работы модернизированного дискового лущильника Farmet Softer 6 PS с предложенными рабочими органами нами произведен по общепринятым методикам расчет эксплуатационных показателей почвообрабатывающего агрегата John Deere 8295R+Farmet Softer 6 PS, выполняющего операцию «лущение стерни толстостебельных культур». Для более высокой наглядности результатов рабочие скорости агрегата в базовом и предложенном модернизированном вариантах примем равными, значение которых составляет 14,5 км/ч. Результаты расчета представлены в таблице.

Анализ результатов расчетов говорит о том, что только за счет исключения необходимости выполнения частых регулировок высоты рычагов навески трактора и угла установки дышла относительно горизонта модернизированного лущильника Farmet Softer 6 PS M, и, как следствие, исключения из структуры времени смены соответственной составляющей, мы получили увеличение значения повышения производительности почвообрабатывающего агрегата JD 8295R+FS 6 PS M за 1 час сменного времени на 3,2 % с 6,1 до 6,3 га и снижение удельного расхода топлива на 1,7 % с 5,8 до 5,1 кг/га.

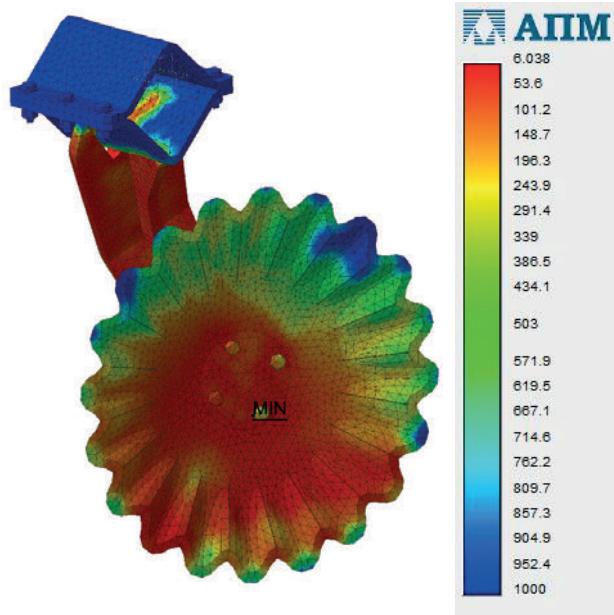


Рисунок 9 – Результаты расчетов коэффициента запаса текучести

Таблица – Результаты расчета эксплуатационных показателей почвообрабатывающего агрегата John Deere 8295R+Farmet Softer 6 PS

Состав агрегата	Рабочая скорость, км/ч	Рабочая ширина захвата, м	Производительность земледелия за 1 ч основного времени, га	Производительность за 1 ч сменного времени, га	Коэффициент использования времени смены	Удельный расход топлива, кг/га
JD 8295R + FS 6 PS	14,5	5,8	8,4	6,1	0,72	5,8
JD 8295R + FS 6 PS M	14,5	5,8	8,4	6,3	0,75	5,7

Выводы. Предложенные мероприятия по совершенствованию конструкции дискового лущильника Farmet Softer 6 PS, направленные на повышение показателей эффективности его работы, представляют собой научно обоснованное техническое решение. За счет размещения дисковых рабочих органов на раме по системе X-Precise достигается высокая устойчивость агрегата в горизонтальной плоскости и его точное следование по следу трактора независимо от таких изменяющихся параметров, как скорость движения, глубина обработки почвы, неоднородность почвы по физико-механическим характеристикам, чем обеспечивается полное использование ширины захвата агрегата без перекрытий, вызванных его боковым смещением [7, 8]. Кроме этого, в процессе эксплуатации агрегата исключается необходимость в выполнении регулировок высоты рычагов навески трактора и угла установки дышла относительно горизонта. Одновременно повышается качество измельчения пожнивных остатков за счет агрессивной геометрии дисков VT-REX, а также снижаются эксплуатационные трудозатраты вследствие исключения необходимости периодической заточки режущих

Инженерные агропромышленные науки

кромок дисков, при этом производительность почвообрабатывающего агрегата JD 8295R+FS 6 PS М за 1 час сменного времени увеличится на 3,2 % , а удельный расход топлива снизится на 1,7 %.

Список используемой литературы

- Сохт К.А. Дисковые бороны и лущильники. Проектирование технологических параметров: учеб. пособие. / К.А. Сохт, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов. – Текст: непосредственный. – Краснодар: КубГАУ, 2014 – 164 с.
- Operating manual Farmet Softer 4 P/4,5 PS/5 PS/6 PS / Edition: 1, effective from: 01.03. 2012. Farmet a. s. Jiřinková, Česká Skalice, CZ 2012. – 27 s. – Text: direct.
- Трубилин Е.И. Рабочие органы дисковых борон и лущильников / Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, О.В. Данюкова. – Текст: непосредственный. // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №91. – С. 752–771.
- Терехин М.А. Совершенствование конструкции катка навесной дисковой бороны БД-2,4х2Н. / М.А. Терехин, А.В. Яшин, П.Н. Хорев, Ю.В. Полявяный. – Текст: непосредственный. // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 28–29 апреля 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 249–253. – EDN АВМОСХ.
- Терехин М.А. Анализ конструкций катков почвообрабатывающих машин. / М.А. Терехин, А.В. Яшин, П.Н. Хорев. – Текст: непосредственный. // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 263–267. – EDN RCUTJP.
- Дисковые лущильники Swifterdisc XN, XO_F, XE, XE_PROF1. Проспект фирмы Bednar [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.bednar.com/files/uploads/prospekty/ru/swifterdisc_brochure_2021_ru_preview_01.pdf (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.
- Disc Cultivators Swifterdisc XN, XO_F, XO_PROF1, XE, XE_PROF1, XE_MEGA A fast and high quality stubble tillage solution. Проспект фирмы Bednar [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.bednar.com/files/uploads/prospekty/en/swifterdisc_prospekt-2023_en_web.pdf. / (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.
- Каталог комплектующих и запасных частей производства Bellota для дисковых борон [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.bellotaagrisolutions.ru/sites/default/files/catalogo_tmp2/pdf/ru/Дисковая-борона-Беллота.pdf (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.
- А-диск 620 мм с агрессивной режущей кромкой дисковаторов Bednar Atlas Profi (арт. КМ060297) [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.bednar.com/ru/spare-part/а-диск-620-мм-atlas/> (дата обращения 15.09.2025). – Текст: электронный.
- Алимов С.А. Модернизация посевного комплекса «Agrator-Combi 5200M». / С.А. Алимов, А.А. Акмайкин, В.В. Шумаев. – Текст: непосредственный. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 31 октября – 1 ноября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 26–29.
- Власов Д.А. Расчет параметров дискового рабочего органа посевного комплекса «AGRATOR-COMBI 5200M» методом конечных элементов. / Д.А. Власов, Г.С. Цыганов. – Текст: непосредственный. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 31 октября – 1 ноября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 42–46.
- Некорыстнов А.Э. Расчет на прочность модернизированного полозовидного сошника. / А.Э. Некорыстнов, П.Н. Хорев, В.А. Овтов, М.А. Терехин. – Текст: непосредственный. // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 177–182.
- Михальченков А.М. Статистический анализ износов дисков дисковых орудий / А.М. Михальченков, А.А. Тюрева, Ю.И. Филин, Н.В. Синяя. – Текст: непосредственный. // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 7. – С. 42–45.
- Хахулин Л. С. Влияние угла атаки рабочих органов дисковатора на износ дисков и качество обработки почвы. / Л.С. Хахулин, С.Г. Саламатин, А.Е. Литвинов. – Текст: непосредственный. // Известия Тульского

государственного университета. Технические науки. – 2025. – № 3. – С. 315–326.

