

# Аграрный вестник Верхневолжья

Научный журнал Верхневолжского государственного агробиотехнологического университета



**3/2024**



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;
- список литературы латинским шрифтом (транслитерация). Транслитерацию можно выполнить автоматически на сервисе: [http://english-letter.ru/Sistema\\_transliterazii.html](http://english-letter.ru/Sistema_transliterazii.html);
- Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой
- Сноски на литературу оформляются библиографическим списком в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (номер в квадратных скобках например: [5, с. 23]). Список цитируемой литературы приводится в соответствии требованиями ГОСТ 7.1-2003. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье.

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

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

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

Цена свободная.



Научный журнал

**Учредитель и издатель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский 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);  
 О. В. Гонова, доктор экономических наук, профессор (Иваново);  
 А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);  
 В. А. Исайчев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН (Ульяновск);  
 Л. В. Клетикова, ответственный редактор, доктор биологических наук, профессор (Иваново);  
 В. В. Комиссаров, доктор исторических наук, профессор (Иваново);  
 Е. Н. Крючкова, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);  
 Н. В. Муханов, кандидат технических наук, доцент (Иваново);  
 В. В. Окорков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Суздаль, Владимирская область);  
 В. А. Пономарев, доктор биологических наук, профессор (Иваново);  
 В. В. Пронин, доктор биологических наук, профессор (Владимир);  
 С. А. Родимцев, доктор технических наук, доцент (Орел);  
 В. А. Смелик, доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург);  
 Н. П. Сударев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Тверь);  
 В. Е. Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Брянск);  
 С. П. Фисенко, кандидат биологических наук, доцент (Иваново).

**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. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

**4.2. Зоотехния и ветеринария**

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

**4.3. Агроинженерия и пищевые технологии**

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



**Constitutor and Publisher: FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB»**

**Editorial Staff:**

E. E. Malinovskaya, Editor-in-chief, Cand. of Sc, Veterinary (Ivanovo);  
A. L. Tarasov, Deputy Editor-in-Chief, Assoc. Prof., Cand. Of Sc., Agriculture (Ivanovo);  
N. A. Balakirev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);  
V. S. Buyarov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Oryol);  
A. V. Vasin, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Samara);  
M. S. Volkhonov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Kostroma);  
A. A. Gvozdev, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);  
O. V. Gonova, Professor, Doctor of Sc., Economics (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, Executive Secretary (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);  
V. E. Torikov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Bryansk);  
S. P. Fisenko, Assoc. prof., Cand of Sc., Biology (Ivanovo).

**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)

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОНОМИЯ

- Зацепина И.В.* РАЗМНОЖЕНИЕ ФОРМ ГРУШИ И АЙВЫ ОДРЕВЕСНЕВШИМИ ЧЕРЕНКАМИ С ПОМОЩЬЮ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ЭПИН-ЭКСТРА В ТЕПЛИЦЕ С ПЛЕНОЧНЫМ УКРЫТИЕМ 5
- Ториков В.Е., Мельникова О.В., Мамеев В.В., Байдакова Е.В.* АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПЕРЕУПЛОТНЁННЫХ ПОЧВ 14

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

- Архипова Е.Н.* КАЧЕСТВО ЯИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА КУРАМ – НЕСУШКАМ 20
- Вирзум Л.В., Шашурина Ю.Н., Клетикова Л.В.* ДИНАМИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЯГНЯТ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРГОТРОПИКОВ 24
- Воскресенский А.А.* ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ «КОРОНАКЭТ» И «MELON-V» В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОГО ЭНТЕРИТА КОШЕК 29
- Леткин А.И., Зенкин А.С., Федоськин В.В., Явкин Д.Е., Зирук И.В.* ЦИТОКИНОВЫЙ ПРОФИЛЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ПЕРЕУПЛОТНЁННОГО СОДЕРЖАНИЯ 35
- Лобанов П.С.* КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕГОЧНОЙ ФОРМЫ ТОКСОПЛАЗМОЗА НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У КОШКИ 41
- Никитин С.В., Запорожец В.И., Кориунова Е.В., Шатохин К.С.* ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛЫ ВЛИЯНИЯ СНЕДЕКОРА НА ПРИМЕРЕ СУБПРИЗНАКОВ ЧИСЛА И РАСПОЛОЖЕНИЯ СОСКОВ У МИНИ-СВИНЕЙ 47
- Скворцова Л.Н., Чурсина Н.С.* ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ НАТРИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ КАТИОННО-АНИОННОГО БАЛАНСА РАЦИОНОВ И ПОСЛЕДУЮЩУЮ ЯИЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРЕПЕЛОК-НЕСУШЕК 60
- Терешенков Е.А., Чаргеишвили С.В., Сударев Н.П.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 67
- Хижкина М.А., Кичеева Т.Г., Наумова И.К., Титов В.А.* К ВОПРОСУ ДЕЙСТВИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА ХИТОЗАНА РАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ЗАЖИВЛЕНИЕ КОЖНЫХ РАН 72
- Щербинина М.А., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н., Кокурина Н.В.* ЭРИТРОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ КРОВИ У КУР НА ФОНЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА 78

## ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

- Колосовский А.М., Койчев В.С., Рожков А.С., Черкасов В.Е.* ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ 84
- Николаев В.А.* ЗАВИСИМОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЁТА ЗЕРНОВКИ В ПОТОКЕ АГЕНТА СУШКИ 92

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

- Антонов А.А., Лощаков А.М., Шаламберидзе С.З., Пономарева Г.В., Левина Е.А.* ПРОБЛЕМАТИКА ИЗУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗе 101
- Abstract* 107
- Список авторов* 115

## CONTENTS

### AGRONOMY

- Zatsepina I.V.** PROPAGATION OF PEAR AND QUINCE FORMS WITH LIGNIFIED CUTTINGS USING THE PLANT GROWTH STIMULATOR EPIN-EXTRA IN A GREENHOUSE WITH A FILM SHELTER 5
- Torikov V.E., Melnikova O.V., Mameev V.V., Baidakova E.V.** AGROTECHNICAL AND RECLAMATION ROLE OF DEEP LOOSENING OVER- COMPACTED SOILS 14

### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

- Arkhipova E.N.** EGG QUALITY WHEN USING COLLOIDAL SILVER FOR LAYING HENS 20
- Virzum L.V., Shashurina Yu.N., Kletikova L.V.** DYNAMICS OF HEMATOLOGICAL INDICATORS IN LAMB DURING THE APPLICATION OF ERGOTROPICS 24
- Voskresensky A.A.** THERAPEUTIC EFFICACY OF THE PREPARATIONS «CORONACAT» AND «MELON-V» IN THE TREATMENT OF FELINE CORONAVIRUS ENTERITIS 29
- Letkin A.I., Zenkin A.S., Fedoskin V.V., Yavkin D.E., Ziruk I.V.** CYTOKINE PROFILE OF BROILER CHICKENS AGAINST THE BACKGROUND OF OVER-PACKED CONTENT 35
- Lobanov P.S.** CLINICAL CASE OF PULMONARY FORM OF TOXOPLASMOSES DUE TO CHRONIC VIRAL INFECTION IN A CAT 41
- Nikitin S.V., Zaporozhets V.I., Korshunova E.V., Shatokhin K.S.** THE EFFECTIVENESS OF USING NEGATIVE VALUES OF THE INFLUENCE OF SNEDEKOR ON THE EXAMPLE OF SUB-SIGNS OF THE NUMBER AND LOCATION OF TEATS IN MINI-PIGS 47
- Skvortsova L.N., Chursina N.S.** THE INFLUENCE OF SODIUM LEVEL ON CHANGES IN THE CATION-ANION BALANCE OF DIETS AND THE SUBSEQUENT EGG PRODUCTIVITY OF QUAIL LAYERS 60
- Tereshenkov E.A., Chargeishvili S.V., Sudarev N.P.** THE USE OF VARIOUS TECHNOLOGICAL METHODS OF REARING YOUNG ANIMALS IN SMALL ENTERPRISES 67
- Khizkhina M.A., Kicheeva T.G., Naumova I.K., Titov V.A.** ON THE EFFECT OF WATER SOLUTION OF CHITOSAN OF DIFFERENT CONCENTRATIONS ON THE HEALING OF SKIN WOUNDS 72
- Shcherbinina M.A., Kletikova L.V., Yakimenko N.N.** ERYTHROCYTE BLOOD INDICES IN CHICKS ON THE BACKGROUND OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS 78

### ENGINEERING, AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

- Kolosovskii A.M., Koychev V.S., Rozhkov A.S., Cherkasov V.E.** WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN AGRICULTURE IN THE KALININGRAD REGION 84
- Nikolaev V.A.** DEPENDENCIES OF KINEMATIC PARAMETERS OF CARYOPSIS FLIGHT IN THE FLOW OF DRYING AGENT 92

### SOCIO-ECONOMIC AND HUMANITARIAN SCIENCES

- Antonov A.A., Loshchakov A.M., Shalamberidze S.Z., Ponomareva G.V., Levina E.A.** PROBLEMS OF STUDYING LIFE SAFETY IN A MEDICAL UNIVERSITY 101
- Abstract** 107
- Список авторов** 115

## АГРОНОМИЯ

УДК 634.13/14:631.535:631.544.4:581.1.044

### РАЗМНОЖЕНИЕ ФОРМ ГРУШИ И АЙВЫ ОДРЕВЕСНЕВШИМИ ЧЕРЕНКАМИ С ПОМОЩЬЮ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ЭПИН-ЭКСТРА В ТЕПЛИЦЕ С ПЛЕНОЧНЫМ УКРЫТИЕМ

Зацепина И.В., ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»

По результатам проведенных исследований было установлено, что при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) и без применения стимулятора роста растений наибольшей укореняемостью характеризовались черенки груши ПГ 333, ПГ 2, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и айва Северная, ВА 29. Наибольшей высотой приростов при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) и без использования стимулятора роста растений обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Наибольшим суммарным приростом при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра и без применения стимулятора роста растений характеризовались подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Наибольшим диаметром условной корневой шейки при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра и без использования стимулятора роста растений характеризовались подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Наибольшим количеством корней при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра и без применения стимулятора роста растений обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Наибольшую длину корней при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра и без использования стимулятора роста растений продемонстрировали подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29.

**Ключевые слова:** груша, айва, одревесневшие черенки, стимулятор роста растений.

**Для цитирования:** Зацепина И.В. Размножение форм груши и айвы одревесневшими черенками с помощью стимулятора роста растений эпин-экстра в теплице с пленочным укрытием // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 5–13.

**Актуальность.** На сегодняшний день размножение зелеными и одревесневшими черенками плодово-ягодных культур стоит на первом месте у селекционеров, так как благодаря им можно вырастить здоровый посадочный материал для того, чтобы в дальнейшем можно было выращивать сорта, которые вступали в плодоношение на 3 год, давали хороший урожай [3, с. 125–131; 4, с. 264–267; 7, с. 287–291; 8, с. 72–78; 15].

Груша – это такая культура, которая имеет большое количество витаминов, она очень вкусная, сочная, считается одной из самых популярных культур среди садоводов. Но она имеет некоторые проблемы: она не очень зимостойкая, поражается болезнями и вредителями, у нее очень короткий период потребления и поэтому возникает необходимость дальнейшего ее совершенствования путём создания новых сортов [14, с. 210–217].

Айва так же, как и груша, имеет достаточное количество витаминов, она используется во многих кондитерских изделиях, у айвы, правда, терпкий вкус и приятный аромат. Айву можно использовать в ландшафтном дизайне для создания живых изгородей, газонных композиций с многолетними

цветами, бордюров. Айва, как и груша, плохо переносит зимы, но она менее повреждается болезнями и вредителями [18, с. 617–622; 19].

Большое количество плодовых и ягодных культур плохо укореняются без специальных химических препаратов [20, с. 57–63; 23, с. 507–520].

В настоящее время в России и за рубежом накоплен определённый материал по применению стимуляторов роста растений с целью ускорения роста различных сельскохозяйственных растений. С каждым годом увеличивается число новых стимуляторов роста растений, и для этого необходимо более глубоко и детально изучать сущность действия его на растения [6; 9, с. 329–332; 10, с. 275–279; 16, с. 377–386; 17; 21].

При зеленом и одревесневшем черенковании особое внимание заслуживают стимуляторы роста растений, благодаря которым у растений наращивается корневая система, вырастает большое количество черенков на деревьях, при этом деревья не повреждаются болезнями и вредителями, у плодовых деревьев завязывается большое количество плодов [11, с. 208–212; 12, с. 208–212; 13, с. 264–267; 22].

Данная работа состоит в том, чтобы с помощью стимулятора роста растений эпин-экстра укоренить в теплице одревесневшие черенки груши и айвы.

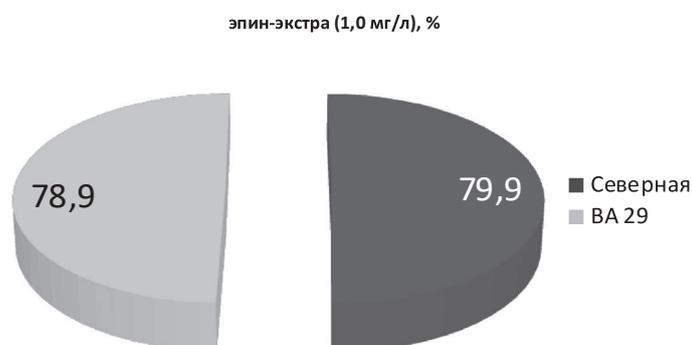
Место проведения и объекты исследований. Данная работа выполняется в ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». В процессе работы проводились экспериментальные исследования по изучению укореняемости на подвоях груши: ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333, 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II и айвы Северной, ВА 29 в теплице с пленочным покрытием, оснащенной туманообразующей установкой. Посадку черенков осуществляли во влажный субстрат под углом 45°. В качестве субстрата для укоренения применяли смесь торфа с речным песком в соотношении 1:1.

Зеленые черенки груши и айвы предварительно были замочены на 24 часа в стимуляторе роста растений эпин-экса (1,0 мг/л). В качестве контроля использовали воду.

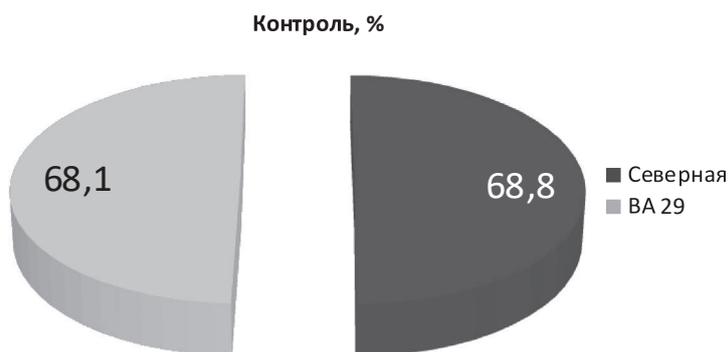
Укоренение зеленых черенков груши и айвы проводили по общепринятой методике, разработанной Коваленко Н.Н (2011) [2], а также по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999) [5].

Статистическую обработку исследований проводили согласно Методике полевого опыта Доспехова Б.А. (2011) [1].

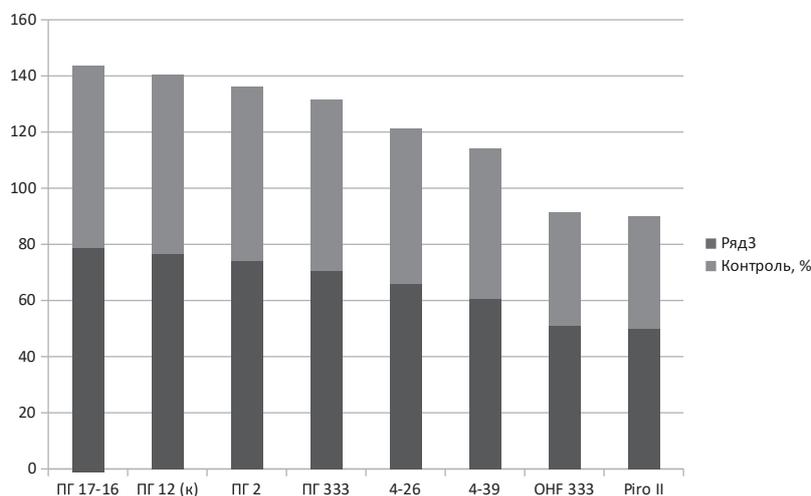
Результаты исследований. По результатам проведенных исследований было установлено, что при применении стимулятора роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) наибольшей укореняемостью (от 70,5 до 79,9 %) характеризовались черенки груши ПГ 333, ПГ 2, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и айва Северная, ВА 29. Хорошо укоренились формы груши 4-26 – 65,8 %, 4-39 – 60,6 %. У форм груши ОНФ 333, Piro II данный показатель составлял 50,0 и 50,8 % (рис.1, 3).



**Рисунок 1 – Укореняемость одревесневших черенков айвы при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л), %**



**Рисунок 2 – Укореняемость одревесневших черенков айвы без использования стимулятора роста растений, %**



**Рисунок 3 – Укореняемость одревесневших черенков груши при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л), %**

Без обработки стимулятора роста растений наибольшим результатом укоренения (от 61,1 до 68,8 %) обладали черенки груши ПГ 333, ПГ 2, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и айва Северная, ВА 29. Средний результат укоренения продемонстрировали черенки груши 4-39 – 53,2 %, 4-26 – 55,4 %. Низкий показатель имели черенки груши ОНФ 333 – 40,5 %, Piro II – 40,0 % (рис. 2, 3).

После укоренения одревесневших черенков были проведены исследования по изучению клоновых подвоев груши и айвы.

Наибольшей высотой приростов при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составил от 15,0 до 15,9 см. Средней высотой приростов характеризовались подвои груши 4-39 – 13,7 см, 4-26 – 13,9 см. Подвои ОНФ 333 и Piro II высоту приростов имели 11,3 и 11,4 см соответственно (табл. 1).

Наибольшим суммарным приростом при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра характеризовались подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 65,1 до 68,4 см. Средний суммарный прирост (от 50,1 до 59,6 см) имели подвои груши 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II (табл. 1).

Наибольший диаметр условной корневой шейки при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра был отмечен у подвоев груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и у айвы Северной, ВА 29 – 1,6 см). Хороший диаметр условной корневой шейки имели подвои груши (4-26, 4-39 – 1,5 см). Средним диаметром условной корневой шейки обладали (подвои груши ОНФ 333, Piro II – 1,3 см) (табл. 1).