References

1. Soxt K.A. Diskovy'e borony' i lushhil'niki. Proektirovanie texnologicheskix parametrov: ucheb. Posobie. / K.A. Soxt, E.I. Trubilin, V.I. Konovalov. – Tekst: neposredstvennyj. – Krasnodar: KubGAU, 2014 – 164 s.
2. Operating manual Farmet Softer 4 P/4,5 PS/5 PS/6 PS / Edition: 1, effective from: 01.03. 2012. Farmet a. s. Jiříková, Česká Skalice, CZ 2012. – 27 s. – Text: direct.
3. Trubilin E.I. Rabochie organy' diskovy'x boron i lushhil'nikov / E.I. Trubilin, K.A. Soxt, V.I. Konovalov, O.V. Danyukova. – Tekst: neposredstvennyj. // Politematicheskij setevoj e'lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 91. – S. 752–771.
4. Terexin M.A. Sovershenstvovanie konstrukcii katka navesnoj diskovoj borony' BD-2,4x2N. / M.A. Terexin, A.V. Yashin, P.N. Xorev, Yu.V. Poly'vyanyj. – Tekst: neposredstvennyj. // Regional'nye problemy' ustojchivogo razvitiya agropromy'shlennogo kompleksa v usloviyakh cifrovoj transformacii: sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 28–29 aprelya 2025 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2025. – S. 249–253. – EDN ABMOCX.
5. Terexin M.A. Analiz konstrukcij katkov pochvoobrabatyvayushhix mashin. / M.A. Terexin, A.V. Yashin, P.N. Xorev. – Tekst: neposredstvennyj. // Resursosberegayushchie texnologii i texnicheskie sredstva dlya proizvodstva produkciyi rastenievodstva i zhivotnovodstva: sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 30–31 maya 2025 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2025. – S. 263–267. – EDN RCUTJP.
6. Diskovy'e lushhil'niki Swifterdisc XN, XO_F, XE, XE_PROF. Prospekt firmy' Bednar [e'lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: https://www.bednar.com/files/uploads/prospekty/ru/swifterdisc_brochure_2021_ru_preview_01.pdf (data obrashheniya 15.09.2025). – Tekst: e'lektronnyj.
7. Disc Cultivators Swifterdisc XN, XO_F, XO_PROF, XE, XE_PROF, XE_MEGA A fast and high quality stubble tillage solution. Проспект фирмы Bednar [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.bednar.com/files/uploads/prospekty/en/swifterdisc_prospekt-2023_en_web.pdf. / (data obrashheniya 15.09.2025). – Tekst: e'lektronnyj.
8. Katalog komplektuyushhix i zapasnyx chastej proizvodstva Bellota dlya diskovy'x boron [e'lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: https://www.bellotaagrisolutions.ru/sites/default/files/catalogo_tmp2/pdf/ru/Diskova-ya-borona-Bellota.pdf (data obrashheniya 15.09.2025). – Tekst: e'lektronnyj.
9. A-disk 620 mm s agressivnoj rezhushhej kromkoj diskatorov Bednar Atlas Profi (art. KM060297) [e'lektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: <https://www.bednar.com/ru/spare-part/a-disk-620-mm-atlas/> (data obrashheniya 15.09.2025). – Tekst: e'lektronnyj.
10. Alimov S.A. Modernizaciya posevnogo kompleksa «Agrator-Combi 5200M». / S.A. Alimov, A.A. Akmajkin, V.V. Shumaev. – Tekst: neposredstvennyj. // Vklad molodyx uchenyx v innovacionnoe razvitiye APK Rossii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyx uchenyx, Penza, 31 oktyabrya – 1 noyabrya 2024 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. – S. 26–29.
11. Vlasov D.A. Raschyt parametrov diskovogo rabochego organa posevnogo kompleksa «AGRATOR-COMBI 5200M» metodom konechnyx elementov. / D.A. Vlasov, G.S. Cyganov. – Tekst: neposredstvennyj. // Vklad molodyx uchenyx v innovacionnoe razvitiye APK Rossii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyx uchenyx, Penza, 31 oktyabrya – 1 noyabrya 2024 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. – S. 42–46.
12. Nekory'stnov A.E. Raschet na prochnost' modernizirovannogo polozovidnogo soshnika. / A.E. Nekory'stnov, P.N. Xorev, V.A. Ovtov, M.A. Terexin. – Tekst: neposredstvennyj. // Resursosberegayushchie texnologii i texnicheskie sredstva dlya proizvodstva produkciyi rastenievodstva i zhivotnovodstva: Sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 30–31 maya 2025 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2025. – S. 177–182.
13. Mixal'chenkov A.M. Statisticheskij analiz iznosov diskov diskovyx orudij / A.M. Mixal'chenkov, A.A. Tyureva, Yu.I. Filin, N.V. Sinyaya. – Tekst: neposredstvennyj. // Texnika i oborudovanie dlya sela. – 2016. – № 7. – S. 42–45.
14. Xaxulin L. S. Vliyanie ugla ataki rabochix organov diskatora na iznos diskov i kachestvo obrabotki pochvy'. / L.S. Xaxulin, S.G. Salamatin, A.E. Litvinov. – Tekst: neposredstvennyj. // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Texnicheskie nauki. – 2025. – № 3. – S. 315–326.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 159.92

АДАПТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА У СТУДЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Пономарева Г.В., ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России

Антонов А.А., МОУ «Перемиловская средняя школа»

Лощаков А.М., ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России

Закурин Л.В., ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

В статье рассматриваются вопросы влияния занятий адаптивной физической культурой на уровень сахара крови, а также самочувствие и настроение студентов, больных сахарным диабетом. С учетом всё возрастающего количества больных этим заболеванием в мире и более частого заболевания в молодом возрасте, проблема, рассматриваемая нами, является актуальной и востребованной. Мы рассмотрели теоретические аспекты этиологии и патогенеза сахарного диабета, показали механизмы снижения сахара крови, а также привели факторы, влияющие на степень снижения сахара крови. Нами указаны рекомендуемые виды физической активности для студентов, больных сахарным диабетом, которые можно использовать как при обучении в высших учебных заведениях, так и самостоятельно, по окончании вузов. Мы привели пример комплекса упражнений, который использовался нами при проведении занятий со студентами, больными сахарным диабетом на начальном этапе и указали, какие упражнения можно добавить, когда начальный этап будет пройден. Отличительной особенностью этих упражнений является то, что для их использования не нужно сложного специального оборудования и это позволяет применять их самостоятельно даже в домашних условиях. Исследование было проведено в Рязанском государственном медицинском институте, где осуществлялись занятия по адаптивной физической культуре со студентами, больными сахарным диабетом. Приведены результаты измерения сахара крови студентов, больных сахарным диабетом до и после проведения занятий по данным глюкометров и современных систем непрерывного измерения, которые были у обучающихся. Также проходил опрос студентов об изменении их самочувствия и настроения при занятиях АФК.

Ключевые слова: адаптивная физическая культура, студент, сахарный диабет, сахар крови.

Для цитирования: Пономарева Г.В., Антонов А.А., Лощаков А.М., Закурин Л.В. Адаптивная физическая культура у студентов с сахарным диабетом // Аграрный вестник Верхневолжья. 2025. № 4 (53). С. 123–128.

Актуальность. В настоящее время в России, да и во всем мире, растет уровень заболеваемости сахарным диабетом. По данным Минздрава, на 2023 год в России зарегистрировано более 5 млн. человек с этим заболеванием, при этом реальная цифра может быть выше из-за незарегистрированных случаев [8, с. 104]. Сахарный диабет – это хроническое эндокринное заболевание с повышенным содержанием глюкозы в крови, которое приводит к многочисленным осложнениям со стороны

Социально-экономические и гуманитарные науки

различных органов и систем человека и снижению качества его жизни. Различают сахарный диабет 1 типа, для которого характерно отсутствие в организме инсулина, и 2 типа, при котором собственный инсулин у человека присутствует, но есть резистентность, то есть гормон не может утилизировать глюкозу [10, с. 88]. Причем это заболевание в наше время «молодеет» – это подтверждается многочисленными исследованиями ученых и статистикой Минздрава. Если раньше диабет 2 типа считался болезнью пожилых людей, то сейчас он всё чаще встречается у студентов. Причинами, способствующими раннему появлению диабета, являются:

- ожирение, число случаев которого резко увеличилось, которое является главным фактором риска развития диабета 2 типа. Распространенность ожирения среди детей и подростков до 18 лет в нашей стране достигает 27,1 % [7, с. 67];
- гиподинамия (малоподвижный образ жизни, гаджеты, отсутствие адекватной физической нагрузки спорта), что усугубляет проблему;
- неправильное питание (фастфуд, сладкие газированные напитки, переработанные продукты с высоким содержанием сахара и трансжиров), приводящее к инсулинерезистентности;
- хронический стресс вследствие недостаточной продолжительности сна, постоянной подготовки к занятиям, сложных экзаменационных сессий;
- генетическая предрасположенность, то есть наличие диабета у кого-то из родителей;
- рост аутоиммунных заболеваний с неясными причинами под влиянием вирусных инфекций, неблагоприятной экологии, неадекватного или раннего прикорма у младенцев, как факторы развития диабета 2 типа.

В повседневной студенческой жизни обучающиеся, больные сахарным диабетом, практически ничем не отличаются от остальных студентов, и преподаватели в большинстве случаев не знают о наличии у человека грозного заболевания. Только проявляющиеся осложнения заставляют студентов изменить своё привычное поведение, и это может быть увидено преподавателем [1, с. 32]. На наш взгляд, для возможного предотвращения осложнений преподаватели должны быть проинформированы о состоянии здоровья обучающихся у них студентов.

Объекты и методы исследования. Нами проведено изучение научных литературных источников по вопросам протекания сахарного диабета в студенческом возрасте, описаны механизмы снижения сахара в крови человека, факторы, влияющие на степень этого снижения. Также нами описаны механизмы влияния физической нагрузки на уровень глюкозы. Мы в Рязанском государственном медицинском институте проводили занятия по адаптивной физической культуре со студентами различных курсов, больными сахарным диабетом. Были разработаны примерные комплексы упражнений для студентов, больных сахарным диабетом. При этом студентами самостоятельно производилось измерение сахара крови до и после занятий. Также нами проводилось наблюдение за самочувствием студентов, а также их опрос по вопросам изменения самочувствия и настроения в целом.

Результаты исследования. Поддержание нормальных цифр уровня сахара в крови у студентов, страдающих сахарным диабетом, является критически важным для возможно более долгой отсрочки появления осложнений и улучшения качества жизни [5, с. 16]. Среди осложнений следует отметить острые осложнения как следствия гипогликемии (низкий уровень сахара приводит к дрожи, потливости, слабости, далее к судорогам, потере сознания, коме) или гипергликемии (высокий уровень сахара может вызвать расстройство сознания и кому). Среди хронических осложнений следует выделить, что длительное повышение глюкозы повреждает сосуды, нервы и вызывает ретинопатию (ухудшение зрения), нефропатию (развитие почечной недостаточности), нейропатию (боли, снижение чувствительности), развитие атеросклероза (стенокардия, нарушения мозгового кровообращения, поражение сосудов ног). Оптимальный сахар крови снижает усталость, предотвращает жажду и частые мочеиспускания, помогает сохранить физическую и умственную активность. Высокий сахар ослабляет иммунитет, увеличивая риск кожных инфекций, грибковых поражений, негативно влияет на заживление любых ссадин и ран.

Адаптивная физическая культура (АФК) при сахарном диабете является важной частью комплексной терапии, направленной на улучшение контроля уровня глюкозы в крови, повышение чув-

Социально-экономические и гуманитарные науки

ствительности к инсулину, нормализацию веса, улучшение психоэмоционального состояния и отсроченное появление осложнений [4, с. 131]. Такая физкультура должна быть согласована с врачом и подбираться индивидуально с учетом типа диабета, степени компенсации и наличия осложнений [2, с. 233].