**Таблица 1 – Биометрические показатели одревесневших черенков клоновых подвоев груши и айвы**

Форма	Высота приростов, см	Суммарный прирост, см	Диаметр условной корневой шейки, см	Высота приростов, см	Суммарный прирост, см	Диаметр условной корневой шейки, см
	Эпин-экстра (1,0 мг/л) 24 часа			Контроль		
	Груша					
ПГ 12 (к)	15,7	67,9	1,6	14,9	57,9	1,4
ПГ 2	15,9	68,4	1,6	14,7	56,2	1,4
ПГ 17-16	15,5	67,4	1,6	14,5	55,1	1,4
ПГ 333	15,0	65,3	1,6	14,1	51,8	1,4
4-26	13,9	59,6	1,5	12,8	49,3	1,2
4-39	13,7	58,2	1,5	12,5	47,3	1,2
ОНФ 333	11,4	51,9	1,3	10,5	45,1	1,0
Piro II	11,3	50,1	1,3	10,0	43,1	1,0
НСР <sub>05</sub>	1,7	3,2	0,5	1,6	3,0	0,2
	Айва					
Северная	15,8	67,1	1,6	14,9	56,2	1,4
ВА 29	15,5	65,1	1,6	14,5	54,1	1,4
НСР <sub>05</sub>	1,8	2,9	0,6	1,5	2,8	0,2

Наибольшим количеством корней при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра (от 15,0 до 15,8 шт.) обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Средним количеством корней (от 12,7 до 13,6 шт.) характеризовались подвои груши 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II (табл. 2).

Наибольшую длину корней при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра продемонстрировали подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 13,1 до 13,9 см. Средней длиной корней (от 11,8 до 12,1 см) обладали подвои 4-39, 4-26. Подвои ОНФ 333 и Piro II длину корней имели 10,8 см (табл. 2).

Без использования стимулятора роста растений наибольшей длиной приростов (от 14,1 до 14,9 см) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Средними показателями длины приростов обладали подвои груши 4-39 – 12,5 см, 4-29 – 12,8 см. У подвоев ОНФ 333 и Piro II длина приростов составляла 10,0 и 10,5 см соответственно (табл. 1).

Наибольший суммарный прирост без использования стимулятора роста растений (от 51,8 до 57,9 см) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29. Средним суммарным приростом (от 43,1 до 47,3 см) обладали подвои груши 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II (табл. 1).

Наибольшим диаметром условной корневой шейки характеризовались (подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29 – 1,4 см). Средними данными обладали (подвои груши 4-26, 4-39 – 1,2 см), меньший результат имели (подвои груши ОНФ 333 и Piro II – 1,0 см) (табл. 1).

## Агрономия

Таблица 2 – Влияние препарата эпин-экстра (1,0 мг/л) 24 часа на корнеобразование одревесневших черенков груши и айвы

Форма	Количество корней, шт.			Длина корневой системы, см.		
	min	max	средн.	min	max	средн.
	Эпин-экстра (1,0 мг/л) 24 часа					
	Груша					
1	2	3	4	5	6	7
ПГ 12 (к)	14,8	15,7	15,2±1,8	12,9	13,3	13,1±1,4
ПГ 2	15,0	15,9	15,4±1,7	13,0	14,0	13,5±1,4
ПГ 17-16	15,7	16,0	15,8±1,4	13,1	14,1	13,6±1,2
ПГ 333	15,4	16,0	15,7±1,4	13,8	14,1	13,9±1,5
4-26	13,1	14,2	13,6±1,1	11,8	12,5	12,1±1,1
4-39	13,0	14,0	13,5±1,0	11,6	12,1	11,8±1,0
ОНФ 333	12,6	13,0	12,8±1,2	10,4	11,3	10,8±1,2
Piro II	12,3	13,1	12,7±1,2	10,3	11,4	10,8±1,2
	Айва					
Северная	14,9	15,5	15,2±1,5	13,1	13,9	13,5±1,3
ВА 29	14,7	15,4	15,0±1,5	13,0	13,5	13,2±1,2
	Контроль					
	Груша					
ПГ 12 (к)	12,6	13,4	13,0±1,1	11,0	12,2	11,6±1,0
ПГ 2	12,7	13,6	13,1±1,5	11,6	12,0	11,8±1,0
ПГ 17-16	12,5	13,5	13,0±1,2	11,3	12,2	11,7±1,0
ПГ 333	12,8	13,3	13,0±1,4	11,6	12,0	11,8±1,1
4-26	11,4	12,1	11,7±1,0	10,5	11,0	10,7±1,2
4-39	11,0	12,0	11,5±1,3	10,3	11,4	10,8±1,3
ОНФ 333	10,4	11,3	10,8±1,5	9,7	10,9	10,3±1,2
Piro II	10,1	11,1	10,6±1,5	9,5	10,7	10,1±1,1
	Айва					
Северная	12,5	13,1	12,8±1,4	11,0	12,0	11,5±1,2
ВА 29	12,1	13,0	12,5±1,1	10,8	12,0	11,4±1,1

Наибольшим количеством корней без использования стимулятора роста растений (от 13,0 до 13,1 шт.) обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333. Средним количеством корней характеризовались айва Северная – 12,8 шт., ВА 29 – 12,5 шт. Подвои груши 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II количество корней имели от 10,6 до 11,7 шт. (табл. 2).

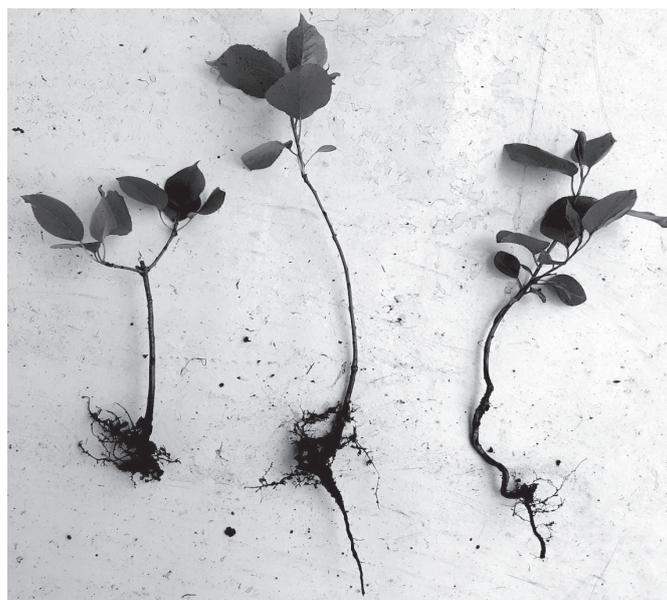
Наибольшей длиной корней без обработки стимулятором роста растений обладали подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 11,1 до 11,8 см. Средней длиной корней (от 10,1 до 10,8 см) характеризовались подвои груши 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II (табл. 2).

**Выводы.** По результатам проведенных исследований было установлено, что при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) наибольшей укореняемостью (от 70,5 до 79,9 %) характеризовались черенки груши ПГ 333, ПГ 2, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и айва Северная, ВА 29.

Без обработки стимулятором роста растений наибольшим результатом укоренения (от 61,1 до 68,8 %) обладали черенки груши ПГ 333, ПГ 2, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и айва Северная, ВА 29.



**Рисунок 4 – Подвой груши 4-26, укорененный при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра**



**Рисунок 5 – Подвой груши 4-26, укорененный без использования стимулятора роста растений**

Наибольшей высотой приростов при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра (1,0 мг/л) обладали клоновые подвои группы ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составил от 15,0 до 15,9 см.

Наибольшим суммарным приростом при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра характеризовались подвои группы ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 65,1 до 68,4 см.

Наибольшим диаметром условной корневой шейки при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра характеризовались подвои группы (ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29 – 1,6 см).

Наибольшим количеством корней при обработке стимулятором роста растений эпин-экстра (от 15,0 до 15,8 шт.) обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29.

Наибольшую длину корней при использовании стимулятора роста растений эпин-экстра продемонстрировали подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 13,1 до 13,9 см.

Без использования стимулятора роста растений наибольшей длиной приростов (от 14,1 до 14,9 см) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29.

Наибольший суммарный прирост без использования стимулятора роста растений (от 51,8 до 57,9 см) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29.

Наибольшим диаметром условной корневой шейки характеризовались подвои груши (ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29 – 1,4 см).

Наибольшим количеством корней без использования стимулятора роста растений (от 13,0 до 13,1 шт.) обладали клоновые подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333.

Наибольшей длиной корней без обработки стимулятором роста растений обладали подвои груши ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333 и айва Северная, ВА 29, данный показатель составлял от 11,1 до 11,8 см.

### Список используемой литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с. 2. Коваленко Н.Н. Выращивание посадочного материала садовых культур с использованием зеленого черенкования. // Методич. рекомендации. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. 54с.
3. Комар-Темная Л. Д. Современные направления переработки плодов хеномелеса // Сборник научных трудов ГНБС. 2017. Т. 144–2. С. 125–131.
4. Мурсалимова Г.Р., Тихонова М.А., Мережко О.Е. Влияние гуматов на образование и развитие корневой системы черенков винограда // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. № 46. С. 264–267.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. С. 351–373.
6. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л.Д. Прусакова, Н.Н. Малеванная, С.Л. Белопухова [и др.] // Агрехимия. 2005. № 11. С. 76–86.
7. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р. Перспективы развития и производства посадочного материала винограда в Оренбургской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. № 42. С. 287–291.
8. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р. Виноград Предуралья // Русский виноград. 2017. Т. 6. С. 72–78.
9. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р., Иванова Е.А. Воздействие иммуностимуляторов на растения винограда // Плодоводство и ягодоводство России, 2017. Т. XLIX. С. 329–332.
10. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р. Влияние регуляторов роста на рост и развитие винограда в условиях Приуралья // Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-корр. РАН В. И. Левахина. – Оренбург: Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства, 2016. С. 275–279.
11. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р. Влияние предпосадочной обработки зеленых черенков винограда стимуляторами роста на укореняемость и развитие надземной части // Плодоводство и ягодоводство России, 2014. Т. 39. С. 208–212.
12. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р. Влияние гуматов и биорегуляторов на ростовые процессы винограда // Современное садоводство. 2018. № 1(25). С. 79–85.
13. Тихонова М.А., Мурсалимова Г.Р., Мережко О.Е. Влияние гуматов на образование и развитие корневой системы черенков винограда // Плодоводство и ягодоводство России, 2016. Т. XXXXIV. С. 264–267.
14. Фазлиахметов Х.Н., Зарипова В.М. Селекция и новые сорта груши для республики Башкортостан // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 210–217.

15. Alleweldt G., Dettweiler E. The genetic resources of Vitis // Siebeldingen FRG, 1994. 74 p.
16. Anburani A., Manivannan K. Effect of integrated nutrient management on growth in brinjal (Solanum melongena L.) cv. Annamalai // South Indian Horticulture. 2002. No 50(4–6). P. 377–386.
17. Emerging investigator series: mercury mobility and methylmercury formation in a contaminated agricultural flood plain: influence of flooding and manure addition / S. Gyax, L. Gfeller, W. Wilcke, Ad. Mestrot // Environ. Sci.: Processes Impacts, 2019.
18. Komar-Tyomnaya L., Paliy A., Richter A. Strategy of Chaenomeles selection based on the chemical composition of fruits // Acta Horticulturae. 2016. N 1139. P. 617–622.
19. Komar-Tyomnaya L., Dunaevskaya E. The content of essential elements in the flowers and fruits of chaenomeles (Chaenomeles Lindl.) // AGROFOR International Journal. 2017. Vol. 2. Issue No. 1.
20. Muscolo A., Sidari M., Nardi S. Humic substance: relationship between structure and activity // Journal Geochem Explor. 2013. No. 129. P. 57–63. doi:10.1016/j.gexplo.2012.10.012.
21. Shishir Sinha, Pant K. K., Govil J. N. Advances in Fertilizers technology II biofertilizers // Studium Press LLC. 2014. 632 p.
22. The use of organic biostimulants in hot pepper plants to help low input sustainable agriculture / A. Ertani [et al.] // Journal Chem. Biol. Technol. Agric. 2015. No 2. P. 11. doi:10.1186/s40538-015-0039-z.
23. Wallschlager D., Desai M.V., Wilker R. D. The role of humic substances in the aqueous mobilization of mercury from contaminated floodplain soils // Water, air, and soil pollution, 1996. V. 90 (3/4). P. 507–520.

### References

1. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. Moskva : Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Kovalenko N.N. Vyrashivanie posadochnogo materiala sadovykh kultur s ispolzovaniem zelenogo cherenkovaniya. //Metodich. rekomendacii. Krasnodar: SKZNIISiV, 2011. 54 s.
3. Komar-Temnaya L. D. Sovremennye napravleniya pererabotki plodov henomelesa //Sbornik nauchnykh trudov GNBS. 2017. T. 144–2. S. 125–131.
4. Mursalimova G. R., Tihonova M. A., Merezhko O. E. Vliyanie gumatov na obrazovanie i razvitie kornevoj sistemy cherenkov vinograda // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2016. № 46. S. 264–267.
5. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orehoplodnykh kultur. Orel, 1999. S. 351–373.
6. Regulyatory rosta rasteniy s antistressovymi i immunoprotekturnymi svojstvami / L.D. Prusakova, N.N. Malevannaya, S.L. Belopuhova [i dr.] // Agrohimiya. 2005. № 11. S. 76–86.
7. Tihonova M.A., Mursalimova G.R. Perspektivy razvitiya i proizvodstva posadochnogo materiala vinograda v Orenburgskoy oblasti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2015. № 42. S. 287–291.
8. Tihonova M.A., Mursalimova G.R. Vinograd Preduralya // Russkij vinograd. 2017. T. 6. S. 72–78.
9. Tihonova M.A., Mursalimova G.R., Ivanova E. A. Vozdejstvie immunostimulyatorov na rasteniya vinograda // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 2017. T. XLIX. S. 329–332.
10. Tihonova M.A., Mursalimova G.R. Vliyanie regulyatorov rosta na rost i razvitie vinograda v usloviyakh Priuralya // Innovacionnye napravleniya i razrabotki dlya effektivnogo selskohozyajstvennogo proizvodstva: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyash. pamyati chl.-korr. RAN V. I. Levahina. – Orenburg: Vserossijskij nauchnoissledovatel'skij institut myasnogo skotovodstva, 2016. S. 275–279.
11. Tihonova M.A., Mursalimova G.R. Vliyanie predposadochnoy obrabotki zelenykh cherenkov vinograda stimulyatorami rosta na ukorenyaemost i razvitie nadzemnoj chasti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 2014. T. 39. S. 208–212.
12. Tihonova M.A., Mursalimova G.R. Vliyanie gumatov i bioregulyatorov na rostovye processy vinograda // Sovremennoe sadovodstvo. 2018. № 1(25). S. 79–85.
13. Tihonova M.A., Mursalimova G.R., Merezhko O.E. Vliyanie gumatov na obrazovanie i razvitie kornevoj sistemy cherenkov vinograda // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 2016. T. XXXIV. S. 264–267.
14. Fazliahmetov H.N., Zaripova V.M. Selekcija i novye sorta grushi dlya respublike Bashkortostan //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. 2020. № 4 (60). S. 210–217.
15. Alleweldt G., Dettweiler E. The genetic resources of Vitis // Siebeldingen FRG, 1994. 74 p.

16. Anburani A., Manivannan K. Effect of integrated nutrient management on growth in brinjal (*Solanum melongena* L.) cv. Annamalai // *South Indian Horticulture*. 2002. No 50(4-6). P. 377–386.
17. Emerging investigator series: mercury mobility and methylmercury formation in a contaminated agricultural flood plain: influence of flooding and manure addition / S. Gyax, L. Gfeller, W. Wilcke, Ad. Mestrot // *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2019.
18. Komar-Tyomnaya L., Paliy A., Richter A. Strategy of *Chaenomeles* selection based on the chemical composition of fruits // *Acta Horticulturae*. 2016. N 1139. P. 617–622.
19. Komar-Tyomnaya L., Dunaevskaya E. The content of essential elements in the flowers and fruits of *Chaenomeles* (*Chaenomeles* Lindl.) // *AGROFOR International Journal*. 2017. Vol. 2. Issue No. 1.
20. Muscolo A., Sidari M., Nardi S. Humic substance: relationship between structure and activity // *Journal Geochem Explor*. 2013. No. 129. P. 57-63. doi:10.1016/j.gexplo.2012.10.012.
21. Shishir Sinha, Pant K. K., Govil J. N. *Advances in Fertilizers technology II biofertilizers* // Studium Press LLC. 2014. 632 p.
22. The use of organic biostimulants in hot pepper plants to help low input sustainable agriculture / A. Ertani [et al.] // *Journal Chem. Biol. Technol. Agric*. 2015. No 2. P. 11. doi:10.1186/s40538-015-0039-z.
23. Wallschlager D., Desai M.V., Wilker R. D. The role of humic substances in the aqueous mobilization of mercury from contaminated floodplain soils // *Water, air, and soil pollution*, 1996. V. 90 (3/4). P. 507–520.

## АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ И МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПЕРЕУПЛОТНЁННЫХ ПОЧВ

Ториков В.Е., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;  
Мельникова О.В., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;  
Мамеев В.В., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;  
Байдакова Е.В., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Глубокое рыхление по сравнению с отвальной вспашкой уменьшало плотность тяжелой почвы, и в особенности подпахотных горизонтов, значительно увеличивало фильтрационную способность и улучшало аэрацию. Глубокое рыхление суглинистых почв, проведенное на фоне гончарного дренажа, способствовало лучшему просачиванию влаги в разрыхленный подпахотный горизонт и увеличивало по сравнению с отвальной вспашкой дренажный сток на 52–55 %. Происшедшее улучшение пористости и водопроницаемости положительно сказалось на увеличении общих запасов почвенной влаги и существенно повлияло на перераспределение ее по почвенному профилю. Наряду с быстреешим подсыханием самого верхнего слоя почвы нижележащие горизонты, как правило, имели повышенные запасы влаги по сравнению с участками, где проводилась отвальная вспашка. Увеличение запасов влаги под посевами озимой пшеницы составляло в наиболее ответственные фазы роста растений 10–28 процентов. Усиление аэрации пахотного и подпахотного слоев тяжелой почвы повышало ее микробиологическую активность. Нитрификационная способность подпахотных слоев почвы на вариантах глубокого рыхления по сравнению с контролем (обычная вспашка) – увеличивалась в 1,5–2 раза. Содержание нитратов в слоях 15–30 и 30–45 см было на 40–50 процентов больше, чем после вспашки. Глубокое рыхление подпахотных слоев увеличивает порозность почвы, вследствие чего повышаются водопроницаемость почвенного профиля и эффективность работы закрытого дренажа. При обработке почвы под озимую пшеницу после вико-овсяного пара, выявлено положительное влияние безотвальных обработок стойками СиБИМЭ и Параплау на запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см. К уборке урожая озимой пшеницы по вспашке в среднем за 4 года опытов в метровом слое почвы накапливалось 151,4 мм, по безотвальным обработкам – 189,9 и 177,1 мм продуктивной влаги. Содержание гумуса при обработке стойками СиБИМЭ в пахотном слое почвы находилось в пределах 3,61 %, тогда как в слое 0–10 см – 3,55 %, а водопрочных агрегатов – 65,3 и 64,3 %, соответственно. На варианте отвальной вспашки содержание гумуса в слое почвы 21–30 см составляло 2,51 %, водопрочных агрегатов – от 56,9 %, в слое 0–10 см – 3,55 %, а водопрочных агрегатов – 58,8 %. К моменту уборки урожая зерна озимой пшеницы в слое почвы 23–30 см более рыхлое ее сложение – 1,16 и 1,19 г/см<sup>3</sup> наблюдалось при безотвальной обработке стойками СиБИМЭ и Параплау, тогда как после вспашки – 1,21 г/см<sup>3</sup>. В опытах плотность почвы в слое 11–23 см после вспашки была выше по сравнению с вариантами безотвальной обработки. Таким образом, безотвальная обработка почвы стойками СиБИМЭ и Параплау обеспечила разрыхление «плужной подошвы».