Снижение уровня сахара в крови у студентов во время занятий АФК – это естественный физиологический процесс. Механизмами снижения сахара при этом являются:

- энергозатраты мышц: при физической нагрузке мышцы активно поглощают глюкозу из крови для получения энергии, что снижает её уровень;
- улучшение чувствительности к инсулину: физическая активность повышает эффективность инсулина, облегчая транспорт глюкозы в клетки.
- активация гликогенолиза: печень расщепляет запасы гликогена, чтобы поддерживать уровень глюкозы, но при длительных нагрузках его запасы истощаются.

Факторами, влияющими на степень снижения сахара крови, являются:

- интенсивность и длительность нагрузки: чем выше интенсивность (например, бег, игровые виды спорта), тем быстрее расходуется глюкоза;
- исходный уровень сахара: у студентов с диабетической гипергликемией эффект может быть более выраженным, чем у здоровых студентов;
- питание до и после занятия: недостаток углеводов перед занятием повышает риск гипогликемии.

В связи с расстройством углеводного обмена степень снижения сахара у больных диабетом более выражена, чем у здоровых людей [9, с. 6].

Рекомендуемые виды физической активности для студентов, больных сахарным диабетом:

- аэробные нагрузки (ходьба, плавание, велоспорт, скандинавская ходьба) – улучшают выносливость, повышают чувствительность к инсулину и поддерживают сердечно-сосудистую систему;
- умеренные силовые упражнения (например, с гантелями или резиновыми лентами) – помогают увеличить мышечную массу, поглощающую сахар, и улучшить обмен веществ;
- гимнастика для стоп (вращения, перекаты с пятки на носок, упражнения с мячом) – предотвращают развитие диабетической стопы;
- йога и пилатес – улучшают гибкость, дыхание и кровообращение;
- дыхательные упражнения – способствуют насыщению тканей кислородом [6, с. 77].

При занятии студенты должны руководствоваться следующими принципами:

- регулярность – занятия должны быть ежедневными (не менее 3–5 раз в неделю);
- длительность – оптимально 30–60 минут в день (начинать можно с 10–15 мин);
- умеренная нагрузка – пульс должен быть в пределах 130–145 уд/мин;
- контроль сахара – перед тренировкой его уровень должен быть: 5,6–13,8 ммоль/л; необходимо контролировать сахар также после занятий, а во время длительных нагрузок (спортивные игры) еще и во время занятий;
- питание и гидратация – заниматься следует через 1–1,5 часа после еды, пить воду во время тренировки (обезвоживание может искажать показатели сахара в крови); иметь при себе быстрые углеводы (сок, конфеты) при гипогликемии;
- не тренироваться при плохом самочувствии или декомпенсации диабета;
- избегать высокointенсивных и травмоопасных нагрузок (тяжелая атлетика, экстремальные виды спорта);
- контролировать состояние стоп – удобная обувь, осмотр ног после занятий.

Мы приводим пример комплекса упражнений, который использовался нами при проведении занятий со студентами, больными сахарным диабетом на начальном этапе.

Разминка (5–7 минут): ходьба на месте с высоким подниманием колен; вращения плечами и наклоны корпуса.

Социально-экономические и гуманитарные науки

Основная часть (выполнение упражнений можно сочетать с ходьбой на месте):

- упражнения для стоп (сгибание пальцев, круговые движения);
- приседания (7–10 раз);
- наклоны вперед с касанием пальцев ног.

Заминка: дыхательные упражнения и легкая растяжка.

В последующем мы практиковали ходьбу в быстром темпе около 30 минут в сочетании с силовыми упражнениями: 15–20 минут упражнений с легкими гантелями или собственным весом – отжимания, приседания, выпады, а также 10–15 минут упражнений на растяжку для улучшения гибкости и предотвращения травм.

Таблица 1 – Результаты измерения сахара крови студентов, больных сахарным диабетом до и после проведения занятий по адаптивной физической культуре

Средний показатель уровня сахара крови	Месяц			
	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Уровень сахара до занятия, ммоль/л	7,1	7,2	7,0	7,8
Уровень сахара после занятия, ммоль/л	6,7	6,7	6,4	6,8

Из данных таблицы 1 мы видим снижение показателей сахара крови у студентов после занятий. При этом студенты, имеющие уровень сахара более 13,8 ммоль/л, до занятий не допускались и в расчеты не брались. Лишь в декабре есть повышение уровня сахара у студентов до занятия, но это можно связать с сезонными заболеваниями ОРЗ в это время, а также стрессом при подготовке к сессии. Однако, несмотря на относительное повышение уровня глюкозы крови до занятия, уменьшение её после физической нагрузки относительно выросло.

Таблица 2 – Результаты опроса студентов РязГМУ Минздрава России, больных сахарным диабетом, занимающихся адаптивной физической культурой

	Месяц			
	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Хорошее самочувствие	65 %	68 %	72 %	84 %
Ровное настроение	71 %	67 %	70 %	74 %

Нами проведен опрос занимающихся АФК студентов по вопросам самочувствия и настроения после проведения занятий. Самочувствие нами рассматривалось как общий психический показатель телесного и духовного состояния индивида в данный момент времени. Мы давали студентам варианты ответов: «хорошее», «удовлетворительное», «плохое». В таблице 2 отражены преобладающие цифры показателя ответов «хорошее». Настроение нами рассматривалось как достаточно продолжительный эмоциональный процесс невысокой интенсивности, образующий эмоциональный фон для протекающих психических процессов студентов. В таблице 2 приведены показатели ровного (эйтического настроения), которое преобладало у обучающихся на занятиях по данным самооценки. Из данных таблицы 2 мы видим, что хорошее самочувствие и ровное настроение преобладают у студентов, занимающихся АФК.

Заключение. В связи с высокой распространенностью заболевания и всё более частым поражением сахарным диабетом лиц молодого возраста, возникла настоящая потребность в занятиях АФК с такими студентами в вузах. В ходе наших занятий мы проводили мониторинг уровня са-

Социально-экономические и гуманитарные науки

хара в крови студентов до и после занятий и показали снижение этого показателя под влиянием физической нагрузки. Такие результаты могут повысить мотивацию к занятиям АФК у студентов в то время, когда обязательные занятия в высшем учебном заведении закончатся [3, с. 54]. Когда студенту нравится заниматься физической культурой, когда он получает от этого удовольствие, когда ему нравится поддерживать свой образ жизни и здоровье подобными упражнениями, то он будет продолжать заниматься, не отвлекаясь на посторонние вещи и не ленясь, потому что хочет этого.

Таким образом, физическая активность для студентов с сахарным диабетом не только возможна, но и полезна, однако требует тщательного планирования и контроля. Индивидуальный подход, сотрудничество с врачами и преподавателями, а также использование технологий мониторинга (глюкометры, современные системы непрерывного измерения) минимизируют риски, способствуют хорошему самочувствию и ровному настроению, а следовательно, улучшают качество жизни.

Список используемой литературы

1. Антонов А.А. Социализация личности студента с ОВЗ в процессе адаптивного физического воспитания / А.А. Антонов, Г.В. Пономарева, А.М. Лощаков. – Текст: непосредственный. // Адаптивная физическая культура. – 2023. – Т. 96. – № 4. – С. 31–33.
2. Данилова А.М. Влияние двигательной нагрузки на студентов специальной медицинской группы, осваивающих дисциплину «Адаптивная физическая культура» / А.М. Данилова, А.Л. Иванова, Д.Р. Суркова. – Текст: непосредственный. // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2025. – № 3. – С. 231–244. / URL: <https://e-koncept.ru/2025/251049.htm> (дата обращения: 30.04.2025).
3. Долматов А.В. Интерактивные технологии в преподавании адаптивной физической культуры. / А.В. Долматов, Т.И. Долматова. – Текст: непосредственный. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгата. – 2019. – № 7 (173). – С. 52–55.
4. Евдокимов Е.О. Занятия физической культурой и спортом студентов с сахарным диабетом. / Е.О. Евдокимов. – Текст: непосредственный. // Научный лидер. – 2021. – № 14 (16). – С. 130–132.
5. Лощаков А.М. Физическая активность как обязательное условие благополучия лиц с ограниченными возможностями здоровья / А.М. Лощаков, А.А. Антонов, Г.В. Пономарева. – Текст: непосредственный. // Адаптивная физическая культура. – 2022. – Т. 92. – № 4. – С. 16–18.
6. Минская Е.В. Адаптивная физическая культура для студентов с нарушениями здоровья в рамках инклюзивного образования в вузе / Е.В. Минская. – Текст: непосредственный. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука и социум». – 2021. – № XVIII. – С. 76–79.
7. Распространенность избыточной массы тела и ожирение у детей. / А.Н. Мартинчиц, К.Э. Лайкам, Н.А. Козырева [и др.]. – Текст: непосредственный. // Вопросы питания. – 2022. – № 3 (541).
8. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010–2022 гг. / И.И. Дедов, М.В. Шестакова, О.К. Викулова [и др.]. – Текст: непосредственный. // Сахарный диабет. – 2023. – Т. 26 – № 2. – С. 104–123.
9. Титович Е.В. Профилактика сахарного диабета: прошлое, настоящее и будущее. / Е.В. Титович. – Текст: непосредственный. // Проблемы Эндокринологии. – 2009. – № 55 (2). – С. 3–9.
10. Трухан Д.И Сахарный диабет: актуальные аспекты диагностики и адъюванной терапии. / Д.И. Трухан. – Текст: непосредственный. // Клинический разбор в общей медицине. – 2024. – 5 (5). – С. 88–90.

References

1. Antonov A.A. Sotsializatsiya lichnosti studenta s OVZ v protsesse adaptivnogo fizicheskogo vospitaniya. / A.A. Antonov, G.V. Ponomareva, A.M. Loshchakov. – Tekst: neposredstvennyj. // Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura. – 2023. – T. 96. – № 4. – S. 31–33.
2. Danilova A.M. Vliyaniye dvigatel'noy nagruzki na studentov spetsial'noy meditsinskoy gruppy, osvaivayushchikh distsiplinu «Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura» / A.M. Danilova, A.L. Ivanova, D.R. Surkova. – Tekst: neposredstvennyj. // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept». – 2025. – № 3. – S. 231–244. / URL: <https://e-koncept.ru/2025/251049.htm> (data obrashcheniya: 30.04.2025).

Социально-экономические и гуманитарные науки

3. Dolmatov A.V. Interaktivnye tekhnologii v prepodavanii adaptivnoy fizicheskoy kul'tury / A.V. Dolmatov, T.I. Dolmatova. – Tekst: neposredstvennyj. // Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2019. – № 7 (173). – S. 52–55.
4. Yevdokimov Ye.O. Zanyatiya fizicheskoy kul'turoy i sportom studentov s sakharnym diabetom / Ye.O. Yevdokimov. – Tekst: neposredstvennyj. // Nauchnyy lider. – 2021. – № 14 (16). – S. 130–132.
5. Loshchakov A.M. Fizicheskaya aktivnost' kak obyazatel'noye usloviye blagopoluchiya lits s ogranicennymi vozmozhnostyami zdorov'ya / A.M. Loshchakov, A.A. Antonov, G.V. Ponomareva. – Tekst: neposredstvennyj. // Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura. – 2022. – T. 92. – № 4. – S. 16–18.
6. Minskaya Ye.V. Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura dlya studentov s narusheniyami zdorov'ya v ramkakh inklyuzivnogo obrazovaniya v vuze / Ye.V. Minskaya. – Tekst: neposredstvennyj. // Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka i sotsium». – 2021. – № XVIII. – S. 76–79.
7. Rasprostranennost' izbytochnoy massy tele i ozhireniye u detey / A.N. Martinchik, K.E. Laykam, N.A. Kozyreva [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Voprosy pitaniya. – 2022. – № 3 (541).
8. Sakharnyy diabet v Rossiyskoy Federatsii: dinamika epidemiologicheskikh pokazateley po dannym Federal'nogo registra sakharnogo diabeta za period 2010–2022 gg. / I.I. Dedov, M.V. Shestakova, O.K. Vikulova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj. // Sakharnyy diabet. – 2023. – T. 26 – № 2. – S. 104–123.
9. Titovich E.V. Prevention of diabetes mellitus: past, present and future. / E.V. Titovich. – Tekst: neposredstvennyj. // Problems of Endocrinology. – 2009. – № 55 (2). – P. 3–9.
10. Trukhan D.I. Diabetes mellitus: current aspects of diagnostics and adjuvant therapy. / D.I. Trukhan. – Tekst: neposredstvennyj. // Clinical analysis in general medicine. – 2024. – № 5 (5). – P. 88–90.

AGRONOMY

Sevostyanov M.A., Vagina A.G.

DEVELOPMENT OF PHYTOSANITARY BARRIER COMPOSITE MATERIAL

The article presents the results of research on the development of a phytosanitary barrier composite material of the composition chitosan – TiO₂ – NPK, namely, samples with different ratios of chitosan and titanium dioxide of the modified form anatase were obtained. 1:1, 2:1, 4:1, 6:1, 8:1, 10:1, and also studied properties of the obtained formulations (release rate of N, P, K in 28 days, crushing strength, weight loss under UV, antimicrobial activity, visual assessment of the shell). According to the research results, it was found that the optimal composition of a phytosanitary barrier composite material is a NPK fertilizer granule (18-18-18) in a shell consisting of a 2% chitosan polymer matrix with an average molecular weight (MW~100 kDa) and degree of deacetylation (DD~85%) with an anatase titanium dioxide inclusion ratio of 10:1. The developed phytosanitary barrier composite material was tested on Farmer F1 cucumbers in open ground in the Moscow region in 2024. During the study, accelerated vegetative processes were recorded in cucumbers that were fed with the developed phytosanitary-barrier composite material, namely, seedlings appeared on average 3 days faster, 2 true leaves formed on average 6 days faster, and flowering occurred on average 10 days earlier than in cucumbers on the control plot. The average weight of cucumber fruits increased by an average of 13%. Over the season, 10 bushes yielded 52% more than the control plot.

Keywords: resistance, chitosan, titanium dioxide, agriculture, plant protection, fertilizer, antimicrobial properties.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOECHNOLOGY

Alekseev I.L.

APPLICATION OF COMPUTER TOMOGRAPHY IN VETERINARY MEDICINE. REVIEW

The article is a detailed analytical review of the use of computed tomography (CT) in veterinary practice. The history of the method's introduction since the 1980s and its significant technological evolution are considered: the transition from step-by-step scanning to spiral and multi-slice scanning, which dramatically increased the speed of data acquisition, spatial resolution and diagnostic accuracy. It is emphasized that CT effectively overcomes the key limitations of traditional radiography and ultrasound, providing highly detailed three-dimensional reconstruction of complex anatomical structures and the ability to examine patients with metal implants. The paper describes the physical principles of the method, based on measuring the degree of attenuation of X-ray radiation by tissues of varying density. Particular attention is paid to the modern technique of bolus contrast using automatic injectors, which significantly improves the visualization of vascular pathologies, tumor blood flow and inflammatory processes. It is noted that general anesthesia is required to obtain diagnostically valuable images in most animal species, and the algorithm of preliminary clinical and laboratory examination of the patient is analyzed in detail to minimize perioperative risks. Key areas of application are listed: neurodiagnostics, staging of oncological diseases, assessment of complex fractures and joint pathologies, examination of the thoracic and abdominal organs, dentistry and maxillofacial surgery, as well as angiography. The special value of the method for exotic and small domestic animals that do not tolerate prolonged anesthesia is emphasized. In conclusion, the relevance of the development of domestic veterinary CT is substantiated, including the creation of specialized anatomical atlases and the introduction of CT-assisted surgical techniques.

Keywords: computed tomography, veterinary medicine, diagnostics, visualization, contrast, anesthesia, oncology, orthopedics, birds, reptiles.

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 mollusks 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, molluscocide, pond snail, saponin, *Aesculus hippocastanum*.

Gorin M. A., Volkov I. R.

**POSSIBILITIES OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS
OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM CONDITION IN LAYING HENS**

*The aim of this study was to investigate the possibilities of computed tomography for assessing and visualizing the morphometric parameters of preovulatory follicles in laying hens *in vivo*. The object of the study was a one-year-old Uheyilyui laying hen kept under cage housing conditions. The subject of the study was the reproductive system of the bird (ovary with follicles at various stages of maturity and the oviduct). The research method was computed tomography (CT) performed on a 64-slice SinoVision AlphaCT 328 Plus scanner with subsequent image processing and tissue density analysis in Hounsfield units (HU). The results showed that CT makes it possible to obtain *in vivo* images of the reproductive organs of the bird with visualization of follicles. Morphometric analysis revealed a correlation between follicle size and their density characteristics. Larger follicles demonstrated values close to fluid density (+5 HU), whereas smaller follicles were characterized by higher density (+15...+18 HU). Thus, CT demonstrated high informativeness and diagnostic value in the study of the reproductive system of laying hens *in vivo*, opening up prospects for monitoring folliculogenesis, non-invasive diagnosis of pathologies, and evaluation of therapeutic effectiveness. CT can be used as an additional tool in veterinary science and practice; however, it requires protocol standardization and adaptation to the conditions of industrial poultry farming.*

Keywords: computed tomography, laying hens, preovulatory follicles, reproductive system, non-invasive diagnostics, Hounsfield units.

Abstracts

Laptev S.V., Ivanyuk V.P., Bredikhin A.V.

TOPICAL ISSUES OF CANINE BRUCELLOSIS

The article presents a systematic analysis of domestic and foreign literature, which indicates the widespread circulation of brucellosis pathogens in dogs (*B. canis*, *B. abortus*, *B. suis*, and *B. melitensis*). The infection of dogs with these pathogens is associated with their close contact with both humans and animals, including agricultural, domestic, and wild mammals, as well as small rodents. The prevalence of brucellosis in dogs can vary depending on the region. In some areas, the disease remains widespread due to inadequate control and prevention measures. Canine brucellosis occurs with mixed R and S type infection, and interspecies transmission of brucella from host to host can occur. The diversity of reservoirs, as well as environmental and socio-behavioral factors, makes it difficult to characterize the epizootiological patterns of brucellosis. These factors can influence the risk of transmission and thus cause outbreaks of brucellosis. The authors of the study use systematic literature review methods and comparative analysis to identify the circulation of brucellosis pathogens in dogs, determine the interspecies transmission of brucellosis from host to host, and provide information on the diagnosis, treatment, and prevention of brucellosis in dogs. Based on the results of the study, the authors conclude that due to the increasing incidence of brucellosis in dogs, it is necessary to strengthen preventive and diagnostic measures to reduce the risk of potential epizootics and epidemics. Compliance with veterinary and sanitary regulations when handling animals and livestock products is a promising approach to preventing the spread of brucellosis.

Keywords: dogs, brucellosis, symptoms, prevention, causative agent.

Merzhakypova G. B., Gizatullina F. G.