**Ключевые слова:** глубокое рыхление, минеральные земли, дренаж, тяжелые почвы.

**Для цитирования:** Ториков В.Е., Мельникова О.В., Мамеев В.В., Байдакова Е.В. Агротехническая и мелиоративная роль глубокого рыхления переуплотнённых почв // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 14–19.

**Актуальность.** В составе земельного фонда западных регионов Нечерноземного центра значительный удельный вес занимают периодически переувлажняемые минеральные почвы тяжелого ме-

ханического состава (средние и тяжелые суглинки с предельно малым коэффициентом фильтрации пахотного и подпахотного горизонтов). Переувлажнению они подвержены главным образом весной, после весеннего снеготаяния, и осенью – вследствие продолжительных дождей. В летний период эти земли могут находиться в состоянии нормального увлажнения или просыхать до состояния недостаточного увлажнения. В комплексе агромелиоративных мероприятий, проводимых на тяжелых минеральных землях, наряду с осушением должны предусматриваться меры, направленные на перераспределение влаги по почвенному профилю и аккумуляирование ее запасов за счет улучшения водно-физических свойств пахотного и подпахотного горизонтов, характеризующихся плохой водопроницаемостью [1].

Глубокое рыхление предусматривает обработку почвы на глубину более 25 см. Оно необходимо для разрушения переуплотнённого слоя почвы (плужной подошвы), для повышения водопроницаемости почвенного профиля. Главная задача глубокого рыхления – разрушить переуплотнённый слой почвы, который препятствует фильтрации влаги и нормальному развитию корневой системы растений. При глубокой обработке почвы очень важно сохранить оптимальные агрохимические показатели обработанного слоя, избежать смешивания верхнего плодородного слоя с материнской породой [2].

Для снижения функции перемешивания при глубокой обработке почвы применяют лаповые рабочие органы, оборудованные узкими долотообразными наральниками. При глубокой обработке почвы рабочие органы должны создавать в переуплотнённом слое некапиллярные поры, щели, в которые может легко проникать влага. После выпадения осадков обработанная почва более равномерно намокает, набухает, расширяется, заполняя созданные рабочими органами полости, и равномерно разуплотняется. При этом процессе почва обретает свою природную структурность (способность распадаться на отдельные агрегаты) [3].

Оптимальная глубина рыхления почвы зависит от расположения переуплотнённого слоя и должна обеспечивать его разрушение. Наибольший эффект от глубокого рыхления достигается при обработке сухой почвы, чтобы рабочий орган культиватора разрывал и раскалывал почву, создавая трещины в горизонтальном и вертикальном направлении к линии обработки, а не резал и замазывал влажную почву. Основные показатели качества глубокого рыхления – полное разрушение монолитного переуплотнённого слоя почвы до зоны, где нет переуплотнения, без перемещения почвы из нижних слоёв на поверхность, хорошее крошение комков в верхнем слое почвы, отсутствие на поверхности скоплений растительных остатков, образовавшихся после засорения рабочих органов [4, 5].

Для исключения засоров глубокорыхлителя рекомендуется предварительно провести дискование почвы. Это позволит лучше измельчить и подсушить растительные остатки, чтобы они равномерно проходили сквозь рабочую зону культиватора. Дополнительные дисковые рабочие органы на комбинированных глубокорыхлителях существенно повышают качество обработки почвы за счёт крошения глыбистых комков и улучшения распределения растительных остатков по поверхности. Но вместе с тем они повышают общее тяговое сопротивление почвообрабатывающей машины и требуют для работы более высокой энергонасыщенности трактора. Дополнительные катки и выравнивающие рабочие органы на глубокорыхлителях тоже повышают качество обработки за счёт дополнительного крошения и выравнивания поверхности почвы. Они способствуют снижению некапиллярной пористости и сокращению непродуктивных потерь влаги на испарение [5].

Результаты исследований и их обсуждение. На Новозыбковском опытно-производственном участке в 2019–2021 гг. были выполнены полевые и лабораторные исследования с целью установления роли глубокого сплошного рыхления в усилении действия закрытого дренажа и улучшении агрофизических свойств тяжелых суглинистых почв. Рыхление проводилось трехступенчатым навесным рыхлителем Дилер ЧТЗ-Уральтрак.

В результате взаимодействия рабочих органов рыхлителя с тяжелой суглинистой почвой образуются три взрыхленные призмы трапецеидального сечения, которые смыкаются в пахотном слое в виде сплошной взрыхленной полосы шириной около 2,5 м. Высота вспучивания почвы на полосе рыхления достигает 20–25 см при глубине его до 60 см.

Это мероприятие, оказывающее сильное и многостороннее воздействие на свойства переувлажненной почвы, и в сочетании с закрытым дренажем, можно рассматривать как наиболее перспективный прием повышения производительной способности этих земель.

Глубокое рыхление по сравнению с отвальной вспашкой уменьшало плотность тяжелой почвы, и в особенности подпахотных горизонтов, значительно увеличивало фильтрационную способность и улучшало аэрацию. Указанные преимущества сохранялись до конца вегетационного периода с постепенным затуханием эффекта. Коэффициент фильтрации пахотного слоя по глубокому рыхлению через 50 дней после его проведения был в 6 раз, а подпахотного – в 14 раз выше, чем по отвальной вспашке [6].

Глубокое рыхление суглинистых почв, проведенное на фоне гончарного дренажа, способствовало лучшему просачиванию влаги в разрыхленный подпахотный горизонт и увеличивало по сравнению с отвальной вспашкой дренажный сток на 52–55 %. Происшедшее улучшение пористости и водопроницаемости положительно сказалось на увеличении общих запасов почвенной влаги и существенно повлияло на перераспределение ее по почвенному профилю. Наряду с быстрейшим подсыханием самого верхнего слоя почвы нижележащие горизонты, как правило, имели повышенные запасы влаги по сравнению с участками, где проводилась отвальная вспашка. Увеличение запасов влаги под посевами озимой пшеницы составляло в наиболее ответственные фазы роста растений 10–28 процентов.

Применение глубокого рыхления на недренированных тяжелых почвах, наоборот, вызывало в весенний период сильное переувлажнение и задержку созревания почвы.

Усиление аэрации пахотного и подпахотного слоев тяжелой почвы в свою очередь повысило ее микробиологическую активность. Нитрификационная способность подпахотных слоев почвы на вариантах глубокого рыхления по сравнению с контролем (обычная вспашка) увеличивалась в 1,5–2 раза. Содержание нитратов в слоях 15–30 и 30–45 см было на 40–50 процентов больше, чем после вспашки.

Тяжелые почвы обладают неблагоприятными тепловыми свойствами, так как избыток влаги в весенне-осенний период связан с расходом значительного количества тепла на ее испарение. Наблюдения, проведенные за изменением температурного режима, показали, что глубокое рыхление обусловило лучшее прогревание почвы. В течение всего вегетационного периода ее температура на глубине 5, 10, 15, 20 см была выше, чем на варианте с отвальной вспашкой [7].

Создание благоприятного водно-воздушного режима, снижение плотности почвы, а также повышение биологической активности способствовали повышению урожайности. В 2019 году на опытно-производственном участке урожайность озимой пшеницы по рыхлению составила 4,04 т/га, а по отвальной вспашке – 3,11 т/га. При этом наибольшие прибавки урожая зерна от рыхления дренированных участков получены при расстоянии между дренами 15–20 м; с уменьшением междренних расстояний эффективность этого мероприятия снижалась.

Таким образом, глубокое сплошное рыхление по механическому составу почв следует рассматривать как активный прием, направленный на усиление внутрпочвенного стока и накопления запасов влаги в подпахотном слое [8].

Глубокое рыхление подпахотных слоев увеличивает порозность почвы, вследствие чего повышаются водопроницаемость почвенного профиля и эффективность работы закрытого дренажа. На недавно освоенных землях, осушенных открытыми каналами, глубокое рыхление во влажные годы может дать отрицательный эффект из-за переувлажнения почвы. Этот прием способствует наиболее активному регулированию водно-воздушного режима на землях, осушаемых закрытым дренажем. При этом улучшается тепловой режим и усиливается развитие аэробной микрофлоры, обеспечивающей улучшение пищевого режима растений [9].

Создание глубокого разрыхленного слоя благоприятно сказывается на перераспределении влаги по почвенному профилю и позволяет увеличить междренние расстояния и тем самым снизить расходы на осушение тяжелых земель и прекратить бесполезный сброс необходимой для растений влаги.

Наряду с этим глубокое рыхление склонов может быть использовано с целью аккумуляции влаги, предотвращения водной эрозии и борьбы с загрязнением рек и водоемов поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий.

Сплошное глубокое рыхление рекомендуется проводить на периодически переувлажняемых тяжелых по механическому составу почвах, когда верхний (50-60 см) слой грунта находится в благоприятном для рыхления состоянии. Лучшим временем для проведения рыхления являются летние периоды и осень, перед началом дождей [9].

В полевых опытах, выполненных на серых лесных среднесуглинистых почвах в Брянского ГАУ при обработке почвы под озимую пшеницу после вико-овсяного пара, выявлено положительное влияние безотвальных обработок стойками СибИМЭ и Параплау на запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см. Глубокое безотвальное рыхление стойками СибИМЭ и Параплау во все годы опытов способствовало большему накоплению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы по сравнению со вспашкой и обеспечивало лучшие условия влагообеспеченности растений озимой пшеницы на протяжении всего периода вегетации. Так, к уборке урожая озимой пшеницы по вспашке в среднем за 4 года опытов в метровом слое почвы накапливалось 151,4 мм, по безотвальным обработкам стойками СибИМЭ и Параплау – 189,9 и 177,1 мм продуктивной влаги.

На вариантах опыта с органо-минеральной системой удобрения наибольшее накопление гумуса и содержание водопрочных агрегатов по слоям почвы 0–10, 11–20, 21–30 см было отмечено при безотвальных способах обработки стойками СибИМЭ и Параплау (табл. 1). Содержание гумуса при обработке стойками СибИМЭ в пахотном слое почвы находилось в пределах 3,61 %, тогда как в слое 0–10 см – 3,55 %, а водопрочных агрегатов – 65,3 и 64,3 %, соответственно. На варианте отвальной вспашки содержание гумуса в слое почвы 21-30 см составляло 2,51 %, водопрочных агрегатов – от 56,9 %, в слое 0–10 см – 3,55 %, а водопрочных агрегатов – 58,8 %.

**Таблица 1 – Содержание гумуса и водопрочных агрегатов (%) на вариантах опыта с органо-минеральной системой удобрения\***

Прием основной обработки почвы	Слой почвы, см					
	0–10		11–20		21–30	
	гумус	водопрочные агрегаты	гумус	водопрочные агрегаты	гумус	водопрочные агрегаты
Отвальная вспашка	3,55	58,8	3,61	57,9	2,51	56,9
Безотвальная обработка стойками СибИМЭ	3,57	64,3	3,64	66,2	2,58	60,4
Безотвальная обработка стойками Параплау	3,56	60,5	3,63	62,4	2,54	58,3

\*Примечание: последствие навоза КРС 40 т/га, внесенного под картофель; солома на удобрение 7,5 т/га; сидерация – горчица 10 т/га; минеральные удобрения – N120P120K120.

В зависимости от способа основной обработки почвы изменялась плотность сложения почвы (табл. 2). К моменту уборки урожая зерна озимой пшеницы в слое почвы 23–30 см более рыхлое ее сложение – 1,16 и 1,19 г/см<sup>3</sup> наблюдалось при безотвальной обработке стойками СибИМЭ и Параплау, тогда как после вспашки – 1,21 г/см<sup>3</sup>.

В опытах плотность почвы в слое 11–23 см после вспашки была выше по сравнению с вариантами безотвальной обработки. Таким образом, безотвальная обработка почвы стойками СибИМЭ и Параплау обеспечила разрыхление «плужной подошвы».

На величину урожайности зерна озимой пшеницы наибольшее влияние оказали нормы внесенных минеральных удобрений (табл. 3). Способы основной обработки почвы существенной разницы в величине полученной урожайности зерна не оказали.

Таким образом, наиболее решающим фактором увеличения урожайности зерна озимой пшеницы является обеспеченность ее минеральным питанием, рассчитанная на величину его запрограммированного уровня.

**Таблица 2 – Плотность сложения почвы под озимой пшеницей в фазу созревания в зависимости от приемов основной обработки почвы, г/см<sup>3</sup>**

Прием основной обработки почвы	Вариант удобрения	Слой почвы, см		
		0–10	11–23	23–30
Отвальная вспашка	Без NPK (контроль)	1,20	1,22	1,23
	N120P120K120	1,20	1,23	1,22
	N60P60K60	1,16	1,20	1,19
	В среднем	1,19	1,21	1,21
Безотвальная обработка стойками СибИМЭ	Без NPK (контроль)	1,16	1,21	1,21
	N120P120K120	1,17	1,20	1,20
	N60P60K60	1,17	1,17	1,17
	В среднем	1,17	1,19	1,19
Безотвальная обработка стойками Параплау	Без NPK (контроль)	1,11	1,13	1,13
	N120P120K120	1,16	1,18	1,19
	N60P60K60	1,15	1,16	1,15
	В среднем	1,14	1,16	1,16

**Таблица 3 – Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы, т/га**

Прием основной обработки почвы	Удобрения		
	без внесения NPK и пестицидов (контроль)	N120P120K120	N60P60K60
Отвальная вспашка	3,68	5,59	4,80
Безотвальная обработка стойками СибИМЭ	3,86	5,74	4,87
Безотвальная обработка стойками Параплау	3,75	5,71	4,82

Примечание: НСР 05 (т/га) 2020 г. – 0,24; 2021 г. – 0,17; 2022 г. – 0,15.

Итак, при разработке энергосберегающей системы обработки почвы под сельскохозяйственные культуры важно обеспечить не только сохранение, но и повышение почвенного плодородия [8, 9].

При этом следует руководствоваться следующими положениями. Необходимо максимально использовать способность отдельных видов культурных растений (люпин, рапс, горчица, гречиха и др.) к биологическому разрыхлению почвы. При размещении ряда культур по занятым парам и пропашным культурам вспашку можно заменить на дискование тяжелыми дисковыми боронами. На легких песчаных почвах вместо предпосевной культивации перейти на предпосевное боронование. Целесообразно в системе предпосевной обработки почвы использовать комбинированные широкозахватные почвообрабатывающие машины, а также трактора с невысоким удельным давлением движителя на почву. Для разуплотнения подпахотного слоя почвы рекомендуется замена отвальной обработки на безотвальное рыхление стойками СибИМЭ или Параплау. Внедрение органо-минеральной системы удобрения будет способствовать наибольшему накоплению гумуса и образованию водопрочных почвенных агрегатов при безотвальной обработке.

Сложные и многогранные связи антропогенной деятельности – процессов, происходящих в почве, требуют участия в их изучении широкого круга ученых различных специальностей [10]. Вопро-

сы вспашки или рыхления, поверхностной или глубокой обработки рассматривает, решает как наука, так и практика.

### Список используемой литературы

8. Просьянников Е.В., Малявко Г.П., Мамеев В.В. Современное состояние природных ресурсов растениеводства Брянской области // Агрехимический вестник. 2021. № 6. С. 45–49.
9. Соколов Н.А., Дьяченко О.В., Бабьяк М.А. Тенденции биологизации земледелия Брянской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 65–73.
10. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях юго-запада центрального региона России / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, В.И. Репникова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 2 (90). С. 3–8.
11. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Элементы плодородия и продуктивность пашни в зависимости от обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 1. С. 5–12.
12. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. – Санкт-Петербург: Лань, 2021.
13. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Агрофизические и агрохимические свойства темно-серых лесных почв при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2021. Т. 51. № 3. С. 15–23.
14. Комплексное освоение биоресурсов сельских территорий: теория, практика, проблемы / Н.А. Соколов, Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2 (78). С. 56–65.
15. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Агрохимические и экологические основы адаптивного земледелия. – Санкт-Петербург: Лань, 2020.
16. Растениеводство./ В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, и др. – Санкт-Петербург: Лань, 2024.
17. Ториков В.Е., Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А. Ресурсосбережение в сфере сельского хозяйства // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 1 (34). С. 24–32.

### References

1. Prosyannikov E.V., Malyavko G.P., Mameev V.V. Sovremennoe sostoyanie prirodnyh resursov rastenievodstva Bryanskoj oblasti // Agrohimičeskij vestnik. 2021. № 6. S. 45–49.
2. Sokolov N.A., Dyachenko O.V., Babyak M.A. Tendencii biologizacii zemledeliya Bryanskoj oblasti // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii. 2021. № 2. S. 65–73.
3. Principy resursosberegayushchih tekhnologiy vzdelyvaniya zernovyh kultur v usloviyah yugo-zapada centralnogo regiona Rossii / O.V. Melnikova, V.E. Torikov, V.I. Repnikova, i dr. // Vestnik Bryanskoj GSHA. 2022. № 2 (90). S. 3–8.
4. Perfilev N.V., Vyushina O.A. Elementy plodorodiya i produktivnost pashni v zavisimosti ot obrabotki pochvy // Sibirskij vestnik selskohozyaystvennoy nauki. 2020. T. 50. № 1. S. 5–12.
5. Torikov V.E., Melnikova O.V. Proizvodstvo produkcii rastenievodstva. Sankt-Peterburg: Lan, 2021.
6. Perfilev N.V., Vyushina O.A. Agrofizicheskie i agrohimičeskije svoystva temno-seryh lesnyh pochv pri razlichnyh sistemah osnovnoy obrabotki // Sibirskij vestnik selskohozyaystvennoy nauki, 2021. T. 51. № 3. S. 15–23.
7. Kompleksnoe osvoenie bioresursov selskih territoriy: teoriya, praktika, problemy / N.A. Sokolov, N.M. Belous, V.E. Torikov, i dr. // Vestnik Bryanskoj GSHA. 2020. № 2 (78). S. 56–65.
8. Torikov V.E., Belous N.M., Melnikova O.V. Agrohimičeskije i ekologičeskije osnovy adaptivnogo zemledeliya. Sankt-Peterburg: Lan, 2020.
9. Rastenievodstvo. / V.E. Torikov, N.M. Belous, O.V. Melnikova, i dr. Sankt-Peterburg: Lan, 2024.
10. Torikov V.E., Pogonyshchev V.A., Pogonyshcheva D.A. Resursosberezhenie v sfere selskogo hozyaystva // Agrarnyy vestnik Verhnevolszhy. 2021. № 1 (34). S. 24–32.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.5.084.3 /637.4.05

### КАЧЕСТВО ЯИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА КУРАМ-НЕСУШКАМ

Архипова Е.Н., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

В статье представлены результаты исследований морфологических показателей качества яиц и продуктивность кур-несушек при применении раствора коллоидного серебра. Опыт проводился на курах – несушках кросса «Хайсекс коричневый» с 27- до 50-недельного возраста. Для исследования были сформированы методом пар – аналогов две группы (опытная и контрольная) по 8 голов в каждой. Условия содержания и кормления в течение всего исследования были одинаковыми. Опыт включал в себя три периода: подготовительный, главный и заключительный. В главный период опытной группе птиц выпаивали 1 %-ный раствор коллоидного серебра в течение 7 дней с 7-дневным перерывом на протяжении 84 дней в дозе 1,25 мкг/ 100 мл воды. Морфологический анализ яиц проводили инструментальным методом, составные части взвешивали на весах ВЛКТ-500. Учёт яйценоскости кур велся ежедневно. Применение коллоидного серебра позволило увеличить яйценоскость в опытной группе на 4,0 %. Масса яиц в подготовительный период у кур составила в контрольной группе –  $52,57 \pm 0,28$ , а в опытной –  $53,67 \pm 0,51$  г. В опытный период, соответственно,  $57,72 \pm 0,20$  и  $59,21 \pm 0,17$  г., в заключительный период, соответственно,  $57,74 \pm 0,26$  и  $60,02 \pm 0,20$  г. Увеличение массы яиц произошло за счет возрастания абсолютной массы соответствующих компонентов, а также увеличения индекса формы. Такие показатели, как единицы Хау и индекс белка в опытной группе, превосходили контрольную. Различий по индексу желтка, толщине скорлупы не было выявлено. Таким образом, препарат благоприятно оказал влияние на продуктивность птицы.