NATURAL RESISTANCE OF NEWBORN CALVES WITH HUMIC SUBSTANCES SUPPLEMENT

The aim of the study was to investigate the effect of including the feed additive "Gumovet" in combination with ascorbic or succinic acid in the diet of dry cows and newborn calves on the indices of non-specific resistance of newborn calves. The experimental part of the work was carried out on a farm located in Northern Kazakhstan. The object of the study were Simmental calves from birth to one month of age, which were fed the feed additive "Gumovet" during the first 10 days. For the experiment, we selected calves born from experimental cows, which were fed the feed additive "Gumovet" separately and in combination with ascorbic or succinic acids during the dry period. One control and three experimental groups of calves, 5 heads each, were formed. The first experimental group received the feed additive "Gumovet"; the second received "Gumovet" with ascorbic acid; the third group received "Gumovet" with succinic acid. The calves of the experimental groups were given "Gumovet" with water at a dose of 0.5 ml/kg of live body weight and organic acids in the recommended doses for 10 days after birth. To study the morphological, biochemical and immunological parameters of the calves, blood samples were taken at the age of one day, 15 days and 30 days. Laboratory blood tests were performed in laboratories. Based on the analysis of the results of the clinical study of the calves, the laboratory study of the hematological, biochemical and immunological parameters of the blood, the state of their natural resistance was studied when using the "Gumovet" feed additive and organic acids. It was found that the level of total protein and the amount of albumin and globulins changed reliably during the experiment. The calves of the experimental groups were characterized by a higher increase in the level of total protein, which is associated with the activation of metabolism. The calves of the experimental groups showed a more noticeable increase in the bactericidal activity of blood serum and phagocytic activity of blood neutrophils indices compared to the initial level. The calves of the control group had an advantage in the lysozyme activity of blood serum index. The revealed features of the immunobiochemical status of the blood of calves in the first month after birth characterize the formation and development of the functional activity of the organs and systems of the body. Simultaneously with the activation of metabolism, the morphological composition of the blood and the formation

of natural resistance of calves occur. The immunostimulating effect of the feed additive began to manifest itself in newborn calves at the age of one month, better values of bactericidal and phagocytic activity were obtained in the group that received "Gumovet" with succinic acid. The use of the drug "Gumovet" alone and in combination with ascorbic or succinic acids in newborn calves promotes the activation of protein metabolism, changes in the concentration of albumin and globulins, the formation of a more adaptive immune response during the formation of the immune system.

Keywords: cows, calves, lactation period, feed additive Gumovet, blood, hematological parameters, biochemical parameters, bactericidal activity of blood serum, lysozyme activity of blood serum, phagocytic activity of blood neutrophils.

Nigova E.A.

EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF THE PREVALENCE OF PRESUMPTIVE DIET-DEPENDENT CHRONIC ENTEROPATHY IN DOGS AND CATS OVER A TWO-YEAR PERIOD

Diet-responsive chronic enteropathy, also referred to as food-responsive enteropathy (FRE), is among the most common gastrointestinal disorders in dogs and cats. Limited awareness of how frequently FRE occurs in small-animal practice may lead to suboptimal care for patients with chronic signs, delaying accurate diagnosis and initiation of targeted therapy. This study reports the proportion of patients likely to have FRE among dogs and cats presenting for diet selection or adjustment at Skolkovo Vet Hospital from 1 January 2023 to 31 December 2024. We reviewed primary nutrition consultations and assessed presenting complaints, history, abdominal ultrasonography, and laboratory tests. Animals with extraintestinal causes of signs or an acute onset without evidence of chronic intestinal changes were excluded. For cases with suspected DRCE, an elimination diet was recommended as the first diagnostic step. Over two years, 1,035 diet-related visits were recorded (813 dogs, 222 cats); among primary consultations, there were 721 dogs and 192 cats. Chronic gastrointestinal dysfunction was documented in 395 dogs (55%) and 114 cats (59%). Of these, 307 dogs and 70 cats were classified as having probable FRE, representing 78% and 61% of animals with chronic GI signs, respectively. In a private clinical setting, more than half of patients presenting with digestive complaints required evaluation for chronic enteropathy, and a large proportion met criteria for suspected FRE. These findings underscore the clinical importance of dietary diagnostic tools and the need for standardized data capture and follow-up studies to refine true population estimates and treatment outcomes.

Keywords: dogs, cats, chronic enteropathy (CE), chronic inflammatory enteropathy (CIE), diet-responsive (food-responsive) chronic enteropathy (FRE), caseload, incidence.

Skvortsova L. N., Chursina N. S.

EFFICIENCY OF FEED AMINO ACIDS AND QUALITY INDICATORS OF QUAIL EGGS WITH DIFFERENT LEVELS OF SODIUM IN THE DIETS OF LAYING QUAILS

To study the effect of sodium levels on the efficiency of amino acid use from diet feed and the quality of quail eggs, three parallel scientific and economic experiments were conducted. The studies were conducted on the basis of the IE KFH "Soldatova V.V.", the testing laboratory of OOO "Premix" of the Krasnodar Territory. According to the experimental design, the birds of the control group consumed compound feed with a sodium level of 0.5%. The laying quails of the experimental groups were fed compound feed with a sodium level of 0.4%, 0.3% and 0.2%, respectively. The groups were formed by the method of pairs-analogues from clinically healthy birds, each group had 36 heads. Analysis of the chemical composition of feed, droppings

Abstracts

and quail eggs showed that a decrease in the sodium level in the diets of laying quails does not negatively affect the use of replaceable and essential amino acids in the feed by the bird, their content in the protein and yolk of eggs. At the same time, the reduction of the sodium level in the diets of laying quails from 0.5% in the control group to 0.2% in the experimental groups has a certain effect on the absorption of nutrients in the diets and the quality indicators of quail eggs. More effective is feeding the birds diets with a sodium level of 0.4% at a DEB level of 355.2 mEq/kg. At the same time, as sources of sodium in the composition of compound feed, it is advisable to include sodium sulfate anhydrous (with a sodium mass fraction of 31.94%, sulfate – 61.00%) and baking soda (with a sodium mass fraction of 30.97%) at a dose of 0.28%, sodium chloride (with a sodium mass fraction of 41.10%, chlorides – 59.08%) at a dose of 0.18%.

Keywords: laying quails, feeding, sodium level, amino acids, quail eggs.

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 on a farm located in the biogeocochemical province of the Southern Urals. The studies were conducted on 20 dairy animals of the Black-and-White breed, 4–5 years old, with a live weight of 450–500 kg, distributed according to the analogue principle into 4 groups (control and 3 experimental groups). In the experimental groups, in addition to the general farm ration, the feed additive "Guvitan" was used daily for a month at the rate of 0.5 ml of the ready-made aqueous solution of the preparation per 1 kg of live weight. In addition to the "Guvitan" additive, the cows of the second and third experimental groups were administered ascorbic acid at a dose of 10 mg / kg of live body weight and succinic acid at a dose of 15 mg / kg of live body weight, respectively. Blood samples for biochemical research were obtained before the experiment and after 30 days. During the experiment, a decrease in total protein was noted in the blood serum of the experimental animals, and a decrease in albumin concentration in the proteinogram due to an increase in α -globulins. At the end of the experiment, a reliable increase in urea, creatinine, total lipids, total cholesterol, and carotene was noted in the blood serum of the experimental cows. By the end of the study, a decrease in glucose content was observed in the blood serum samples of cows in the experimental groups – by 20.0–27.0 % relative to the initial level. In the third group, relative to the others, an increase in AST activity by 10.0 % and ALT by 33.05% ($P < 0.01$) was noted, and a decrease in beta-lipoprotein content by 26.2% ($P < 0.01$). Thus, the use of the feed additive "Guvitan" separately and in combination with ascorbic or succinic acids has a positive effect on the biochemical status of cows.

Keywords: dairy cows, humates, feed additive "Guvitan", ascorbic acid, succinic acid, biochemical parameters of blood serum, protein metabolism.

Sokolov I.V., Lomakin A.A., Zyalalov Sh.R., Savina E.V., Provorova N.A., Merchina S.V.

THE INFLUENCE OF VECTOR-ACTION FEED ADDITIVE BASED ON SILICON-CONTAINING BREEDS AND PROBIOTIC ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STATUS INDICATORS OF RAINBOW TROUT

The article presents the results of experimental studies on rainbow trout using a vector-action feed additive based on silicon-containing modified zeolite enriched with probiotic biocompositions. The experiments were conducted at the private fish farm "Yantarny Ruchey" in Ulyanovsk Region. Diploid

female rainbow trouts with an average weight of 1.15 kg and age of 16 months were used as the object of study. The fish consumed 0.67% of their biomass in feed during the entire experiment, which cost 8.3 grams per head per day. Two groups of 1,200 fish were formed during the experiment. The control group was fed with the main commercial diet, while the experimental group received an additional feeding of a vector action additive once a day in the amount of 4%. The additive consisted of 80% modified zeolites, 2% *Pediococcus acidilactici* probiotic, 3% amino acid complex Vitamin, and 15% other additives. At the beginning and end of the experiment, blood samples were taken from the tail vein of fish and analyzed using Micro BiAN 540 and XL-180 Erba analyzers. The experimental group showed an improvement in red and white blood counts, increased intensity of protein, lipid, carbohydrate, and mineral metabolism. Hemoglobin levels increased by 9.16%, glucose by 12.76%, total protein by 21.71%, albumin by 9.2%, alkaline phosphatase by 14.74%, Ca by 14.29%, bilirubin decreased by 13.23%, cholesterol by 11.24%, AST by 22.36%.

Keywords: aquaculture, rainbow trout, fish feed, zeolite, probiotics, blood, physiology, biochemistry.

Khuranov A.M., Didanova A.A., Tuganov M.N.

EARLY CYTOMORPHOLOGICAL DIAGNOSIS OF PREGNANCY IN COWS

Early cytological diagnosis of pregnancy allows one to determine the presence or absence of pregnancy based on the cell composition in smears prepared from cervical mucus taken from under the cervix in the lower fornix of the vagina. The aim of the study was to evaluate the cellular composition of cervical mucus for the diagnosis of pregnancy. The material for the study was smears of cervical mucus of cows prepared on the 60th day after calving, taken with the obstetric spoon of B.G. Pankov in the lower vaginal fornix under the cervix in compliance with the rules of asepsis and antisepsis. The smears were counted for the number of somatic cells (vagina, cervix, uterine body, uterine horns, oviducts); white blood cells (lymphocytes, neutrophils, purulent bodies; cellular rosettes (somatic cells surrounded by neutrophils)) for further analysis of the percentage of the studied cells. In smears prepared from cervical mucus from seven pregnant cows, vaginal cells were significantly predominant (average 87.6 ± 0.7). Cervical cells were also detected (average 3.3 ± 0.4). Cells from the corpus uteri, uterine horns, and oviducts were not detected, or were detected in small numbers, at various stages of lysis.

Keywords: pregnancy diagnosis, cytology, cellular composition, cervical mucus, uterus, oviduct.

Yudina K.S., Kletikova L.V.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE PLACENTA OF SOWS WITH VARIOUS PATHOLOGIES OF PREGNANCY

Ensuring the viability and health of offspring is a primary concern for veterinarians at pig farms. Coordinated placental development and adaptation to pregnancy are crucial for producing physiologically mature newborns. The placenta plays a key role in fetal development, performing numerous vital functions, including supplying the fetus with nutrients, removing waste products, and protecting it from adverse effects. The aim of this study was to establish the relationship between the occurrence of pathologies and the functional state of the placenta. Placentas from sows collected during farrowing at the TopAgro pig farm served as the study material. Placental tissue samples were initially fixed in a 10% aqueous solution of neutral formalin before being sent to the Labvet Region laboratory. The study was conducted according to a standard protocol. The cellular composition of each layer, the structural features and condition of the placental vessels and lacunae were analyzed, and cellular aggregates indicative of pathological processes were identified. As a result of pregnancy complications in sows, pathological changes were identified, including hyperplasia and proliferation of the chorionic epithelium, cell death and desquamation, and the appear-

Abstracts

ance of vacuoles in the cytoplasm; areas of necrosis in the syncytiotrophoblast and cytotrophoblast, vacuolization of cellular structures, and fibrinoid deposition; erythrocyte diapedesis, thrombus formation within the vessels, and the appearance of hemorrhagic zones. Thus, the histological examination of the placentas of sows with complicated pregnancies revealed pathological changes in the chorionic villus epithelium, cytotrophoblast, and vascular system.

Keywords: pregnant sows, newborn piglets, placenta, stillbirths, mummification, calcification, subcapsular formation.

ENGINEERING, AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

Galyautdinov R.R.

THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS OF THE COMBINED WORKING ELEMENT OF THE CULTIVATOR ON THE QUALITY OF SOIL CULTIVATION

Improving the quality of pre-sowing soil cultivation and reducing energy costs are key tasks of modern agriculture. Existing cultivator designs do not always provide optimal agrotechnical indicators, which leads to a decrease in yield and an increase in fuel consumption. The development and study of combined working bodies capable of performing several operations in one pass and adapting to various soil conditions is a relevant area in the development of agricultural machinery. The aim of the study was the theoretical and experimental substantiation of the design and kinematic parameters of the combined working body of the cultivator to ensure high quality soil cultivation with minimal energy costs. The study used methods of theoretical mechanics, mathematical modeling, the theory of planning a multifactorial experiment, as well as standard methods for conducting laboratory and field studies using modern measuring equipment. Statistical data processing was carried out using regression analysis. A mathematical model has been developed that describes the relationship between the design parameters of a combined working element (paw width, installation angle, spring strut rigidity), speed mode, and the main indicators of soil cultivation quality (crumbling degree, ridge height, weed cutting completeness). Regression equations have been obtained that adequately describe the process. Based on the analysis of the mathematical model, optimal ranges of the studied factors have been determined, which achieve the best soil cultivation quality. It has been established that the greatest influence on the degree of crumbling is exerted by the speed of movement, and on the ridge height – by the width of the paw grip. Design parameters for designing new and upgrading existing cultivators have been recommended.

Keywords: cultivator, combined working element, soil cultivation, parameters, crumbling quality, traction resistance, mathematical model, optimization.

Novikov M.A., Kapustin A.V., Chumakov V.L., Pavlov S.B.

DETONATION PREDICTION WHEN AN ENGINE IS OPERATING ON LEAN MIXTURE COMPOSITIONS

The material in the article represents one of the stages of the authors' scientific research on a topical issue – detonation of internal combustion engines (ICE). Based on the analysis of previous studies, a review of existing methods for detecting and preventing this phenomenon, a method for calculating the prediction of detonation during engine operation on lean mixture compositions is theoretically substantiated. In this paper, using a previously developed technique, corrected expressions are obtained for engines with charge turbulence; the results of calculating the compression value permissible from the detonation conditions depending on the excess air index for these engines are presented in the form of graphical dependencies. From the analysis of the presented dependencies it follows that: – mixture leaning with an excess air index

$\alpha \geq 1.2$ leads to a significant increase in the compression value permissible for detonation; – corrected calculation formulas provide acceptable accuracy of detonation calculations at $\alpha \geq 1.2$. The presented studies also established that with an increase in the compression ratio of engines, the efficiency of detonation suppression due to mixture leaning decreases, however, at the same time, the efficiency of detonation suppression due to mixture leaning remains very high within the limits of the possible increase in compression ratios of spark-ignition engines under production conditions.

Keywords: detonation, prediction, compression ratio, internal combustion engine.

Kong Jiali, Astakhov V.S.

INTELLIGENT CONTROL OF PNEUMATIC PRECISION SEEDING SYSTEMS: ALGORITHMS AND FIELD TESTING

The article presents the development of an intelligent control system for a precision pneumatic seeder based on a hybrid approach combining computational fluid dynamics (CFD) and machine learning. The purpose of the study is to improve the accuracy of seeding and reduce the energy consumption of the system. Numerical modeling of the air flow allowed us to optimize the seeder operating parameters, and adaptive control algorithms, including neural network methods, ensured the stability of the system under changing operating conditions. The results showed an improvement in seeding accuracy by 15–20%, a decrease in energy consumption by 18–22 %, and an increase in the system's resistance to external disturbances, such as changes in the unit's speed and field relief. An economic analysis confirmed the rapid payback of the solution in 2–3 seasons due to fuel savings and reduced seed consumption. The developed system also reduces the operator's workload and improves environmental friendliness by optimizing energy costs. Prospects for the work include integration with precision farming technologies, the use of GPS/GLONASS data, and the development of cloud services for collective training of algorithms. The practical significance of the study lies in the possibility of upgrading existing seeders without significant costs, which makes the technology accessible to a wide range of agricultural producers.

Keywords: intelligent control, pneumatic seed drill, precision seeding, computational fluid dynamics (CFD), machine learning, adaptive algorithms, energy efficiency, cost-benefit analysis.

Teryokhin M.A., Yashin A.V., Shumaev V.V.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE FARMET SOFTER 6 PS DISC CULTIVATOR

This article analyzes the design flaws of the Farmet Softer 6 PS disc cultivator, including drift caused by the classic two-row arrangement of the working parts and the ineffectiveness of the notched spherical discs in chopping crop residue. Based on the experience of Bednar, the disc cultivator manufacturer, a technical solution is proposed, which utilizes the X-Precise system with an X-shaped arrangement of the discs to balance lateral forces and ensure straight operation. The design of an improved working element with aggressively shaped VT-REX discs on an elastomer suspension is presented. This design improves the quality of crop residue grinding and the reliability of the working element. Finite element analysis confirmed the strength and performance of the proposed design. The proposed upgrades eliminate machine drift, improve soil tillage quality, and reduce operating costs, including specific fuel consumption, by 1.7%.

Keywords: disc cultivator, Farmet Softer 6 PS, X-Precise, Bednar Swifterdisc, drift, straightness, disc working element.

SOCIO-ECONOMIC AND HUMANITARIAN SCIENCES**Ponomareva G.V., Antonov A.A., Loshchakov A.M., Zakurin L.V.****ADAPTIVE PHYSICAL EDUCATION FOR STUDENTS WITH DIABETES**

The article considers the impact of adaptive physical education classes on blood sugar levels, as well as the well-being and mood of students with diabetes. Given the ever-increasing number of patients with this disease in the world and the more frequent disease at a young age, the problem we are considering is relevant and in demand. We have considered the theoretical aspects of the etiology and pathogenesis of diabetes, shown the mechanisms of reducing blood sugar, and also cited the factors affecting the degree of blood sugar reduction. We have indicated the recommended types of physical activity for students with diabetes, which can be used both when studying at higher educational institutions and independently, after graduation. We have given an example of a set of exercises that we used when conducting classes with students with diabetes at the initial stage and indicated what exercises can be added when the initial stage is completed. A distinctive feature of these exercises is that they do not require complex special equipment, which allows you to use them independently even at home. The study was conducted at the Ryazan State Medical Institute, where adaptive physical education classes were held for students with diabetes. The results of measuring the blood sugar of students with diabetes before and after the classes are presented, using glucometers and modern continuous measurement systems that the students had. Students were also surveyed about changes in their well-being and mood during APC classes.

Keywords: adaptive physical education, student, diabetes, blood sugar.

Список авторов

List of authors

Алексеев Игорь Леонидович, главный ветеринарный врач «Университетский Ветеринарный центр», ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: alekseeet.work@yandex.ru. work@yandex.ru.

Андреянов Олег Николаевич, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гельминтозоонозов, e-mail: 1980oleg@mail.ru, ORCID - <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>.

Антонов Андрей Алексеевич, учитель физической культуры, МОУ «Перемиловская средняя школа», e-mail: a.a.antonov70@mail.ru.

Астахов Василий Сергеевич, доктор технических наук, доцент, профессор, Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия (БГСХА).

Бредихин Антон Викторович, кандидат исторических наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, e-mail: bredikhin90@yandex.ru.