**Ключевые слова:** коллоидное серебро, масса яйца, индекс формы, единицы Хау, белок, желток, скорлупа, куры-несушки.

**Для цитирования:** Архипова Е.Н. Качество яиц при использовании коллоидного серебра курам-несушкам // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 20–23.

**Актуальность.** На современном этапе развития промышленного птицеводства вопросы качества пищевых яиц не теряют своей актуальности. Приемлемые качественные показатели обеспечат, прежде всего, конкурентоспособность яиц при их реализации. Данный аспект является самым важным фактором в яичном птицеводстве, так как обеспечивает экономическую эффективность производства пищевых яиц [3].

Основными качественными характеристиками пищевых яиц является их масса, соотношение белка, желтка и скорлупы. Также оценивают качественные показатели белка, желтка и скорлупы. Исследования ученых в области птицеводства подтверждают, что на качественные показатели пищевых яиц влияют множество факторов, в том числе генотипические и паратипические. Среди генотипических факторов, влияющих на качественные характеристики яиц, авторы отмечают принадлежность кур к различным породам, линиям и кроссам. Большее воздействие на качество яиц оказывают паратипические факторы и, прежде всего, кормовой фактор. В теории и практике птицеводства накоплено достаточно сведений о влиянии различных кормовых средств и биологически

## Ветеринария и зоотехния

активных добавок в рационе несушек на качество яиц [1–8]. Однако информации о применении препаратов серебра в ветеринарии довольно мало [2].

В связи с этим целью нашего исследования было оценить качественные показатели яиц и продуктивность кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» при выпаивании им коллоидного серебра.

**Материал, методика и условия проведения исследований.** Опыт проводился на курах-несушках кросса «Хайсекс коричневый» с 27- до 50-недельного возраста. Для исследования были сформированы две группы (контрольная и опытная) по 8 голов в каждой. Птица содержалась в клетках ОБН-1. В опыте использовали здоровую птицу.

Эксперимент проводился по методу пар-аналогов и включал в себя подготовительный, главный (опытный) и заключительный периоды. Длительность подготовительного периода составила 4 недели, в течение которого велось наблюдение за птицей. Температурно-влажностный режим и кормление в обеих группах были одинаковыми. В главный период, длительность которого составила 12 недель, опытной группе кур выпаивали коллоидное серебро по нижеприведённой схеме. В заключительный период, длительность которого составила 8 недель, наблюдали последствие препарата. Поение в течение всего исследования осуществлялось через ниппельные поилки, подсоединённые к 2-литровым ёмкостям.

Препарат «Silvecoll» представляет собой коллоидный раствор наночастиц серебра, находящихся во взвешенном состоянии в деминерализованной воде. Он не имеет вкуса, бесцветен или слегка желтоватого цвета (производителем является ООО «ИЗС», Россия).

В таблице 1 приведена схема применения препарата.

**Таблица 1 – Схема применения коллоидного серебра**

Группа	Период исследования		
	Подготовительный	Главный	Заключительный
Контрольная	Основной рацион (ОР)	ОР	ОР
Опытная	ОР	ОР + раствор коллоидного серебра в течение 7 дней с 7-дневным перерывом на протяжении 84 дней в дозе 1,25 мкг/100 мл воды	ОР

Рацион кур-несушек был сбалансирован по всем основным показателям, обеспечивающим удовлетворение физиологических потребностей организма.

Качество яиц оценивали по общепринятым методикам по следующим показателям:

- 1) масса и индекс формы яйца,
- 2) плотность и толщина скорлупы,
- 3) индексы белка и желтка,
- 4) единицы Хау.

Яйца исследовали во все периоды. Для оценки отбирали по 16 яиц из каждой группы. Морфологический анализ яиц проводили инструментальным методом (штангенциркуль, кронциркуль, микрометр), составные части взвешивали на технических весах марки ВЛКТ – 500. Индексы белка и желтка вычисляли путём деления высоты на средний диаметр. Биометрическую обработку цифровых данных и оценку их достоверности проводили в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований.** На протяжении всего опыта клиническое состояние птиц опытной группы не отличалось от состояния птиц контрольной группы. Птица адекватно реагировала на окружающую обстановку, активно принимала корм и воду.

Основными показателями, характеризующими продуктивность кур-несушек, являются яйценоскость и средняя масса яйца.

В подготовительный период интенсивность яйценоскости в обеих группах была практически одинаковой.

В главный период интенсивность яйценоскости составила в обеих группах 94,6 % и 94,3 %, соответственно. В заключительный период данный показатель в опытной группе увеличился на 4,0 % и составил 94,2 % против 90,2 % в контроле.

Масса яиц в подготовительный период (в 30-недельном возрасте) у кур составила в контрольной группе – 52,57±0,28, а в опытной – 53,67±0,51 г. В опытный период (возраст 42 недели), соответственно, 57,72±0,20 и 59,21±0,17 г. В заключительный период (возраст 50 недель), соответственно, 57,74±0,26 и 60,02±0,20 г. Статистический анализ показал, что масса в главный и заключительный периоды была достоверно выше ( $P < 0,01$  –  $P < 0,001$ ) в опытной группе кур.

С целью изучения качества яйца проводились морфологические исследования. Одним из главных показателей, характеризующих качество яйца, является соотношение его частей. В ходе исследования было выявлено, что абсолютная масса белка в контрольной группе в подготовительный период составила 33,33±1,25 г, в главный – 36,20±0,71 г и в заключительный – 34,36±1,23 г, в опытной, соответственно, 34,47±1,22 г, 36,93±0,26 г и 36,67±0,90 г.

Абсолютная масса желтка в уравнильный период в контроле была 12,06±0,63 г, в опытный – 14,26±0,79 г и в заключительный – 15,15±0,20 г, а в опытной группе этот показатель был, соответственно, 12,69±0,06 г, 14,17±0,43 г и 16,69±0,66 г.

Абсолютная масса скорлупы составила по всем периодам в контрольной группе 7,69±0,19 г, 6,89±0,55 г и 8,13±0,38 г, а в опытной, соответственно, 7,005±0,23 г, 7,40±0,29 г и 7,83±0,55 г. Хотя абсолютная масса белка и увеличилась, но его относительное содержание в яйце сначала увеличилось, например, в контрольной группе с 62,3 % до 63,1 в главный период и уменьшилось до 59,0 % в заключительный период. В опытной группе отмечена тенденция уменьшения с 63,7 % до 62,8 % и до 59,4 %, соответственно.

Индекс формы яйца в контрольной группе составил в главный период 77,93±0,85 %, в заключительный – 79,95±0,54 % и в опытной, соответственно, 78,36±1,50 % и 79,78±1,88 %. С увеличением массы яиц наблюдали постепенное увеличение индекса формы.

Индекс желтка показывает отношение высоты желтка к его диаметру. В уравнильный период он составил в контрольной группе 48,36±3,92 %, а в опытной – 49,71±1,06 %. В главный период этот показатель был, соответственно, 46,80±0,60 % и 48,77±0,79 % и в заключительный период, соответственно, 41,86±0,31 % и 43,62±0,47 %.

Индекс белка яиц представляет собой отношение объема плотного белка к объему всего белка, находящегося в яйце. Данный показатель в обеих группах существенно не различался.

Единицы Хау характеризуют качество и свежесть яйца. Данный показатель в контрольной группе во всех трёх периодах составил, соответственно, 83,7, 84,8 и 82,2 против 84,1, 88,3 и 90,2 в опытной. Таким образом, в опытной группе единицы Хау увеличивался, что свидетельствует об ускоренном формировании яйца, в результате чего плотный белок не успевал разжигаться.

Толщина скорлупы яиц характеризует технологические свойства инкубационного яйца. Толщина скорлупы яиц, полученных от птицы всех групп, различалась незначительно и находилась на уровне 270–330 мкм., однако масса скорлупы была различной. Большей массой обладали яйца опытной группы в главный период, а в заключительный – контрольной группы.

Анализ полученных данных позволил сделать следующие **выводы**:

1. Куры кросса «Хайсекс коричневый» имели наибольшую массу яйца как в главный период, так и в заключительный (58–62 г). Такое увеличение массы яиц, скорее всего, произошло за счёт возрастания абсолютной массы составляющих компонентов яйца (белка, желтка и скорлупы).
2. Интенсивность яйценоскости составила в опытной группе 94,2 %, что на 4,0 % выше контрольной.
3. Морфологические показатели, такие как индекс белка, единицы ХАУ, также превосходили контрольную группу.
4. Различий по толщине скорлупы в группах не было выявлено.

Таким образом, использование коллоидного серебра курам-несушкам положительно повлияло на продуктивность и на качество яиц.

### Список используемой литературы

1. Алексеева С.А., Зинина Е.Н. Морфологические показатели качества яиц при выпаивании коллоидного серебра курам – несушкам // Вестник Ветеринарии. 2012. № 4 (63). С. 129–131.
2. Архипова Е.Н., Шашков В.А., Пятачков А.А. Перспективность применения коллоидного серебра в птицеводстве // Сборник статей «Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК». Сборник материалов межрегиональных научно-практических конференций. Иваново. 2015. С. 99–101.
3. Астраханцев А.А., Перевозчиков М.А., Наумова В.В. Качество пищевых яиц при различной продолжительности фаз в кормлении кур-несушек // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (58). С. 185–190.
4. Величко О.А. Влияние разных типов клеточных батарей для содержания кур-несушек на качество пищевых яиц // Зоотехния 2010. № 11. С. 24–25.
5. Вяльдина Т.Ю., Зайнагабдинова Р.Р., Ежова О.Ю. Влияние возраста кур-несушек разных кроссов на качество яиц // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 24–25 октября 2029 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2019. С. 51–53.
6. Кавтарашвили А.Ш., Новоторов Е.Н. Качество яиц в зависимости от времени их несения // Наше сельское хозяйство. 2022. № 6 (278). С. 12–15.
7. Миронова Г.Н., Астаханцев А.А. Качество пищевых яиц кур-несушек различных кроссов // Птица и птицепродукты. 2009. № 2. С. 28–30.
8. Травин Н.В., Наумова И.К., Субботина И.Н., Клетикова Л.В., Зинина Е.Н. Влияние плазменно-активированной воды на качество яиц кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» // Аграрный вестник Верхневолжья. 2015. Т. 12. № 3. С. 34–39.

### References

1. Alekseeva S.A., Zinina E.N. Morfologicheskie pokazateli kachestva yaic pri vypaivanii kolloidnogo serebra kuram – nesushkam // Vestnik Veterinarii. 2012. № 4 (63). S. 129–131.
2. Arkhipova E.N., Shashkov V.A., Pyatachkov A.A. Perspektivnost' primeneniya kolloidnogo serebra v pitsevodstve // Sbornik statei «Nauka i molodezh': novye idei i resheniya v APK». Sbornik materialov mezhhregional'nykh nauchno-prakticheskikh konferentsii. Ivanovo. 2015. S. 99–101.
3. Astrahancev A.A., Perevozchikov M.A., Naumova V.V. Kachestvo pishchevyh yaic pri razlichnoj prodolzhitel'nosti faz v kormlenii kur-nesushek // Vestnik Ul'yanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 2 (58). S. 185–190.
4. Velichko O.A. Vliyanie raznyh tipov kletochnyh batarej dlya sodержaniya kur-nesushek na kachestvo pishchevyh yaic // Zootekhnika 2010. № 11. S. 24–25.
5. Vyal'dina T.YU., Zajnagabdinova R.R., Ezhova O.YU. Vliyanie vozrasta kur-nesushek raznyh krossov na kachestvo yaic // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii: Sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, Penza, 24–25 oktyabrya 2029 goda. Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2019. S. 51–53.
6. Kavtarashvili A.SH., Novotorov E.N. Kachestv yaic v zavisimosti ot vremeni ih neseniya // Nashe sel'skoe hozyajstvo. 2022. № 6 (278). S. 12–15.
7. G.N., Astahancev A.A. Kachestvo pishchevyh yaic kur-nesushek razlichnyh krossov // Ptica i pticeprodukty. 2009. № 2. S. 28–30.
8. Travin N.V., Naumova I.K., Subbotina I.N., Kletikova L.V., Zinina E.N. Vliyanie plazmenno-aktivirovannoy vody na kachestvo yaic kur-nesushek krossa «Hajseks korichnevyy» // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2015. T. 12. № 3. S. 34–39.

## ДИНАМИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЯГНЯТ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРГОТРОПИКОВ

Вирзум Л.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»;  
Шашурина Ю.Н., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»;  
Клетикова Л.В., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

В клинической практике гематологические показатели имеют большое значение в оценке состояния и позволяют выявить возможные патологии на ранних стадиях, что особенно важно для молодняка животных. Цель работы заключалась в изучении влияния различных схем введения препарата-эрготропика, содержащего минеральные вещества, на гематологические показатели у ягнят. Для достижения цели у помесных ягнят 2–2,5-месячного возраста после отбивки их от матерей определили показатели крови. Рандомно сформировали 4 группы: контрольную, получившую основной рацион, и опытные: первой вводили эрготропик 1 раз в неделю, второй – 2, третьей – 3 раза в неделю в течение двух месяцев в дозе согласно инструкции по применению. Фоновые показатели крови у ягнят не выходили за пределы референсных границ. По истечении двух месяцев в контрольной, 1 и 2 опытных группах отмечено снижение эритроцитов, гемоглобина и гематокрита и повышение эритроцитарных индексов MCV и MCH. В 3 опытной группе установлено повышение уровня лейкоцитов, снижение эритроцитов, тенденция к снижению гемоглобина, гематокрита и повышения эритроцитарных индексов. В сравнительном аспекте у ягнят 3 опытной группы на фоне контрольной и 1, 2 опытных групп больше лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, выше гематокрит и ниже эритроцитарные индексы. В результате выявленная закономерность увеличения среднего объема эритроцитов, сопровождающаяся увеличением среднего содержания в них гемоглобина, что является предиктором развития анемии и может быть использована в качестве диагностического маркера развития анемического синдрома у ягнят.

**Ключевые слова:** ягнята, изменение гематологических показателей, эрготропики, схема применения, диагностический маркер.

**Для цитирования:** Вирзум Л.В., Шашурина Ю.Н., Клетикова Л.А. Динамика гематологических показателей у ягнят на фоне применения эрготропиков // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 24–28.

**Актуальность.** Кровь – уникальная, многофункциональная ткань, имеющая огромное значение в иммунном состоянии организма. Форменные элементы крови тесно взаимосвязаны между собой, также и со многими процессами, протекающими в организме, в частности с уровнем артериального давления, показателями деятельности сердца, тестами, характеризующими состояние гемодинамики и коагуляционной активности крови [1, с. 3349].

Эритроциты (RBC) составляют почти половину объема крови и играют решающую роль в изменении ее реологических свойств. В периферической крови основная масса эритроцитов представлена дискоцитами двояковогнутой формы, обладающими высокой пластичностью, что позволяет им в мельчайших капиллярах снабжать ткани кислородом. Изменение пластичности и трансформации дискоцита в другие морфологические формы может привести к их динамической агрегации, увеличению периферического сопротивления и уменьшению снабжения тканей кислородом [2, с. 33–39, 3, с. 97–102]. Автоматические системы видеомикроскопии, являясь основным инструментом количественной цитологии, позволяют не только подсчитать эритроциты, но и определить место каждой клетки в их гетерогенных популяциях [4, с. 1768–1770]. В свою

очередь эритроцитарные индексы имеют потенциальную ценность в прогнозировании развития метаболических нарушений. К эритроцитарным индексам, имеющим клиническое и прогностическое значение у молодняка сельскохозяйственных животных, относят средний объем эритроцитов (МСV), среднее содержание гемоглобина в эритроцитах (МСН), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроцитах (МСНС). МСV – является более точным параметром, чем визуальная оценка среднего диаметра эритроцитов, в то же время МСН более точно отражает уровень гемоглобина в эритроцитах, МСНС характеризует отношение количества гемоглобина к объему эритроцитов и, в отличие от показателя среднего содержания в них гемоглобина, не зависит от объема эритроцитов. Показатели эритроцитарных индексов у здоровых животных в течение постнатального периода развития варьируют [5].

В клинической практике определяется количество гемоглобина (HGB), которое составляет около 98 % белков, содержащихся в цитоплазме эритроцита. Лабораторная оценка гемоглобина позволяет оценить эритропоэз. В норме содержание гемоглобина в крови новорожденных выше, а по мере взросления животных его концентрация снижается [6]. Не менее важным показателем является *гематокрит* (HCT), отражающий в общем объеме крови долю эритроцитов, отвечающих за транспорт кислорода.