Вагина Алёна Геннадьевна, аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, e-mail: alengochka1@gmail.com

Волков Илья Ревгатович, ветеринарный врач «Университетский Ветеринарный центр», ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»,

Галяутдинов Радик Рафисович, аспирант, Казанский Государственный Аграрный Университет, e-mail: smailik.radik@yandex.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.

Горин Михаил Александрович, кандидат ветеринарных наук, доцент, руководитель центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: gorinmi@yandex.ru.

Диданова Асият Ауесовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Ветеринарная медицина» факультета «Ветеринарная медицина и биотехнология» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Alekseev Igor Leonidovich, chief veterinarian of the University Veterinary Center, Upper Volga State Agrarian University, e-mail: alekseeet.work@yandex.ru.

Andreyanov Oleg Nikolaevich, Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher, e-mail: 1980oleg@mail.ru, ORCID - 0000-0003-3357-9322.

Antonov Andrey Alekseevich, physical education teacher, MOU “Peremilovskaya Secondary School”, e-mail: a.a.antonov70@mail.ru.

Astakhov Vasily Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy.

Bredikhin Anton Viktorovich, Candidate of Historical Sciences, Lomonosov Moscow State University, e-mail: bredikhin90@yandex.ru

Vagina Alyona Gennadievna, postgraduate, All-Russian Research Institute of Phytopathology, e-mail: alengochka1@gmail.com

Volkov Ilyaz Revgatovich, veterinarian of the University Veterinary Center, Upper Volga State Agrarian University

Galyautdinov Radik Rafisovich, graduate student, Kazan State Agrarian University, e-mail: smailik.radik@yandex.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.

Горин Михаил Александрович, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Clinical Disciplines, Upper Volga State Agrarian University, e-mail: gorinmi@yandex.ru.

Didanova Asiyat Auesovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Kabardino-Balkarian State Agrarian University.

Список авторов

List of authors

Закурин Леонид Вениаминович, начальник Управления по развитию физической культуры и спорта ФГБОУ ВО ИГХТУ, e-mail: Lzakurin@yandex.ru

Зялалов Шавкет Растворович, кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». e-mail: shavketzyalalov@yandex.ru.

Иванюк Василий Павлович, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры эпизоотологии и организации ветеринарного дела, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», e-mail: vpivanuk@mail.ru.

Капустин Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, e-mail: Aleksandr.Kapustin@novsu.ru.

Клетикова Людмила Владимировна, доктор биологических наук, профессор центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», e-mail: doktor_xxi@mail.ru.

Кун Цзяли, аспирант, Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия (БГСХА), e-mail: kongjialiskd@126.com

Лаптев Сергей Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры эпизоотологии и организации ветеринарного дела, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Ломакин Артём Андреевич, ассистент, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», e-mail: artemy.lomakin@yandex.ru

Лошаков Александр Михайлович, доцент, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России, e-mail: loschakovam@rambler.ru

Zakurin Leonid Veniaminovich, Head of the Department for the Development of Physical Culture and Sports, FGBOU VO IKHTU, e-mail: Lzakurin@yandex.ru

Zyalalov Shavket Rastemovich, candidate of veterinary sciences, senior lecturer Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, e-mail: shavketzyalalov@yandex.ru.

Ivanyuk Vasily Pavlovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Department of Epizootiology and Organization of Veterinary Care, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, e-mail: vpivanuk@mail.ru.

Kapustin Alexander Vasilievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novgorod State University named after Yaroslav the Wise, e-mail: Aleksandr.Kapustin@novsu.ru.

Kletikova Lyudmila Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Clinical Disciplines Center, Verkhnevolzhsky SUAB, e-mail: doktor_xxi@mail.ru.

Kong Jiali, postgraduate Student, Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy, e-mail: kongjialiskd@126.com

Laptev Sergey Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Epizootiology and Organization of Veterinary Affairs, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin”.

Lomakin Artem Andreevich, assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, e-mail: artemy.lomakin@yandex.ru

Loshchakov Aleksandr Mikhailovich, Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences, FGBOU VO Ivanovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: loschakovam@rambler.ru

Список авторов

List of authors

Мержакыпова Гульсим Бахытгереикызы, 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), соискатель, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, e-mail: guls.90@mail.ru.

Мерчина Светлана Васильевна, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», e-mail: sv2309@yandex.ru

Нигова Екатерина Алексеевна, ведущий ветеринарный врач-диетолог, Ветеринарный Госпиталь Skolkovo Vet, e-mail: nigova@skolkovo.vet.

Новиков Михаил Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: mihanov25@rambler.ru.

Павлов Сергей Борисович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru.

Пономарева Галина Владимировна, доцент, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой физического воспитания, лечебной физической культуры и спортивной медицины ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, e-mail: galinatulpan@mail.ru

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), e-mail: apostevoy81@mail.ru, ORCID - <https://orcid.org/0000-0003-1147-0473>.

Merzhakypova Gulsim Bakhytgereikyzy, 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, applicant, South Ural State Agrarian University, e-mail: guls.90@mail.ru.

Merchina Svetlana Vasilievna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin”, e-mail: sv2309@yandex.ru.

Nigova Ekaterina Alekseevna, leading veterinary nutritionist, Veterinary Hospital Skolkovo Vet, e-mail: nigova@skolkovo.vet.

Novikov Mikhail Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State Agrarian University”, e-mail: mihanov25@rambler.ru.

Pavlov Sergey Borisovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Yaroslav the Wise Novgorod State University, e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru.

Ponomareva Galina Vladimirovna, Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Physical Education, Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine, FGBOU VO RyazSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: galinatulpan@mail.ru

Postevoy Alexey Nikolaevich, All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre VIEV», e-mail: apostevoy81@mail.ru.

Список авторов

List of authors

Савина Елена Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», e-mail: elena79.savina@mail.ru

Севостьянов Михаил Анатольевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт metallurgии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, e-mail: cmakp@mail.ru

Скворцова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры физиологии и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: dissov2013@yandex.ru.

Смирнов Николай Григорьевич, аспирант кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, e-mail: smirnovng@mail.ru.

Соколов Илья Викторович, аспирант, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», e-mail: sokolov25ilya@yandex.ru.

Терёхин Михаил Александрович, кандидат технических наук, ведущий инженер конструкторского отделения по гражданской продукции, АО «Радиозавод», г. Пенза

Туганов Мурат Назирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Ветеринарная медицина» факультета «Ветеринарная медицина и биотехнология» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ.

Хуранов Алан Мухадинович, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский Государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, e-mail: huranovaalan85@mail.ru.

Чумаков Валерий Леонидович, кандидат технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российской государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: valery.chumakov@gmail.com.

Savina Elena Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin”, e-mail: elena79.savina@mail.ru

Sevostyanov Mikhail Anatolevich, Candidate of Science in Engineering, Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Metallurgy and Materials Science named after A.A. Baykov, e-mail: cmakp@mail.ru

Skvortsova Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Physiology and Nutrition of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, e-mail: dissov2013@yandex.ru.

Smirnov Nicolay Grigorievich, Postgraduate Student of Department of Infectious Diseases and Veterinary Expertise, South Ural State Agrarian University, e-mail: smirnovng@mail.ru.

Sokolov Ilya Viktorovich, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin”, e-mail: sokolov25ilya@yandex.ru.

Mikhail Aleksandrovich Terekhin, Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer of the Civilian Products Design Department, Radiozavod JSC, Penza

Tuganov Murat Nazirovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Kabardino-Balkarian State Agrarian University.

Khuranov Alan Mukhadinovich, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, e-mail: huranovaalan85@mail.ru.

Chumakov Valery Leonidovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, e-mail: valery.chumakov@gmail.com.

Список авторов

List of authors

Чурсина Наталья Сергеевна, аспирант кафедры физиологии и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

Шумаев Василий Викторович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза, e-mail: shumaev.v.v.@pgau.ru/

Юдина Кристина Сергеевна, преподаватель, ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», e-mail: kristina.yudina.92@internet.ru.

Яшин Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Механизация технологических процессов в АПК», ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ», г. Пенза

Chursina Natalia Sergeevna, postgraduate student of the Department of Physiology and Nutrition of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin».

Shumaev Vasily Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Penza State Agrarian University, Penza. e-mail: shumaev.v.v.@pgau.ru/

Yudina Kristina Sergeevna, Lecturer, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Agrarian University”, e-mail: kristina.yudina.92@internet.ru.

Yashin Alexander Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mechanization of Technological Processes in the Agro-Industrial Complex, Penza State Agrarian University, Penza

Название статей	Номер
АГРОНОМИЯ	
Балыков Д.В., Линник А.И., Пазин М.А. ПРИМЕНЕНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ СОВМЕСТНО С ОРГАНИЧЕСКИМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	3
Батяхина Н.А. РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ	2
Батяхина Н.А. ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ БОРЬБЫ С ОВСЮГОМ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	2
Зацепина И.В. ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ (В-ИНДОЛИЛ-3-МАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ (ИМК), СРОКОВ ЧЕРЕНКОВАНИЯ НА УКОРЕНЯЕМОСТЬ ЗЕЛЕНЫХ ЧЕРЕНКОВ АЙВЫ	1
Ильясов Р.А., Ухин Н.А., Ильясова А.Ю., Саттаров В.Н., Богуславский Д.В. РАЗВИТИЕ НЕКТАРОНОСНЫХ И ПЫЛЬЦЕНОСНЫХ РЕСУРСОВ ПАСЕКИ В КРОПОТОВСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ИМ. Б.Л. АСТАУРОВА	1
Кирдей Т.А. ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ	3
Клименков Ф.И., Ториков В.Е., Мельникова О.В. ЭЛЕКТРОФОРЭЗ – ВАЖНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОРТОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	1
Мосяков М.А. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ КАК ОБЪЕКТА УБОРКИ	2
Мосяков М.А., Петухов С.Н., Годяева М.М. МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ И ОРАНЖЕЙНОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	3
Севостьянов М.А., Вагина А.Г. РАЗРАБОТКА ФИТОСАНИТАРНО-БАРЬЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	4
Ториков В.Е., Наливайко Т.А., Мельникова О.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ И ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ	1
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ	
Абдулалиев М. М., Чаргешвили С.В., Абрамян А.С., Сударев Н.П. ОРГАНИЗАЦИЯ И УРОВЕНЬ КОРМЛЕНИЯ ЧЕРНО-ПЕСТРЫХ БЫЧКОВ НА ОТКОРМЕ	3
Алексеев И.Л. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ. ОБЗОР	4
Андреянов О.Н., Постевой А.Н. СВОЙСТВА КАШТАНА КОНСКОГО (<i>AESCULUS HIPPOCASTANUM</i> L., 1753) С МОЛЛЮСКОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ	4
Артамонов С.Г. К ПРОБЛЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК	1

Содержание журналов за 2025 год

Архипова Е.Н. ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ СВИНОМАТОК	3
Бредихин А.В. С.Е. ГОЛУБИЦКИЙ: ОСНОВЫ КРОЛИКОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ	2
Бугаенко Д.А., Артемьев Д.А., Козлов С.В., Зирук И.В., Манаенкова Ю.В., Артемьев-ва А.Н. ИЗУЧЕНИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ ПЛЕЧЕВЫХ КОСТЕЙ У ПТИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСТЕОПЛАСТИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ИМПЛАНТОВ	3
Буяров А.В., Буяров В.С., Павлов И.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ НАПОЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ	3
Гафурова М.Р., Салаутин В.В. КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ СПЛЕНОПАТИЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ У СОБАК	3
Горин М. А. Волков И.Р. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КУР-НЕСУШЕК	4
Дежаткина С.В., Феоктистова Н.А., Салмина Е.С., Дежаткин И.М., Фёдоров А.В. БИОДОБАВКИ ВЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ОБОГАЩЁННЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	1
Жукова М.В., Борхунова Е.Н., Петрова Т.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУХОЖИЛИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СГИБАТЕЛЯ ПАЛЬЦА ЛОШАДИ В ДИСТАЛЬНОЙ ТРЕТИ ПЯСТИ ПРИ ТЕНДИНОПАТИИ	1
Зялалов Ш.Р., Фёдоров А.В., Ахметова В.В., Шаронина Н.В., Дежаткин М.Е. ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У КОРОВ ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕОЛИТА, ОБОГАЩЁННОГО АМИНОКИСЛОТАМИ	3
Иванов О.В., Костерин Д.Ю. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ЭПИЗОТИИ БЕШЕНСТВА В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ	2
Калязина Н.Ю. ОЦЕНКА МИЕЛОБЛАСТИЧЕСКОГО СТАТУСА ТЕЛОЧЕК ПОСЛЕ ЛОКАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ МАГНИТНЫМИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ ОБЛАСТИ БАТ, ВЛИЯЮЩИМИ НА ГЕМОПОЭЗ	2
Колганов А.Е. ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА МАТЕРЕЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭМБРИОГЕНЕЗА НА ПОЖИЗНЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОДЫ	2
Копоть О.Ю., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н. ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КУР ПРИ РАЗВИТИИ СТРЕССОВОЙ РЕАКЦИИ	3
Лаврентьев А.Ю., Упинин Манас С., Упинин Максим С., Глинкин Б.Н., Иванова Р.Н. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОКА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК	2
Лаптев С.В., Иванюк В.П., Бредихин А.В. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БРУЦЕЛЛЕЗА СОБАК	4
Линник А.А. Линник А.А. Кошутин Ю.В. СИСТЕМА МЕР ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ КОПЫТЕЦ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	1
Маркачева А.Н., Клетикова Л.В. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ПОДХОД К ПАЛЛИАТИВНОМУ ЛЕЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ СПИННОГО МОЗГА У СОБАК	1

Содержание журналов за 2025 год

Медников П.В., Колганов А.Е., Панина О.Л. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ МОЛОДИ СИБИРСКОГО ОСЕТРА (ACIPENSER BAERII) В РАМКАХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АКВАКУЛЬТУРЫ	3
Мержакыпова Г.Б., Гизатуллина Ф.Г. ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОБАВКИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ	4
Нигова Е.А. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ДИЕТ-ЗАВИСИМОЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ЭНТЕРОПАТИИ У СОБАК И КОШЕК ЗА ДВУХЛЕТНИЙ ПЕРИОД	4
Салмина Е.С., Дежаткина С.В., Феоктистова Н.А., Шаронина Н.В., Ахметова В.В., Дежаткин М.Е. ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ СТРУКТУРИРОВАННОГО ЦЕОЛИТА, ОБОГАЩЕННОГО ПРОБИОТИКОМ	3
Середа Т.Г., Костарев С.Н. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ БОЛЕЗНЕЙ	3
Скворцова Л.Н., Чурсина Н.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ КОРМОВ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ НАТРИЯ В РАЦИОНАХ ПЕРЕПЕЛОК-НЕСУШЕК	4
Смирнов Н.Г., Гизатуллина Ф.Г. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КОРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДОБАВКИ «ГУВИТАН» И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ	4
Соколов И.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ХОЛОДНОВОДНЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ УЗВ	3
Соколов И.В., Ломакин А.А., Зялалов Ш.Р., Савина Е.В., Мерчина С.В. ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ВЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД И ПРОБИОТИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ	4
Сумбаева А. И., Генгин И.Д. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛОЙ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ЛИНИИ WISTAR НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ	1
Таов И.Х. ДЕЙСТВИЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СТЕЛЬНЫХ КОРОВ ВИТАМИНОМ А И ТРИВИТАМИНОМ НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА И АКТИВНОСТЬ ИММУННОГО ОТВЕТА	1
Упинин Манас С., Упинин Максим С., Лаврентьев А.Ю., Глинкин Б.Н. НОВЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК	1
Хуранов А.М. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ В РАННИЙ ПОСЛЕОТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	2
Хуранов А.М. МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА ИНВОЛЮЦИИ МАТКИ У КОРОВ	2
Хуранов А.М., Диданова А.А., Туганов М.Н. РАННЯЯ ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА БЕРЕМЕННОСТИ КОРОВ	4
Чаргешвили С.В., Герасимов А.А., Сударев Н.П. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА БЫЧКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ И ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССИФИКАЦИИ (КАТЕГОРИИ) ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ, РАЗВОДИМЫХ В ПЛЕМЕННОМ РЕПРОДУКТОРЕ КФХ КУПЕР М.А. РЕСПУБЛИКИ ХАКАССИЯ	2

Содержание журналов за 2025 год

Щербина М.А., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н. РЕАКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У КУР НА СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ	2
Юдина К.С., Клетикова Л.В. ЭРИТРОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ КРОВИ У СУПОРСНЫХ СВИНОМАТОК НА ФОНЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ СУИФЕРРОВИТ-А И ЙОДОМИДОЛ	3
Юдина К.С., Клетикова Л.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОТЛИЧИЙ ПЛАЦЕНТЫ СВИНОМАТОК В СЛУЧАЯХ НОРМАЛЬНОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ СУПОРОСНОСТИ	4
Яковлева О.О. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ДОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	1
Яковлева О.О. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ И АЙРШИРСКОЙ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	3
ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ	
Волхонов М.С., Виноградова В.С., Беляков М.М. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА КАЧЕСТВО И КОЛИЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО СОКА ИЗ РОСТКОВ ПШЕНИЦЫ	3
Галяутдинов Р.Р. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	4
Голикова А.А., Мезенов А.А., Голиков А.И. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ	2
Коновалова Л.К., Окорков В.В., Ефремова Г.В., Лебедев А.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЕННОГО ЗЕРНА В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ	1
Новиков М.А., Алдохина Н.П., Павлов С.Б., Антонова Н.Э. АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	3
Новиков М.А., Капустин А.В., Чумаков В.Л., Павлов С.Б. РАСЧЕТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ НА БЕДНЫХ СОСТАВАХ СМЕСИ	4
Кун Цзяли, Астахов В.С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА: АЛГОРИТМЫ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ	4
Терёхин М.А., Яшин А.В., Шумаев В.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА FARMET SOFTER 6 PS	4
Щепочкина Ю.А. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ	2
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	
Антонов А.А., Лоцаков А.М. ПРОБЛЕМАТИКА ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ У СТАРШЕ-КЛАССНИКОВ И СТУДЕНТОВ В ФИЛОСОФСКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	1
Антонов А.А. ИСТОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ: ОТ ИСХИ ДО ВГАУ	2

Содержание журналов за 2025 год

Емельянов А.А., Карманова Г.В. УСПЕХИ И ДОСТИЖЕНИЯ КАФЕДРЫ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ (К ЮБИЛЕЮ ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)	2
Князева К.К., Горбунова Н.Д., Ленькова О.С. «ШКОЛА ФЕРМЕРА» – ШКОЛА УСПЕХА	1
Корнилова Л.В. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В МУЛЬТИЛЯНГВАЛЬНОЙ ГРУППЕ	1
Костерин Д.Ю. НИНА АФАНАСЬЕВНА ЕФИМОВА: ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ И НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ (К 95 - ЛЕТИЮ ФГБОУ ВО «ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГАУ»)	3
Пономарева Г.В., Антонов А.А., Лощаков А.М., Закурина Л.В. АДАПТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА У СТУДЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ	4
Шаповалова Т.А., Вирзум Л.В. ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ КАФЕДРЫ ХИМИИ ОТ РИЖСКОГО ПОЛИТЕХА ДО ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ГАУ	1

Аграрный вестник Верхневолжья

2025 № 4 (53)

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:

Печ. л. Усл. печ. л. . 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



95 лет
Верхневолжский
государственный
агробиотехнологический
университет