Тесную взаимосвязь с эритроцитами имеют тромбоциты (PLT). Именно эритроциты являются одним из факторов, способствующих активации тромбоцитов. Эритроциты могут модулировать функцию тромбоцитов через физическое взаимодействие между клетками [7, с. 18–23]. Тромбоциты являются важнейшими участниками процессов тромбообразования и свертывания крови, обладают иммунорегуляторными свойствами, представляя собой связующее звено между системой гемостаза и иммунной системой. Морфофункциональные характеристики тромбоцитов обеспечивают постоянное мониторингирование состояния кровеносной системы, выявление угроз различного характера, формирование ответа и вовлечение в него, в том числе иммунокомпетентных клеток [8, р. 391–394, 9, с. 103–108, 10, с. 871–888]. Тромбоциты способны модулировать эффекторные функции лейкоцитов, стимулировать их экстравазацию и дифференцировку, а также усиливать или ослаблять секрецию цитокинов. Кроме того, тромбоциты при взаимодействии с клетками иммунной системы способны образовывать тромбоцитарно-лейкоцитарные комплексы [10, с. 871–888]. Поэтому о состоянии организма ценную информацию представляет концентрация лейкоцитов (WBC). Научными исследованиями было выявлено влияние пула лейкоцитов на состояние эритрона, где помимо эффектов по типу гуморально-клеточной кооперации и регуляции, взаимовлияния происходят на уровне сопряженности свойств самих клеток [11, с. 93–97].

Исходя из этого, в клинической практике анализ крови служит наиболее информативным, распространенным и доступным методом исследования, отражающим состояние различных органов и систем организма. Как правило, изменения физиологических показателей крови тесно ассоциированы с возрастом и полом, обусловлены различиями в активности обменных процессов, гормональном фоне, функциональной зрелости организма [12, с. 8–14].

К сожалению, в литературе недостаточно сведений, отражающих степень влияния разных схем применения препаратов-эрготропиков, содержащих минеральные компоненты, на гематологические показатели у ягнят. Данная проблема и определила цель настоящего исследования.

**Материалы и методы исследования.** Из помесных, двух- двух с половиной месячных ягнят, принадлежащих КФХ (Южский район, Ивановская область), рандомно сформировали 4 группы. Каждая группа включала по 7 животных. Исследование крови выполнены спустя сутки после отбивки ягнят от матерей. После определения фоновых гематологических показателей животным вводили в течение 2 месяцев препарат-эрготропик, используя различные схемы (табл. 1). Препарат вводили согласно инструкции по применению.

Для оценки гематологических показателей у ягнят отбор проб крови осуществляли в утренние часы до кормления и исследовали с помощью автоматического гематологического анализатора Mindray BC-2800 Vet. Полученные данные обрабатывали с помощью стандартной программы Microsoft Excel.

**Таблица 1 – Схема опыта**

Контрольная группа	1 опытная группа	2 опытная группа	3 опытная группа
Основной рацион (ОР)	ОР + препарат 1 раз в неделю	ОР + препарат 2 раза в неделю	ОР + препарат 3 раза в неделю

Результаты и их обсуждение. Условия содержания животных соответствовали «Ветеринарным правилам содержания овец и коз в целях их воспроизводства, выращивания и реализации» [13]. Рацион ягнят сбалансирован по основным питательным веществам и соответствовал возрасту. Несмотря на высокую температура воздуха ( $\approx 28-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), содержание лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина, уровень гематокрита и эритроцитарные индексы не имели отклонений от референсных величин (табл. 2). Тем не менее у ягнят отмечено повышенное содержание тромбоцитов, что, вероятно, обусловлено возрастными особенностями, стрессом при выполнении манипуляций и изоляция от матерей, нарушением питьевого режима.

Спустя два месяца от начала эксперимента в контрольной группе ягнят, получивших основной рацион, отмечено повышение концентрации тромбоцитов на 10,67 %, снижение содержания эритроцитов на 22,86 %, гемоглобина – на 9,72 % и гематокритной величины на 12,83 % ( $p \leq 0,05$ ). Также отмечено повышение эритроцитарных индексов MCV и MCH на 5,63 % и 6,67 %, соответственно.

Таким образом, выявлено, что увеличение среднего объема эритроцитов у молодняка сопровождалось увеличением среднего содержания в них гемоглобина (табл. 2).

**Таблица 2 – Динамика показателей крови у ягнят на фоне эрготропиков,  $M \pm m$** 

Показатель	Фоновые данные, n=28	контрольная группа, n=7	1 опытная группа, n=7	2 опытная группа, n=7	3 опытная группа, n=7
WBC, $\times 10^9/\text{л}$	10,38 $\pm$ 1,64	10,25 $\pm$ 1,45	9,80 $\pm$ 0,80	10,80 $\pm$ 1,48	12,17 $\pm$ 0,39
PLT, $\times 10^9/\text{л}$	726,10 $\pm$ 14,46	803,60 $\pm$ 13,25	670,80 $\pm$ 9,16	739,60 $\pm$ 8,08	762,40 $\pm$ 10,5
RBC, $\times 10^{12}/\text{л}$	9,71 $\pm$ 1,67	7,49 $\pm$ 1,00	8,11 $\pm$ 0,41	7,96 $\pm$ 0,11	8,71 $\pm$ 0,13
HGB, г/л	105,50 $\pm$ 3,61	95,25 $\pm$ 1,75	92,00 $\pm$ 0,60	96,60 $\pm$ 0,92	101,40 $\pm$ 0,88
HCT, %	33,04 $\pm$ 0,48	28,80 $\pm$ 0,20	29,60 $\pm$ 0,96	30,45 $\pm$ 0,21	32,80 $\pm$ 0,93
MCV, фл.	34,27 $\pm$ 1,47	36,20 $\pm$ 3,20	36,54 $\pm$ 1,14	38,68 $\pm$ 1,11	34,54 $\pm$ 1,91
MCH, пг.	10,95 $\pm$ 1,22	11,68 $\pm$ 0,96	11,58 $\pm$ 0,50	12,22 $\pm$ 0,70	11,10 $\pm$ 0,52
MCHC, г/л	321,65 $\pm$ 6,53	324,20 $\pm$ 3,52	317,20 $\pm$ 2,76	317,00 $\pm$ 5,60	323,00 $\pm$ 4,11

В 1 опытной группе установлено снижение содержания форменных элементов крови (лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов на 5,59 %, 7,62 % и 16,48 %), гемоглобина и гематокрита на 12,80 % и 10,41 %, и повышение индексов MCV и MCH на 6,62 % и 10,29 % соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Во 2 опытной группе отмечено снижение концентрации эритроцитов, гематокрита и гемоглобина на 18,02 %, 7,84 % и 8,44 % и повышение MCV на 15,87 % и MCH на 11,60 % ( $p \leq 0,05$ ).

В 3 опытной группе выявлено повышение содержания лейкоцитов на 17,24 % и тромбоцитов на 4,99 %, снижение концентрации эритроцитов на 10,30 % ( $p \leq 0,05$ ). Наметилась тенденция к снижению гемоглобина, гематокрита и к повышению эритроцитарных индексов.

На фоне контрольной, 1 и 2 опытных групп у ягнят 3 опытной группы изменения гематологических показателей более выражены, в частности больше лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, гематокрита и меньше эритроцитарные индексы.

Несмотря на то, что у ягнят как до начала проведения эксперимента, так и после двухмесячного применения препаратов-эрготропиков, гематологические показатели не выходили за пределы уста-

новленных физиологических значений [14], можем отметить, что в контрольной, 1 и 2 опытных группах повышение индексов MCV и MCH на фоне снижения эритроцитов, гемоглобина и гематокрита является признаком развития анемии.

**Выводы.** Анализ полученных данных позволяет заключить следующее:

- 1) с возрастом ягнят происходит снижение концентрации гемоглобина и эритроцитов в периферической крови;
- 2) выраженное положительное влияние на гематологические показатели у ягнят дает схема, согласно которой препарат-эрготропик вводится ягнятам 3 раза в неделю в течение 2 месяцев;
- 3) выявленная закономерность увеличения среднего объема эритроцитов, сопровождающаяся увеличением среднего содержания в них гемоглобина, является предиктором развития анемии. Следовательно, эта зависимость может быть использована в качестве диагностического маркера развития анемического синдрома у ягнят.

### Список используемой литературы

1. Форменные элементы крови и их влияние на состояние липидного спектра у женщин с эссенциальной гипертонией. / Б.И. Кузник, Е.С. Гусева, С.О. Давыдов [и др.]. // Российский кардиологический журнал. 2020. № 25(3). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3-3349>.
2. Деформируемость и содержание эритроцитов больных аутоиммунной гемолитической анемией в разные периоды течения болезни / Ю.М. Розенберг, Е.С. Шурхина, В.М. Нестеренко [и др.]. // Тромбоз, гемостаз и реология. 2001. № 3 (7).
3. Синдром повышенной вязкости крови у больных артериальной гипертензией и гемореологические эффекты антигипертензивных средств. / А.Ю. Шаманаев, О.И. Алиев, А.М. Анищенко [и др.]. // Российский кардиологический журнал. 2016. № 4 (132). <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2016-4-97-102>.
4. Значение эритроцитарных индексов периферической крови при внебольничной пневмонии. / И.Л. Давыдкин, О.И. Федорова, О.А. Гусякова [и др.]. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Том 15. № 3.
5. Льюис С.М., Бэйн Б., Бэйтс И. Практическая и лабораторная гематология. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009.
6. Возрастная биохимия. Учебное пособие. / Под ред. Данилова Л.А. СПб.: СОТИС. 2007.
7. Значение активации тромбоцитов и изменений эритроцитов в возникновении тромботических и реологических нарушений при ишемической болезни сердца. / Т.Е. Широкова, Л.И. Бурячковская, А.Б. Сумароков [и др.]. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2007. № 6(5).
8. Smith TL, Weyrich AS. Platelets as central mediators of systemic inflammatory responses. *Thromb Res*. 2011; 127: 391–394. Epub 2010 Nov 11. Review. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2010.10.013>
9. Васильева Е.Ф., Брусов О.С. Тромбоциты, гемостаз и психические расстройства. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. № 119(11). <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119111103>.
10. Павлов О.В. Тромбоцитарно-лейкоцитарные взаимодействия: иммунорегуляторная роль и патофизиологическое значение. / О.В. Павлов, С.В. Чепанов, А.В. Селютин, С.А. Сельков // Медицинская иммунология. 2022. № 24(5). <https://doi.org/10.15789/1563-0625-PLI-2511>.
11. 5) Матюшичев В. Б., Шамратова В. Г. Взаимосвязи показателей эритроцитов и лейкоцитов крови при железодефицитной анемии // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2005. Сер. 3. Вып. 1. С. 93–97.
12. Бажибина Е.Б. Методический подход к интерпретации результатов биохимических исследований // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2012. № 2.
13. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 1 ноября 2022 г. N 774 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания овец и коз в целях их воспроизводства, выращивания и реализации» // URL: <https://base.garant.ru/405845597/#friends> (дата обращения 08.08.2024).
14. Бурмистров Е.Н. Лабораторная диагностика. Москва: Шанс Био, 2021.

### References

1. Formenny'e e`lementy` krovi i ix vliyanie na sostoyanie lipidnogo spektra u zhenshchin s e`ssencial`noy gipertoniej./ B.I. Kuznik, E.S. Guseva, S.O. Davy`dov [i dr.]. // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. 2020. № 25(3). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3-3349>.

2. Deformiruemost' i sodержanie e`ritroцитов bol`ny`x autoimmunnoj gemoliticheskoj anemiej v razny`e periody` techeniya bolezni / Yu.M. Rozenberg, E.S. Shurxina, V.M. Nesterenko [i dr.]. // Tromboz, gemostaz i reologiya. 2001. № 3 (7).
3. Sindrom povy`shennoj vyazkosti krovi u bol`ny`x arterial`noj gipertenziej i gemoreologicheskie e`ffekty` anti-gipertenzivny`x sredstv. / A.Yu. Shamanaev, O.I. Aliev, A.M. Anishhenko [i dr.]. // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. 2016. № 4 (132). <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2016-4-97-102>.
4. Znachenie e`ritroцитарny`x indeksov perifericheskoj krovi pri vnebol`nichnoj pnevmonii. / I.L. Davy`dkin, O.I. Fedorova, O.A. Gussyakova [i dr.]. // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2013. Tom 15. № 3.
5. L`yuis S.M., Be`jn B., Be`jts I. Prakticheskaya i laboratornaya gematologiya. M.: GE`OTAR-Media. 2009.
6. Vozrastnaya bioximiya. Uchebnoe posobie. / Pod red. Danilova L.A. SPb.: SOTIS. 2007.
7. Znachenie aktivacii trombocitov i izmenenij e`ritroцитов v vozniknovenii tromboticheskix i reologicheskix narushenij pri ishemicheskoj bolezni serdca. / T.E. Shirokova, L.I. Buryachkovskaya, A.B. Sumarokov [i dr.]. // Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2007. № 6 (5).
8. Smith TL, Weyrich AS. Platelets as central mediators of systemic inflammatory responses. Thromb Res. 2011; 127: 391–394. Epub 2010 Nov 11. Review. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2010.10.013>
9. Vasil`eva E.F., Brusov O.S. Trombocity`, gemostaz i psixicheckie rasstrojstva. // Zhurnal nevrologii i psixiatrii im. S.S. Korsakova. 2019. № 119 (11). <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119111103>.
10. Pavlov O.V. Trombocitarno-lejkocitarny`e vzaimodejstviya: immunoregulyatornaya rol` i patofiziologicheskoe znachenie. / O.V. Pavlov, S.V. Chepanov, A.V. Selyutin, S.A. Sel`kov // Medicinskaya immunologiya. 2022. № 24(5). <https://doi.org/10.15789/1563-0625-PLI-2511>.
11. Matyushichev V. B., Shamratova V. G. Vzaimosvyazi pokazatelej e`ritroцитов i lejkocitov krovi pri zhelezodeficitnoj anemii // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. 2005. Ser. 3. Vy`p. 1. S. 93–97.
12. Bazhibina E.B. Metodicheskij podxod k interpretacii rezul`tatov bioximicheskix issledovanij // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. Melkie domashnie i dikiye zhivotny`e. 2012. № 2.
13. Prikaz Ministerstva sel`skogo xozyajstva RF ot 1 noyabrya 2022 g. N 774 «Ob utverzhdenii Veterinarny`x pravil sodержaniya ovez` i koz v celyax ix vosproizvodstva, vy`rashhivaniya i realizacii» // URL: <https://base.garant.ru/405845597/#friends> (data obrashheniya 08.08.2024).
14. Burmistrov E.N. Laboratornaya diagnostika. Moskva: Shans Bio, 2021.

## ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ «КОРОНАКЭТ» И «MELON-V» В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОГО ЭНТЕРИТА КОШЕК

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

*Кошачий коронавирусный энтерит (КВЭ), распространенное заболевание кошек, вызываемое кошачьим коронавирусом (FCoV). Успешное лечение КВЭ с параллельной профилактикой FIP было достигнуто при помощи препаратов на основе GS-441524 несколькими зарубежными группами исследователей. Целью данного исследования была оценка краткосрочных и долгосрочных результатов лечения кошек с диагнозом КВЭ при помощи препаратов КоронаКэт и Melon-V. Методы исследования: за 66 кошками наблюдали в течение 48 недель после начала лечения коронавирусного энтерита. Последующие обследования проводились с интервалом в 12 недель, включая физикальный осмотр, исследование крови, УЗИ брюшной полости и грудной клетки, определение количества рибонуклеиновой кислоты (РНК) FCoV в крови и фекалиях методом обратной транскриптазной количественной ОТ-ПЦР и титра антител к FCoV методом непрямой иммунофлюоресценции. Результаты исследования: лабораторные показатели оставались стабильными после окончания лечения, вирусная нагрузка в крови не определялась (у всех кошек, кроме одной). Рецидив фекального носительства FCoV был выявлен у 5 кошек. У 4 кошек было выявлено промежуточное кратковременное повышение титров антител к FCoV. Выводы: лечение препаратами КоронаКэт и Melon-V оказалось эффективным в отношении КВЭ и профилактики FIP как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, при этом в течение 48 недель наблюдения не было подтверждено ни одного рецидива.*

**Ключевые слова:** кошачий коронавирус, коронавирусный энтерит, кошачий инфекционный перитонит, профилактика FIP, GS-441524, воспалительные заболевания кишечника, противовирусные препараты; диарея.

**Для цитирования:** Воскресенский А.А. Терапевтическая эффективность препаратов «КоронаКэт» и «Melon-V» в процессе лечения коронавирусного энтерита кошек // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 29–34.

**Актуальность.** Коронавирусы – это эпителиотропные одноцепочечные вирусы с положительной РНК, принадлежащие к отряду *Nidovirales*, семейству *Coronaviridae*, а кошачий коронавирус (FCoV) является членом рода *Alphacoronavirus*. Вид FCoV далее делится на два типа: I и II, причем первый тип полностью кошачий, а тип II – рекомбинантный гибрид между типом I и собачьим коронавирусом (CCoV) [1, p. e106564].

С клинической точки зрения FCoV является основной причиной острой диареи [2, p. 649–653] и обычно встречается у котят, но может поражать кошек любого возраста и иногда может быть смертельным [3, p. 367]. Сообщалось, что хроническая инфекция FCoV вызывает хроническую диарею [1, p. e106534, 2, p. 649–653].

Клиническими критериями, которым соответствует хронический энтерит FCoV, являются, во-первых, хронические (т. е. продолжительностью более 3 недель) желудочно-кишечные признаки (например, анорексия, рвота, потеря веса, диарея, гематохезия и слизистые фекалии); во-вторых, невозможность документировать другие причины (например, паразитов, простейших и бактерий) гастроэнтероколита путем тщательной диагностической оценки; в-третьих, неадекватный ответ на надлежащим образом разработанные и реализованные терапевтические испытания (например, диетические, пробиотические, антибактериальные и антигельминтные) [4, p. 1–14, 5, p. e1–e12].

Неизвестно, соответствует ли энтеропатия FCoV четвертому критерию – гистопатологическому подтверждению воспаления слизистой оболочки, а пятый критерий – клинический ответ на противовоспалительные или иммунодепрессанты, имеет тенденцию соответствовать только временно, если вообще соответствует. Уровень смертности от энтерита FCoV неизвестен.

У небольшого числа кошек, инфицированных FCoV, развивается потенциально смертельный пиогранулематозный периваскулит, инфекционный перитонит кошек (FIP) [6, р. 629–635]. В исследовании 420 естественно инфицированных кошек в 33 домохозяйствах, где наблюдался FIP, смертность составляла 14 % на момент первого летального случая от FIP, впоследствии данный показатель снизился до 8,8 % [7, р. 222–229]. Смертность от FIP у 282 котят с положительным результатом на анти-тела к FCoV составила 7,8 % [7, р. 222–229].

Ведущей задачей специалистов ветеринарной области является поиск эффективных схем лечения коронавирусного энтерита кошек, способных не только устранить клиническую симптоматику, FCoV и предотвратить прогрессию заболевания до стадии FIP, но и остановить выделение вируса с фекалиями в целях профилактики случаев рецидивов коронавирусного энтерита.

На сегодняшний день лечение коронавирусного энтерита кошек в большинстве случаев имеет экспериментальный характер. Единственным средством с экспериментально-обоснованной клинической эффективностью против FCoV и FIP является разработка китайских ученых – нуклеозида аденозина GS-441524 [8, р. 2228]. В настоящее время на российском ветеринарном рынке имеется только два препарата, разработанных на основе нуклеозида аденозина GS-441524 – это инъекционный «КоронаКэт» и таблетированный «Melon-V». Однако ни один из них не прошел клинические испытания на большой выборке животных, что не позволяет достоверно оценить их клиническую и профилактическую эффективность в процессе лечения коронавирусного энтерита кошек.

**Цель исследования:** оценить клиническую эффективность препаратов на основе нуклеозида аденозина GS-441524 КоронаКэт и Melon-V в процессе лечения FCoV.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения анализа клинической эффективности препаратов Melon-V и КоронаКэт при лечении коронавирусного энтерита у кошек животные были разделены на две опытные группы, по 33 кошки (породные и беспородные) в возрасте от 6 месяцев до 7 лет в каждой группе.

Первая, основная группа (КК – «от наименования препарата») кошек, получала лечение препаратом КоронаКэт. Стерильный инъекционный препарат КоронаКэт содержит в 1 мл 10 мг нуклеозидного аналога GS-441524. Препарат произведен Филиалом «Промветсервис-Альба» ООО «Промветсервис» (РФ, Московская область). Препарат КоронаКэт применяли животным первой опытной группы в качестве этиотропной терапии подкожно 1 раз в сутки в следующих дозах: 0,5–0,6 мл препарата на 1 кг массы тела кошки. При отсутствии положительной динамики в лечении или ухудшении клинических признаков увеличивали дозу до 1,0–1,2 мл препарата на 1 кг массы тела кошки (15 мг/кг массы тела по ДВ). Курс препарата составлял 6–10 недель. Кошки находились под наблюдением лечащего врача на протяжении всего периода применения препарата.

Вторая, экспериментальная группа (MV – «от наименования препарата») кошек, получала лечение препаратом Melon-V (Shandong Shengji Biological Technology Co., Ltd.). Данный препарат разработан на основе противовирусного препарата «Молнупиравир». Выпускается в таблетированной форме. Курс приема для животных второй опытной группы составил 6–10 недель. Дозировка препарата составляла 15–60 мг / кг каждые 24 часа, что эквивалентно 1 таблетке на 2 кг массы тела животного один раз в день. Прием препарата осуществлялся натощак и в случае возникновения рвоты позже, чем через 30 минут с момента приема, повторную дозу не использовали.

Отдаленный этап наблюдения и исследования кошек с КВЭ первой и второй групп проводились через 24, 36 и 48 недель после начала лечения.

Диагностические исследования на подтверждение коронавирусного энтерита проводили с помощью экспресс-тестов VetExpert и используя ИФА и ПЦР в частной ветеринарной лаборатории «Бальд» и «Центре Ветеринарной Диагностики».

## Ветеринария и зоотехния

**Результаты исследования и их обсуждение.** У всех кошек, включенных в исследование, был подтвержден КВЭ (согласно результатам ПЦР и ИФА тестирования). Вначале (нулевой день лечения) у 66 кошек с лабораторно подтвержденным КВЭ, включенных в исследование, наблюдались лабораторные изменения, которые считаются типичными для данного заболевания: гиперпротеинемия – у 33,3 %; гиперглобулинемия – у 72,2 %; гипоальбуминемия – 61,1 %; низкое соотношение альбумин:глобулин – у 88,9 %; гипербилирубинемия – 66,7 %; анемия – 66,2 %; лимфопения – у 22,2 %.

По истечении 10 недель все кошки первой и второй групп успешно завершили лечение препаратом КоронаКэт, что было определено по неизменным клиническим и неврологическим показателям, гематологическим и биохимическим показателям крови, в основном, в пределах нормы, без развития осложнений, таких как: глазные заболевания или заболевания центральной нервной системы, а также без обнаружения вирусной РНК в крови.

На 24-й неделе было обследовано 66 из 66 кошек, на 36-й неделе – 63 из 66 кошки и на 48-й неделе – 62 из 66 кошки. Четыре кошки были потеряны для последующего наблюдения: две кошки не были представлены из-за несоблюдения требований исследования владельцем, и одна кошка погибла в результате дорожно-транспортного происшествия на 35-й неделе (кошка из группы препарата КоронаКэт). При вскрытии у этой кошки не было обнаружено остаточных поражений КВЭ; отмечалась только генерализованная лимфаденомегалия. Более того, ни РНК FCoV, ни антигены FCoV не были выявлены с помощью ОТ-ПЦР и ИФА, ни в каких тканях или жидкостях организма, включая фекалии этого животного. У одной кошки (группа препарата Melon-V) на 36-й неделе появились неврологические признаки, напоминающие синдром кошачьей гиперестезии (СКГ), и ее владельцы без предварительной консультации с исследовательской группой провели второй 2-недельный курс GS-441524, после чего она не была представлена для последнего контрольного обследования (табл. 1).

**Таблица 1 – Характеристика выборки исследования доступной для наблюдения в отдаленном посттерапевтическом периоде**

Показатель	Время последующего обследования					
	24 недели		36 недель		48 недель.	
	Группа кошек		Группа кошек		Группа кошек	
	КК	MV	КК	MV	КК	MV
Размер выборки	33	33	32	31	32	30
Летальный исход (не по причине FCoV / FIP)	0	0	1	0	1	0
Несоблюдение требований исследования владельцем	0	0	0	2	0	3

Все кошки первой группы исследования (КК) достигли модифицированной оценки по Карнофски в 100 % случаев к концу 10-недельного периода лечения и оставались здоровыми, а их клинические и лабораторные параметры в основном находились в пределах референсных значений на протяжении всего периода наблюдения (табл. 1, 2), в сравнении с 87,9 % достижения модифицированной оценки по Карнофски в группе животных, проходивших курс лечения препаратом Melon-V. Так, во второй группе исследования (MV) были выявлены 4 (12,1 %) кошки с признаками, совместимыми с СКГ по истечении 10- недельного курса лечения.

Параметры физического обследования (масса тела, аппетит и общее состояние), которые нормализовались во время и к концу лечения, также оставались стабильно нормальными в течение периода наблюдения у всех кошек (100 %) группы КК и у большинства кошек группы MV – 30 из 33 (90,1 %).

**Таблица 2 – Основные клинические и лабораторные показатели, титры антител к вирусу FCoV и вирусная нагрузка у кошек**

Показатель	Период лечения							
	Начало лечения		1-я неделя		2-я неделя		10-я неделя	
	КК	MV	КК	MV	КК	MV	КК	MV
<b>Клинические показатели</b>								
Оценка по шкале Карнофски (%)	70	68	100	100	100	100	100	100
Температура (°С)	39,1	39,0	38,2	38,4	38,8	38,7	39,0	38,9
Масса тела (кг)	2,8	2,8	2,8	2,7	2,9	3,0	3,8	3,7
<b>Лабораторные показатели</b>								
Гематокрит (л/л)	30,2	34,1	27,7	28,0	30,1	29,4	38,9	39,6
Лимфоциты (10 <sup>9</sup> /л)	1,8	1,6	4,4	4,7	3,2	3,7	4,5	4,3
Билирубин (ммоль/л)	9,7	10,2	3,1	3,3	1,4	1,7	0,5	0,7
Общий белок (г/л)	75,9	73,8	88,9	90,1	78,8	76,5	68,3	66,3
Альбумин (г/л)	23,2	22,1	27,1	27,8	29,9	30,2	35,7	36,3
Глобулины (г/л)	56,5	59,8	59,8	60,5	52,0	53,1	31,4	30,2
Соотношение альбумин:глобулин	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	1,2	1,3
Сывороточный амилоид А (мг/л)	146,7	159,6	6,2	6,0	4,3	4,7	5,1	4,9
<b>Титр антител к вирусу FCoV</b>								
Титр антител к анти-FCoV (ИФА)	1600	1600	1600	1600	1600	1600	400	410
<b>Вирусная нагрузка</b>								
РНК FCoV в фекалиях (копий/г)	0	0	0	0	0	0	0	0
РНК FCoV в крови (копий/мл)	67,2×10 <sup>4</sup>	69,9×10 <sup>4</sup>	‡‡	/-/	319	341	/-/	/-/

\*Примечание: значения, выделенные жирным шрифтом, находятся за пределами референсных интервалов; ‡‡ – значения характерны для FIP.

В начале лечения у 36 из 66 (54,5 %) кошек при ультразвуковом исследовании была обнаружена лимфаденомегалия брюшной полости, которая у 8 (24,3 %) (группа КК) и 9 (27,3 %) (группа MV) кошек сохранялась в течение всего периода лечения (1-10 неделя). В течение 24-48 недель абдоминальная лимфаденомегалия наблюдалась, в общей сложности, у 11 (33,4 %) кошек группы КК и у 16 (48,5 %) кошек группы MV (табл. 2, 3).

В крови ни у одной кошки группы КК в течение всего периода наблюдения не было обнаружено РНК FCoV, за исключением одного животного. Эта кошка была положительной по РНК FCoV в крови до лечения, стала отрицательной с 7-го дня терапии, но снова была положительной при первой повторной проверке на 24-й неделе (200 копий/мл, пороговое значение цикла [СТ] 38,0), но при последующих повторных проверках снова стала отрицательной в отношении РНК FCoV.

На 24-й неделе анти-FCoV антитела в сыворотке крови все еще присутствовали у всех 33 кошек как группы КК, так и группы MV при первой повторной проверке. Аналогичная тенденция была отмечена при тестировании на 36-й и 48-й неделе у 87,9 % и 81,9 % животных, одинаково в обеих группах исследования (табл. 3).

## Ветеринария и зоотехния

Таблица 3 – Основные клинические и лабораторные показатели, титры антител к вирусу FCoV и вирусная нагрузка у кошек

Показатель	День наблюдения					
	24 неделя		34 неделя		48 неделя	
	КК	MV	КК	MV	КК	MV
<i>Клинические показатели</i>						
Оценка по шкале Карнофски (%)	100	100	100	100	100	100
Температура (°C)	38,8	39,0	38,7	38,8	38,3	38,5
Масса тела (кг)	4,2	4,4	5,0	4,9	4,8	4,9
<i>Лабораторные показатели</i>						
Гематокрит (л/л) <i>референсное значение: 33–44</i>	43,1	43,5	<b>44,1</b>	42,9	41,9	41,1
Лимфоциты (10 <sup>9</sup> /л) <i>референсное значение: 1–4</i>	3,3	3,5	3,6	3,8	3,2	3,0
Билирубин (ммоль/л) <i>референсное значение: 0–4,74</i>	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7
Общий белок (г/л) <i>референсное значение: 60–85</i>	72,2	71,5	73,8	74,9	72,9	71,1
Альбумин (г/л) <i>референсное значение: 26–56</i>	40,5	41,2	40,7	40,3	40,0	39,7
Глобулины (г/л) <i>референсное значение: &lt;45</i>	32,8	33,0	32,4	31,9	32,5	34,1
Соотношение альбумин:глобулин <i>референсное значение: &gt;0,6</i>	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4
Сывороточный амилоид А (мг/л) <i>референсное значение: 0–3,9</i>	2,1	2,0	3,0	3,3	2,9	3,0
<i>Титр антител к вирусу FFCoV</i>						
Титр антител к анти-FCoV (ИФА)	400	400	400	400	100	100
<i>Вирусная нагрузка</i>						
РНК FCoV в фекалиях (копий/г)	0	0	0	0	0	0
РНК FCoV в крови (копий/мл)	–	–	0	0	–	–

У 4 (12,1 %) кошек группы КК (проживающих совместно с другими кошками) наблюдалось кратковременное одномоментное повышение титров антител к вирусу FCoV.

### Выводы.

- 1) Первое долгосрочное исследование кошек с подтвержденным диагнозом КВЭ, получавших лечение препаратами на основе GS-441524 (КоронаКэт и Melon-V), привело к стойкой ремиссии.
- 2) Лечение препаратами на основе GS-441524 (КоронаКэт и Melon-V) было эффективным в отношении КВЭ и профилактики развития FIP как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, поскольку все кошки были живы вплоть до окончания периода наблюдения за животными, то есть более чем через 1 год после постановки диагноза. Физические, неврологические и лабораторные обследования оставались неизменными в течение всего периода наблюдения.

## Список используемой литературы

1. Terada, Y.; Matsui, N.; Noguchi, K.; Kuwata, R.; Shimoda, H.; Soma, T.; Mochizuki, M.; Maeda, K. Emergence of pathogenic coronaviruses in cats by homologous recombination between feline and canine coronaviruses. *PLoS ONE* 2014. 9. e106534.
2. Addie, D.D.; Jarrett, J.O. Use of a reverse-transcriptase polymerase chain reaction for monitoring feline coronavirus shedding by healthy cats. *Vet. Rec.* 2016. 148. 649–653.
3. Oh, Y.I.; Seo, K.W.; Kim, D.H.; Cheon, D.S. Prevalence, co-infection and seasonality of fecal enteropathogens from diarrheic cats in the Republic of Korea (2016–2019): A retrospective study. *BMC Vet. Res.* 2021. 17. 367.
4. Kipar, A.; Kremendahl, J.; Addie, D.D.; Leukert, W.; Grant, C.K.; Reinacher, M. Fatal enteritis associated with coronavirus infection in cats. *J. Comp. Pathol.* 2018. 119. 1–14.
5. Sung, C.H.; Marsilio, S.; Chow, B.; Zornow, K.A.; Slovak, J.E.; Pilla, R.; Lidbury, J.A.; Steiner, J.M.; Park, S.Y.; Hong, M.P.; et al. Dysbiosis index to evaluate the fecal microbiota in healthy cats and cats with chronic enteropathies. *J. Feline Med. Surg.* 2022, 24. e1–e12.
6. Norsworthy, G.D.; Estep, J.S.; Hollinger, C.; Steiner, J.M.; Lavalley, J.O.; Gassler, L.N.; Restine, L.M.; Kiupel, M. Prevalence and underlying causes of histologic abnormalities in cats suspected to have chronic small bowel disease: 300 cases (2008–2013). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2015. 247. 629–635.
7. Addie, D.D.; Curran, S.; Bellini, F.; Crowe, B.; Sheehan, E.; Ukrainchuk, L.; Decaro, N. Oral Mutian® X stopped faecal feline coronavirus shedding by naturally infected cats. *Res. Vet. Sci.* 2020. 130. 222–229.
8. Krentz, D.; Zenger, K.; Alberer, M.; Felten, S.; Bergmann, M.; Dorsch, R.; Matiasek, K.; Kolberg, L.; Hofmann-Lehmann, R.; Meli, M.L.; et al. Curing Cats with Feline Infectious Peritonitis with an Oral Multi-Component Drug Containing GS-441524. *Viruses* 2021. 13. 2228.

## References

1. Terada, Y.; Matsui, N.; Noguchi, K.; Kuwata, R.; Shimoda, H.; Soma, T.; Mochizuki, M.; Maeda, K. Emergence of pathogenic coronaviruses in cats by homologous recombination between feline and canine coronaviruses. *PLoS ONE* 2014. 9. e106534.
2. Addie, D.D.; Jarrett, J.O. Use of a reverse-transcriptase polymerase chain reaction for monitoring feline coronavirus shedding by healthy cats. *Vet. Rec.* 2016. 148. 649–653.
3. Oh, Y.I.; Seo, K.W.; Kim, D.H.; Cheon, D.S. Prevalence, co-infection and seasonality of fecal enteropathogens from diarrheic cats in the Republic of Korea (2016–2019): A retrospective study. *BMC Vet. Res.* 2021. 17. 367.
4. Kipar, A.; Kremendahl, J.; Addie, D.D.; Leukert, W.; Grant, C.K.; Reinacher, M. Fatal enteritis associated with coronavirus infection in cats. *J. Comp. Pathol.* 2018. 119. 1–14.
5. Sung, C.H.; Marsilio, S.; Chow, B.; Zornow, K.A.; Slovak, J.E.; Pilla, R.; Lidbury, J.A.; Steiner, J.M.; Park, S.Y.; Hong, M.P.; et al. Dysbiosis index to evaluate the fecal microbiota in healthy cats and cats with chronic enteropathies. *J. Feline Med. Surg.* 2022. 24. e1–e12.
6. Norsworthy, G.D.; Estep, J.S.; Hollinger, C.; Steiner, J.M.; Lavalley, J.O.; Gassler, L.N.; Restine, L.M.; Kiupel, M. Prevalence and underlying causes of histologic abnormalities in cats suspected to have chronic small bowel disease: 300 cases (2008–2013). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2015. 247. 629–635.
7. Addie, D.D.; Curran, S.; Bellini, F.; Crowe, B.; Sheehan, E.; Ukrainchuk, L.; Decaro, N. Oral Mutian® X stopped faecal feline coronavirus shedding by naturally infected cats. *Res. Vet. Sci.* 2020. 130, 222–229.
8. Krentz, D.; Zenger, K.; Alberer, M.; Felten, S.; Bergmann, M.; Dorsch, R.; Matiasek, K.; Kolberg, L.; Hofmann-Lehmann, R.; Meli, M.L.; et al. Curing Cats with Feline Infectious Peritonitis with an Oral Multi-Component Drug Containing GS-441524. *Viruses* 2021. 13. 2228.

## ЦИТОКИНОВЫЙ ПРОФИЛЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ПЕРЕУПЛОТНЁННОГО СОДЕРЖАНИЯ

Леткин А.И., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»;

Зенкин А.С., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»;

Федоськин В.В., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»;

Явкин Д.Е., ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»;

Зирук И.В., ФГБОУ ВО Вавиловский университет

В статье приводятся данные об уровне цитокинов у цыплят-бройлеров на фоне переуплотнения. Поголовье цыплят бройлеров в возрасте 1-2 суток насчитывало 60 голов, разделенных на 2 группы: опытная и контрольная. Содержание цыплят напольное. Продолжительность опыта составляла 42 дня. До 10-суточного возраста плотность посадки для цыплят бройлеров всех групп была одинаковой – 30 голов на 1 м<sup>2</sup> площади пола. В дальнейшем, начиная с 11-суточного возраста, плотность посадки на 1 м<sup>2</sup> площади пола при содержании цыплят-бройлеров опытной группы увеличивали на 30 % от аналогичного показателя контрольной птицы. Уровни провоспалительных и противовоспалительных цитокинов у опытных и контрольных цыплят-бройлеров изменялись разнонаправленно. Из провоспалительных цитокинов на 42 сутки достоверно изменяются уровни интерлейкинов ИЛ-1 $\alpha$  и ИЛ-6. Уровень интерлейкина ИЛ-1 $\alpha$  у опытных бройлеров выявили на уровне 61,05 $\pm$ 4,41 пг/мл ( $P\leq 0,05^*$ ), что на 30,2 % больше аналогичного показателя контрольной птицы (46,89 $\pm$ 4,12 пг/мл). Аналогичную тенденцию наблюдали в содержании интерлейкина 6 и ФНО. У контрольной птицы данные показатели изменились незначительно по сравнению с данными в начале опытов и на 20 сутки исследований. Противовоспалительные цитокины у опытных бройлеров с начала опытов имеют тенденцию к снижению. Так, снижение уровня интерлейкина ИЛ-4 от первоначального уровня к концу опытов составило более чем в 3 раза. А уровень интерлейкина ИЛ-10 за всё время опытов снизился более чем в 5,7 раза – от 0,69 $\pm$ 0,05 пг/мл до 0,12 $\pm$ 0,01 пг/мл. У контрольных бройлеров уровни ИЛ-4, ИЛ-10 и ТФР  $\alpha$ 1 имели незначительную тенденцию к повышению, что может свидетельствовать о развитии у них защитно-приспособительной реакции. В опытной группе бройлеров снижение уровней ИЛ-4, ИЛ-10 и ТФР  $\alpha$ 1 свидетельствует о продолжении стресс-реакции и возможном развитии воспалительных процессов во внутренних органах.

**Ключевые слова:** цыплята, цитокины, интерлейкины, стресс, скученность, продуктивность.

Для цитирования: Леткин А.И., Зенкин А.С., Федоськин В.В., Явкин Д.Е., Зирук И.В. Цитокиновый профиль цыплят-бройлеров на фоне переуплотнённого содержания // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 35–40.

**Введение.** Цитокины – класс полипептидных медиаторов межклеточного взаимодействия, участвующих в развитии иммунных реакций при внедрении патогенов, а также в реализации важнейших физиологических функций (воспаление, гемопоэз, эмбриогенез, регенерация тканей)

[1, с. 51–61]. Цитокины играют важную роль в реализации как врожденного, так и адаптивного иммунитета, осуществляя их взаимосвязь. В настоящее время известно около 200 цитокинов [2].

Цитокины в зависимости от действия на воспалительный процесс подразделяются на 2 группы – провоспалительные (ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО $\alpha$ ) и противовоспалительные (ИЛ-4, ИЛ-10, ТФР $\beta$ ). Провоспалительные цитокины участвуют в развитии и регуляции воспаления и защищают организм от бактериальных инфекций [3, с. 24–26].

Интерлейкин 1 (ИЛ-1, IL-1) является главным провоспалительным цитокином и вырабатывается многими клетками организма, например моноцитами и макрофагами. ИЛ-1 взаимодействует с центральной нервной системой, вызывая лихорадку, угнетение и анорексию. Интерлейкин 6 (ИЛ-6, IL-6) стимулирует синтез белков острой фазы. ИЛ-6 повышается при выраженном воспалительном процессе, может быть причиной аутоиммунного процесса. Фактор некроза опухоли (ФНО $\alpha$ , TNF $\alpha$ ) относится к классу цитокинов – белков, которые вырабатываются различными клетками иммунной системы для регуляции комплекса межклеточных взаимодействий при иммунном ответе. ФНО принимает ключевое участие в регуляции иммунного ответа [4, с. 144].

Представители противовоспалительных цитокинов участвуют в процессах подавления активности макрофагов.

Интерлейкин 4 (ИЛ-4, IL-4) синтезируется различными клетками иммунной системы, в основном тучными клетками, эозинофилами, базофилами. Выполняет ряд важных физиологических функций: является противовоспалительным цитокином, подавляя синтез интерлейкинов ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО, блокирует активность Т-клеток и макрофагов, влияет на синтез иммуноглобулинов и т.д. Интерлейкин 10 (ИЛ-10, IL-10) является противовоспалительным цитокином. Обладает апирогенным (снижающим температуру) действием, ингибирует реакции клеточного иммунитета, однако способен стимулировать синтез IgE, играя роль в развитии аллергических реакций [5, с. 10, 6, с. 25–31]. Трансформирующий фактор роста бета (ТФР $\beta$ , TGF $\beta$ ) – цитокин, который выделяется клеткой во внеклеточную среду и контролирует создание, развитие, а также функционирование большинства клеток организма. Основная функция ТФР $\beta$  – регулирование воспалительных процессов [7, с. 187–193].

Выработка провоспалительных цитокинов повышается также при дистрессе технологического происхождения на фоне переуплотнённого содержания животных и птицы. Особенно выражено это проявляется при выращивании сельскохозяйственной птицы, а именно цыплят-бройлеров [8, р. 19–24].

Одним из технологических стрессоров, влияющих на показатели экономической эффективности птицеводческих предприятий, является плотность посадки птиц как при клеточном, так и напольном содержании. В условиях стресс-реакции в организме птиц происходят поведенческие, физиологические и продуктивные изменения, сопряженные со сдвигами в микроклимате птичников, уменьшением потребления корма и повышением восприимчивости к действию различных патогенов [7, с. 187–193].

В настоящее время для диагностики стрессового состояния у птиц используются алгоритмы социального поведения; лейкоцитарные индексы, среди которых наиболее часто определяют соотношение между гетерофилами и лимфоцитами или эозинофилами и лимфоцитами; кожные пробы при действии раздражителей; гормональные изменения, например, концентрации кортикостерона в крови или помете птиц; методы оценки интенсивности оперения в области шеи и клоачного кольца или количества перьев в разных участках тела [2, 9, с. 53–56]. Однако данные методы обладают или индивидуальной, или множественной специфичностью по отношению к стрессорам, что актуализирует проблему выбора «маркеров стресса» в зависимости от природы стресс-фактора и биологических особенностей птиц [10, с. 32–36].

**Целью исследований** является изучение цитокинового профиля сыворотки крови цыплят-бройлеров как важного диагностического показателя технологического стресса на фоне переуплотнённого содержания.

## Ветеринария и зоотехния

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования являются цыплята-бройлеры кросса СООВ-700 в возрасте до 42 суток. При этом использованы клинические, лабораторные и статистические методы исследований. Исследования выполнены в рамках гранта Российского научного фонда № 23-26-00034 «Диагностика стрессочувствительности сельскохозяйственной птицы по результатам комплексной оценки цитокинов органов-мишеней» на цыплятах-бройлерах кросса СОВВ – 700 в условиях кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева». Поголовье цыплят бройлеров в возрасте 1–2 суток насчитывало 60 голов, разделенных на 2 группы: опытная и контрольная. Содержание цыплят напольное. Такие показатели микроклимата, как освещенность, температура воздуха, шум, влажность воздуха соответствовали зоотехническим нормативам. Продолжительность опыта составляла 42 дня.

**Результаты исследования и обсуждение.** Плотность посадки цыплят при напольном содержании зависит от возраста птицы. До 10-суточного возраста плотность посадки для цыплят бройлеров всех групп была одинаковой – 30 голов на 1 м<sup>2</sup> площади пола. В дальнейшем, начиная с 11-суточного возраста, плотность посадки на 1 м<sup>2</sup> площади пола при содержании цыплят-бройлеров опытной группы увеличивали на 30 % от аналогичного показателя контрольной птицы. Кормление цыплят осуществляли полнорационными комбикормами ПК-5. В таблице 1 представлена схема опытов с учетом плотности посадки.

**Таблица 1 – Плотность посадки цыплят-бройлеров**

Возраст цыплят- бройлеров	Количество цыплят-бройлеров на 1 м <sup>2</sup> площади пола, гол.	
	Опытная группа	Контрольная группа
1–10 суток	30	30
11–20 суток	26	20
21–30 суток	13	10
31–42 суток	7	5

Кровь для получения сыворотки и дальнейших биохимических исследований отбирали на 2, 20 и 42 сутки от начала опытов. Цитокиновый профиль определяли, используя иммуноферментный анализ (ИФА) с использованием набора реактивов ВекторБест (Россия), а также метод электрохемилюминесцентного анализа (ЭХЛА). Количественные значения показателей цитокинового профиля у цыплят-бройлеров при скученном напольном содержании представлены в таблице 2.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что переуплотнение цыплят-бройлеров при напольном содержании сопровождается активизацией цитокинового профиля сыворотки крови. При этом уровни провоспалительных и противовоспалительных цитокинов у опытных и контрольных цыплят-бройлеров изменяются разнонаправленно.

Из провоспалительных цитокинов к концу опытов на 42 сутки достоверно изменяются уровни интерлейкинов ИЛ-1 $\beta$  и ИЛ-6. Уровень интерлейкина ИЛ-1 $\beta$  у опытных бройлеров выявили на уровне 61,05 $\pm$ 4,41 пг/мл ( $P \leq 0,05^*$ ), что на 30,2 % больше аналогичного показателя контрольной птицы (46,89 $\pm$ 4,12 пг/мл).

Аналогичную тенденцию наблюдали в содержании интерлейкина 6 и ФНО. У контрольной птицы данные показатели изменились незначительно по сравнению с данными в начале опытов и на 20 сутки исследований.

Противовоспалительные цитокины у опытных бройлеров с начала опыта имели тенденцию к снижению. Так, снижение уровня интерлейкина ИЛ-4 от первоначального уровня к концу опытов составило более чем в 3 раза. А уровень интерлейкина ИЛ-10 за всё время опытов снизился более чем в 5,7 раза – от 0,69 $\pm$ 0,05 пг/мл до 0,12 $\pm$ 0,01 пг/мл. У контрольных бройлеров уровни ИЛ-4,

**Таблица 2 – Содержание цитокинов в сыворотке крови цыплят-бройлеров при разной плотности посадки, n = 30, M±m**

Показатели	Группы цыплят-бройлеров	
	Опытная	Контрольная
Возраст цыплят-бройлеров 2 суток		
Интерлейкин ИЛ-1β, пг/мл	45,85±3,48	46,27±2,34
Интерлейкин ИЛ-6, пг/мл	1,58±0,17	1,61±0,56
Фактор некроза опухолей, пг/мл	2,09±0,11	2,14±0,05
Интерлейкин ИЛ-4, пг/мл	5,42±0,25	4,97±0,89
Интерлейкин ИЛ-10, пг/мл	0,69±0,05	0,81±0,06
Трансформирующий фактор роста β1, пг/мл	36,43±3,47	33,27±2,56
Возраст цыплят-бройлеров 20 суток		
Интерлейкин ИЛ-1β, пг/мл	53,23±3,14	45,17±2,44
Интерлейкин ИЛ-6, пг/мл	1,68±0,67	1,55±0,08
Фактор некроза опухолей, пг/мл	4,73±0,94	2,99±0,87
Интерлейкин ИЛ-4, пг/мл	2,27±0,44*	5,17±1,13
Интерлейкин ИЛ-10, пг/мл	0,23±0,02*	1,43±0,11
Трансформирующий фактор роста β1, пг/мл	26,15±3,17**	42,17±1,86
Возраст цыплят-бройлеров 42 суток		
Интерлейкин ИЛ-1β, пг/мл	61,05±4,41*	46,89±4,12
Интерлейкин ИЛ-6, пг/мл	2,30±0,09**	1,85±0,08
Фактор некроза опухолей, пг/мл	4,75±1,04	3,01±0,23
Интерлейкин ИЛ-4, пг/мл	1,87±0,24*	5,25±0,76
Интерлейкин ИЛ-10, пг/мл	0,12±0,01**	1,33±0,22
Трансформирующий фактор роста β1, пг/мл	18,33±3,67**	43,08±2,74

Примечание: случаи достоверных отклонений \*при  $P \leq 0,05$ , \*\*при  $P \leq 0,01$ .

ИЛ-10 и ТФР β1 имеют незначительную тенденцию к повышению, что может свидетельствовать о развитии защитно-приспособительной реакции у них. В опытной группе бройлеров снижение уровней ИЛ-4, ИЛ-10 и ТФР β1 свидетельствует о продолжении стресс-реакции и возможном развитии воспалительных процессов во внутренних органах. У контрольной птицы данные показатели изменились незначительно по сравнению с данными в начале опыта и на 20 сутки исследований. Противовоспалительные цитокины у опытных бройлеров с начала опыта имели тенденцию к снижению. Так, снижение уровня интерлейкина ИЛ-4 от первоначального уровня к концу опытов составило более чем в 3 раза.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о развитии стресс-реакции у цыплят-бройлеров на фоне переуплотненного содержания. Соотношение цитокинов за время наблюдения в течение 42 суток завышено в сторону провоспалительных интерлейкинов ИЛ-1β, ИЛ-6 и ФНО. Уровни противовоспалительных цитокинов к 42 суткам исследований снизились до минимальных значений.

Кроме того, результаты биохимических исследований на показатели цитокинового профиля цыплят-бройлеров являются важными диагностическими маркерами стресс-реакции и развития защитно-приспособительной реакции у сельскохозяйственной птицы.

**Выводы.** Скученное содержание цыплят-бройлеров приводит к стресс-реакции в виде активации показателей цитокинового профиля. При скученном содержании цыплят-бройлеров к концу опыта уровень провоспалительных цитокинов повышался, а противовоспалительных цитокинов – резко снижался. Полученные данные могут свидетельствовать о тяжелых изменениях в организме цыплят-бройлеров при скученном содержании.

### Список используемой литературы

1. Использование водорастворимой формы убихинона для нивелирования оксидативного стресса у эмбрионов кур как способ оптимизации гематологического статуса / Т. О. Азарнова, А. Ю. Сидорова, С. В. Позябин [и др.]. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 8. С. 51–61. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202108006.
2. Платформа на основе высокоплотной количественной ПЦР для оценки иммунных реакций цыплят Бейли / Д. Боровска, Р.А. Куо, К.А. Уотсон [и др.]. // PLoS ONE, 2019. 14(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225658/>
3. Околелова Т.М., Енгашева С.В., Салгереев С.М. Клеточная усталость кур-несушек: причины и профилактика // Ветеринария. 2017. № 7. С. 24–26.
4. Циркадианные ритмы цитокинов / О.А. Радаева, Ю.А. Костина, Г.А. Солодовникова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. С. 144. DOI 10.17513/spno.32778.
5. Радаева О.А. Анализ изменения циркадианных характеристик цитокинов крови в зависимости от типа суточного ритма артериального давления у пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией / О.А. Радаева, Л.А. Балыкова, Ю.А. Костина, С.В. Машнина // Российский кардиологический журнал. 2022. Т. 27, № S6. С. 10.
6. Изменение содержания цитокинов семейства IL1 в крови больных эссенциальной гипертензией после COVID-19 / О.А. Радаева, А.С. Симбирцев, Ю.А. Костина [и др.] // Вестник РГМУ. 2021 № 3. С. 25–31. DOI: 10.24075/vrgmu.2021.026
7. Сайфутдинова Л.Н., Дерхо М.А. Оценка биологических связей кортикостерона и кортизола в организме кур при стресс-реакции // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246, № 2. С. 187–193. DOI 10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193.
8. Young M.R., Matthews J.P., Kanabrocki E.L. Fothern R.B., Roitman-Johnson B., Scheving L.E. Circadian rhythmometry of serum interleukin-2, interleukin-10, tumor necrosis factor-alpha, and granulocyte-macrophage colony-stimulating factor in men // Chronobiol. Int. 1995. Vol. 12, Is. 1. P. 19–27. DOI: 10.3109/07420529509064496.
9. Клетикова Л.В. Влияние препаратов-эрготропиков на качественные показатели инкубационных яиц и вывод цыплят / Л.В. Клетикова, М.А. Щербинина, Н.В. Кокурина, Н.Н. Якименко // Ветеринария и кормление. 2024. № 1. С. 53–56. DOI 10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2024-1-11.
10. Леткин А.И. Провоспалительные цитокины как маркёры развития технологического стресса у сельскохозяйственной птицы / А.И. Леткин, А.С. Зенкин, В.В. Федоськин, Д.Е. Явкин // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы XIX Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Сергея Александровича Лапшина, доктора сельскохозяйственных наук профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Мордовия, Саранск, 15–16 ноября 2023 г. – Саранск, 2024. С. 32–36.

### References

1. Ispol'zovanie vodorastvorimoy formy` ubixinona dlya nivelirovaniya oksidativnogo stressa u e`mbrionov kur kak sposob optimizacii gematologicheskogo statusa / T.O. Azarnova, A.Yu. Sidorova, S.V. Pozyabin [i dr.]/ // Veterinariya, zootexniya i biotekhnologiya. 2021. № 8. S. 51–61. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202108006.
2. Platforma na osnove vy`sokoplotnoj kolichestvennoj PCzR dlya ocenki immunny`x reakcij cyplyat Bejli / D. Borovska, R.A. Kuo, K.A. Uotson [i dr.]. // PLoS ONE, 2019. 14(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225658/>

3. Okolelova T.M., Engasheva S.V., Salgereev S.M. Kletochnaya ustalost` kur-nesushek: prichiny` i profilaktika // Veterinariya. 2017. № 7. S. 24–26.
4. Cirkadianny`e ritmy` citokinov / O.A. Radaeva, Yu.A. Kostina, G.A. Solodovnikova [i dr.] // Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya. 2023. № 4. S. 144. DOI 10.17513/spno.32778.
5. Radaeva O.A. Analiz izmeneniya cirkadianny`x xarakteristik citokinov krovi v zavisimosti ot tipa sutochnogo ritma arterial`nogo davleniya u pacientov s e`ssencial`noj arterial`noj gipertenziej / O.A. Radaeva, L.A. Baly`kova, Yu. A. Kostina, S. V. Mashnina // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. 2022. T. 27, № S6. S. 10.
6. Izmenenie soderzhaniya citokinov semejstva IL1 v krovi bol`ny`x e`ssencial`noj gipertenziej posle COVID-19 / O.A. Radaeva, A.S. Simbircev, Yu.A. Kostina [i dr.]/ // Vestnik RGMU. 2021 №3. S. 25–31. DOI: 10.24075/vrgmu.2021.026.
7. Sajfutdinova L.N., Derxo M.A. Ocenka biologicheskix svyazej kortikosterona i kortizola v organizme kur pri stress-reakcii // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E`. Bauman. 2021. T. 246, № 2. S. 187–193. DOI 10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193.
8. Young M.R., Matthews J.P., Kanabrocki E.L. Fothern R.B., Roitman-Johnson B., Scheving L.E. Circadian rhythmometry of serum interleukin-2, interleukin-10, tumor necrosis factor-alpha, and granulocyte-macrophage colony-stimulating factor in men // Chronobiol. Int. 1995. Vol. 12, Is. 1. P. 19–27. DOI: 10.3109/07420529509064496.
9. Kletikova L.V. Vliyanie preparatov-e`rgotropikov na kachestvenny`e pokazateli inkubacionny`x yaicz i vy`vod cyplyat / L. V. Kletikova, M. A. Shherbinina, N. V. Kokurina, N. N. Yakimenko // Veterinariya i kormlenie. 2024. № 1. S. 53–56. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-11.
10. Letkin A.I. Provospalitel`ny`e citokiny` kak markyory` razvitiya texnologicheskogo stressa u sel`skoxozyajstvennoj pticy / A.I. Letkin, A.S. Zenkin, V.V. Fedos`kin, D.E. Yavkin // Resursosberegayushhie e`kologicheski bezopasny`e texnologii proizvodstva i pererabotki sel`skoxozyajstvennoj produkcii: Materialy` XIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj pamyati Sergeya Aleksandrovicha Lapshina, doktora sel`skoxozyajstvenny`x nauk professora, zasluzhennogo deyatelya nauki Rossijskoj Federacii i Respubliki Mordoviya, Saransk, 15–16 noyabrya 2023 g. – Saransk, 2024. S. 32–36.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕГОЧНОЙ ФОРМЫ ТОКСОПЛАЗМОЗА НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У КОШКИ

Лобанов П.С., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

Токсоплазмоз – одно из особо опасных зооантропонозных заболеваний, включенных в список ВОЗ и распространенный повсеместно. Цель работы – проанализировать симптомы, провести многоступенчатое исследование, установить диагноз и назначить адекватное лечение коту. В приведенном клиническом случае основным аргументом при постановке диагноза было заболевание, отягощенное хронической вирусной инфекцией FeLV, на фоне ранее перенесенного FIP. Диагностический протокол первой линии исследований включал общий и биохимический анализ крови, сонографическое и рентгенографическое исследование, ПЦР, цитологический и микробиологический анализ пунктата. В результате были установлены признаки билатеральных диффузных изменений паренхимы почек, холецистита, хронической гастроэнтеропатии, холангеогепатита, хронического панкреатита, наличие свободной жидкости в плевральной полости; нейтрофильное бактериальное воспаление, отсутствие бактериального и грибкового роста микрофлоры; присутствие РНК вирусной лейкемии кошек и отсутствии РНК FIP. Компьютерной томографией исключена лимфома, выявлены признаки экссудативного плеврита, медиастинальной лимфоаденопатии, долевого ателектаза. На основании результатов диагностических исследований эвакуирована свободная жидкость из плевральной полости, назначена кислородно- и антибактериальная терапия, медикаментозный контроль гипертермии, что способствовало временным улучшениям состояния кота. С целью исключения заболеваний второго порядка, повторно проведено ПЦР-исследование экссудата на определение прочих возбудителей, дающих аналогичную картину патологии. В результате выявлена *Toxoplasma gondii* и установлена легочная форма токсоплазмоза. Коту назначена терапия Клиндамицином в дозе 12 мг/кг два раза в сутки в течение 28 дней. Таким образом, правильно установленный диагноз и назначенная противотоксоплазменная терапия повысили шансы на выздоровление питомца.

**Ключевые слова:** токсоплазмоз, кошки, лечение, вирусные инфекции, пунктат, дифференциальная диагностика, ПЦР.

**Для цитирования:** Лобанов П. С. Клинический случай легочной формы токсоплазмоза на фоне хронической вирусной инфекции у кошки // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 41–46.

**Актуальность.** Актуальность проблемы токсоплазмоза обусловлена его ролью в патологии человека и животных, имеет важное социально-экономическое значение. Токсоплазмоз широко распространен географически: в странах Африки, Центральной и Южной Америки инвазированность населения достигает до 90 % [1, с. 92-97]. Именно поэтому токсоплазмоз включен экспертами ВОЗ в число наиболее опасных зоонозов. Согласно данным в РФ среди животных заболевание зарегистрировано у 79,2 % овец, 25,7 % крупного рогатого скота, 42 % свиней [2], у кошек лишь в Москве составляет не менее 25,0 % [3, с. 338-342], а в мире оценивается около 35,0 %. [4, р. 82].

Серораспространенность *Toxoplasma gondii* у мелких домашних животных зависит от образа жизни. Рост распространенности заболевания положительно коррелирует с возрастом, наличием КО-инфекции, средой обитания, пищевой цепочкой. У свободноживущих кошек или имеющих свободный выгул больше возможности встретиться с инфицированными промежуточными хозяевами.

Возбудитель токсоплазмоза внутриклеточный ДНК-содержащий паразит, относящийся к кокцидиям. *Toxoplasma gondii* является одним из наиболее распространенных паразитов, заражающих теплокровных позвоночных во всем мире [5, р. 1009–1034, 6, р. 136–141, 7, р. 1514–1531, 8, р. 54]. В данном случае кошки выступают заключительными хозяевами в энтероэпителиальном цикле развития и с фекалиями ооцисты, отличающиеся высокой устойчивостью, выделяются во внешнюю среду. При соответствующей температуре и влажности окружающей среды спустя 1–5 дней происходит споруляция (в ооцистах развиваются спорозоиты). После попадания в организм нового хозяина из спорулировавшей ооцисты высвобождаются спорозоиты, проникают в кишечный тракт, кровяное русло или лимфатическую систему в виде быстро делящихся тахизоитов, что и обуславливает появление симптомов заболевания. Тахизоиты *Toxoplasma gondii* способны проникать в большинство клеток организма хозяина и размножаться там бесполом путем до тех пор, пока клетка не будет разрушена.

При возникновении соответствующего иммунного ответа репликация тахизоитов и делящихся брадизоитов, находящихся в цистах во внекишечных тканях, прекращается или происходит медленнее. Такие тканевые цисты могут проникать в первую очередь в грудную клетку, центральную нервную систему, мышцы и висцеральные органы. Жизнеспособные брадизоиты могут сохраняться в тканевых цистах в течение всей жизни хозяина. В случае инфицирования брадизоитами *Toxoplasma gondii* диких видов животных и употребление их мяса без достаточной термической обработки может способствовать распространению и заражению кошек, собак и человека. Также промышленные рационы из сырого мяса для домашних животных могут быть инфицированы *Toxoplasma gondii* [9, р. 50]. Кошки, проглатывающие брадизоиты, выделяют больше ооцист *Toxoplasma gondii*, чем кошки, заглатывающие спорулированные ооцисты [10, р. 69–75].

Брадизоиты медленно размножаются внутри цист и непрерывно выделяют иммуногенные метаболиты, что, вероятно, поддерживает напряженность иммунитета и является достаточным для защиты организма от клинически выраженных рецидивов инфекции и реинфекций [11]. У иммуносупрессивных животных размножение паразита перестает контролироваться иммунной системой хозяина, что вызывает безудержное размножение патогенов, генерализацию инфекции и клинические проявления [12].

Цель настоящего исследования: используя дифференцированный ряд заболеваний со схожей симптоматикой при отсутствии специфичных признаков токсоплазмоза на фоне FeLV у кота, установить истинно правильный диагноз.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования был полуторагодовалый беспородный кот Симба, в период адаптации в новой семье с другими животными (кошками).

Владелец животного обратился в клинику с жалобами на угнетенное состояние кота Симба. В анамнезе перенесенный инфекционный перитонит кошек (FIP) и хроническая вирусная лейкемия кошек (FeLV). Животное ранее успешно прошло лечение FIP препаратом с действующим веществом GS441524, ингибитором РНК вируса и находилось под наблюдением в бессимптомной ремиссии. Параллельно кот получал ретровирусную терапию для контроля FeLV препаратом Исцентресс (действующее вещество – ралтегравир) в дозировке 100 мг/кошку 2 раза в сутки.

При клиническом осмотре животного выявлена спонтанная гипертермия без клинических признаков воспаления и других симптомов, указывающих на очаг возможной патогенности. Симптом успешно купирован комплексом Метамизола натрия в дозе 10 мг/кг и Дифенгидрамина в дозе 3 мг/кг.

В общем анализе крови у кота выявлена лейкопения ( $3,00 \times 10^9/\text{л}$ ), сопровождаемая нейтропенией ( $1,83 \times 10^9/\text{л}$ ) без сдвига лейкограммы влево и лимфопенией ( $1,02 \times 10^9/\text{л}$ ), что свидетельствовало об иммуносупрессии. Концентрация калия в сыворотке крови находилась на нижней границе референсной величины и составила 4,00 ммоль/л. Остальные гематологические показатели находились в пределах референсных значений без тенденции к сдвигу.

Данная картина лабораторных исследований не давала объективного понимания возможно определяемого очага патологического процесса, ввиду чего животному назначена симптоматическое лечение и возместительная терапия, предупреждающая возможный дефицит калия в динамике.

## Ветеринария и зоотехния

После проведенного диагностического обзора, ввиду отсутствия явной клинической патологии, животное направлено в привычное место обитания с условием наблюдения за общим состоянием в динамике.

Спустя двое суток, в течение которых у кота отмечалась гипертермия (успешно купируемая ранее назначенными нестероидными противовоспалительными препаратами), угнетение, вялость, снижение активности, животное с признаками инспираторной одышки поступило на повторный прием.

**Результаты исследования и их интерпретация.** Принимая во внимание ухудшение состояния кота, животное подвергли дополнительному исследованию.

При сонографическом обследовании животного выявлены признаки билатеральных диффузных изменений паренхимы почек, холецистита, хронической гастроэнтеропатии, холангеогепатита, хронического панкреатита и наличие свободной жидкости в плевральной полости. Рентгенографически также подтвержден гидроторакс. Учитывая данные инструментального исследования и снижения компрессионного воздействия на органы дыхания содержимым в плевральной полости, коту проведен торакоцентез.

Пунктат направлен на исследование. Методом ПЦР в пунктате обнаружена РНК вирусной лейкемии кошек и отсутствие РНК FIP.

Цитологическим исследованием пунктата выявлен септический экссудат – нейтрофильное бактериальное воспаление, с большим содержанием детрита. Микробиологическое исследование на предмет определения бактериального и/или грибкового роста микрофлоры дало отрицательный результат, подтверждая в свою очередь «условную стерильность» патологического процесса.

Учитывая анамнестические данные, ухудшение клинического состояния пациента необходимо было исключить лимфому (опухольный процесс локализации в средостении или прочих сегментов грудной полости) как FeLV опосредованного процесса.

С этой целью выполнена компьютерная томография и установлены признаки выраженного экссудативного плеврита, медиастинальной лимфоаденопатии, долевого ателектаза.

На фоне хронической вирусной инфекции и факторов иммуносупрессии, в соответствии с клиническими, лабораторными и инструментальными данными, коту назначена антибактериальная терапия с применением антибиотика широкого спектра действия с пролонгированным эффектом, направленная на предупреждение развития воспалительного процесса в органах дыхания, а также симптоматическое лечение, направленное на улучшение общего состояния питомца.

В первую очередь, с целью нивелирования симптомов компрессии органов грудной полости, была эвакуирована свободная жидкость в максимально возможном объеме, предупреждая негативные процессы в момент проведения процедуры (рис.).

Животному назначена оксигенотерапия, Исентресс, Марбофлоксацин, Калия оротат, Преднизолон, а контроль гипертермии и боли – препаратами анальгезирующего действия (при необходимости).

Продолжение ретровирусной терапии препаратом Исентресс с действующим веществом ралтегравир обусловлено необходимостью контроля инфекционного процесса, связанного с FeLV. Антибактериальная терапия проводилась с применением антибиотика широкого спектра действия, препарата выбора, Марбофлоксацина ввиду его активности в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий в дозе 4 мг/кг 1 раз в сутки. Препарат Калия оротат (цитрат калия) в дозировке 40 мг/кг в сутки, разделенный на 2 приема с интервалом 10–12 часов, восполнял электролиты, учитывая возможную



Рисунок – Пунктат, полученный из плевральной полости у кота Симба

потерю калия в предшествующий период. Преднизолон назначен в противовоспалительной дозе 1 мг/кг в сутки. При гипертермии применен анальгетик.

При наблюдении за котом в стационаре в динамике отмечалось снижение кратности гипертермии (один раз в 3–4 дня), накопление свободной жидкости в грудной полости до появления одышки один раз в 5–7 дней.

Во время лечения выполняли контроль ОАК, лейкоцитарного профиля, при этом положительная динамика не наблюдалась.

С целью исключения новообразования коту проведена компьютерная томографии. Согласно заключению новообразование в органах грудной клетки, предполагаемое ранее, не выявлено.

Спустя 14 дней от момента обращения в клинику и проведенных лечебно-диагностических процедур, диагноз не был установлен, а терапия не привела к стабильной ремиссии. С целью исключения заболеваний второго порядка [13, с. 49–52] повторно направили экссудат для ПЦР-диагностики на определение прочих возбудителей схожей картины патологии. В результате микобактерии не определены, но выявлена *Toxoplasma gondii* и установлена легочная форма токсоплазмоза по характерному симптомакомплексу, подтвержденная ПЦР-исследованием и успешно примененной терапией препаратом направленного, статического действия.

На основании результатов лабораторного исследования план проведения лечебных мероприятий скорректирован и направлен на ингибирование возбудителя. Коту назначен препарат Клиндамицин в дозировке 12 мг/кг два раза в сутки в течение 28 дней. Терапия проведена успешно.

**Заключение.** Данный случай подтвердил, что в протокол исследования пунктатов неспецифического происхождения из грудной полости целесообразно проведение ПЦР на *Toxoplasma gondii*.

Определение *Toxoplasma gondii* в биологических аспиратах и пунктатах добавляет возбудителя в список дифференцированных заболеваний кошек, схожих по симптомакомплексу с FIP.

Цитологическое исследование и посев на патогенную микробиоту (бактерии, кокки) является полезным инструментом диагностики до применения антибактериальной и противовоспалительной терапии.

Своевременная, специфическая, направленная терапия увеличивает шансы на улучшение клинического статуса и выздоровление животного.

Описание симптомов и диагностической линии у данного пациента обусловлено тем, что нам ранее встречались схожие случаи заболеваний животных, у которых, к сожалению, прогноз был неблагоприятный, в случае:

- когда животное является FeLV ассоциировано (несмотря на ретровирусную терапию, под контролем вирусной нагрузки в динамике) и КО-инфекция не исключается;
- если животное ранее переболело FIP и прошло успешное лечение и находится в ремиссии более двух месяцев в условиях стационара ветеринарной клиники без жалоб на состояние здоровья (с точки зрения доказательства, патологических процессов подозрительных, но не связанных с FIP по схожей симптоматике);
- при подготовке животного к переезду в новую среду обитания, в условиях домашнего содержания и контакта с другими кошками. В этом случае стресс-фактор выполняет роль триггера к развитию различных заболеваний с учетом ретровирусного заболевания в анамнезе. Важен карантин и создание максимально комфортных условий (в том числе с использованием адаптогенов и препаратов – корректоров поведения) в период адаптации;
- развитие спонтанного гидроторакса, без явных причин, при этом экссудат не имеет специфического органолептического статуса (серозно-гнойный, серовато-розового цвета), клинически сопровождается гипертермией (40,5 °C), купируется НПВП на сутки.

Описанный нами клинический случай и настойчивость в постановке диагноза для назначения адекватного лечения пациента способствует выработке и становлению клинического мышления у ветеринарного врача.

## Список используемой литературы

1. Гончаров Д.Б. Значение персистенции *Toxoplasma gondii* в клинической патологии человека // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии, 2006. № 4.
2. Новак А.И. Саркоцистоз и токсоплазмоз сельскохозяйственных животных в центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации: Распространение, диагностика: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Кострома, 2000.
3. Распространенность токсоплазмоза в популяции кошек Московского мегаполиса / А.А. Шабейкин, Е.И. Дроздова, Т.В. Степанова и др. // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 10.
4. Global serological prevalence of *Toxoplasma gondii* in felids over the last five decades (1967–2017): a systematic review and meta-analysis./ Montazeri M, Mikaeili Galeh T, Moosazadeh M. [et al.] // Parasit Vectors. 2020. № 13(1).
5. Dubey J.P., Lindsay D.S., Lappin M.R. Toxoplasmosis and other intestinal coccidiosis infections in cats and dogs. //Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2009. № 39.
6. Lappin M.R. Updated information on the diagnosis and treatment of *Toxoplasma gondii* infection in cats // Top Companion Anim Med. 2010. № 25.
7. Lappin M.R. Polysystemic protozoal infections. In: Couto G, Nelson R, eds. Internal medicine of small animals . 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier. 2019.
8. Calero-Bernal R, Gennari S.M. Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: updated information // Front Vet Sci. 2019. № 6.
9. Zoonotic bacteria and parasites found in the diet for cats and dogs based on raw meat / Van Bree FPJ, Bokken G.C.A.M, Mineur R. [et al.] // Vet Rec. 2018. № 182(2).
10. Dubey J.P. Comparative infectivity of *Toxoplasma gondii* oocysts and bradyzoites for intermediate (mouse) and final (cat) hosts. // Vet Parasitol. 2006. № 140.
11. Коновалова С.И. Биологические особенности токсоплазм, их циркуляция в природе и вопросы иммунитета: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. – Алма-Ата, 1972.
12. Паразитарные болезни человека (протозоозы и гельминтозы) / Е.Я. Адоева, А.М. Баранова, А.М. Бронштейн [и др.]; под редакцией В.П. Сергиева, Ю.В. Лобзина, С.С. Козлова. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Фолиант, 2016.
13. Лобанов П.С., Клетикова Л.В. Анализ распространенности инфекционных и иммуносупрессивных заболеваний у свободно живущих кошек г. Москвы и Московской области. // Ветеринария и кормление. 2023. № 2. DOI CrossRef:10.30917/АГТ-VK-1814-9588-2023-2-12/.

## References

1. Goncharov D.B. Znachenie persistentsii *Toxoplasma gondii* v klinicheskoy patologii cheloveka // Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii, 2006. № 4.
2. Novak A.I. Sarkotsistoz i toksoplazmoz selskokhozyaystvennykh zhivotnykh v tsentralnom rayone Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii: Rasprostranenie, diagnostika: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Kostroma, 2000.
3. Rasprostranennost toksoplazmoza v populyatsii koshek Moskovskogo megapolisa / A.A. Shabaykin, Ye.I. Drozdova, T.V. Stepanova i dr. // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 10.
4. Global serological prevalence of *Toxoplasma gondii* in felids over the last five decades (1967-2017): a systematic review and meta-analysis./ Montazeri M, Mikaeili Galeh T, Moosazadeh M. [et al.] // Parasit Vectors. 2020. № 13(1).
5. Dubey J.P., Lindsay D.S., Lappin M.R. Toxoplasmosis and other intestinal coccidiosis infections in cats and dogs. //Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2009. № 39.
6. Lappin M.R. Updated information on the diagnosis and treatment of *Toxoplasma gondii* infection in cats // Top Companion Anim Med. 2010. № 25.
7. Lappin M.R. Polysystemic protozoal infections. In: Couto G, Nelson R, eds. Internal medicine of small animals. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier. 2019.

8. Calero-Bernal R, Gennari S.M. Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: updated information // *Front Vet Sci.* 2019. № 6.
9. Zoonotic bacteria and parasites found in the diet for cats and dogs based on raw meat / Van Bree FPJ, Bokken G.C.A.M, Mineur R. [et al.] // *Vet Rec.* 2018. № 182(2).
10. Dubey J.P. Comparative infectivity of *Toxoplasma gondii* oocysts and bradyzoites for intermediate (mouse) and final (cat) hosts. // *Vet Parasitol.* 2006. № 140.
11. Konovalova S.I. *Biologicheskie osobennosti toksoplazm, ikh tsirkulyatsiya v prirode i voprosy immuniteta: avtoref. diss. ... d-ra med. nauk. – Alma Ata, 1972.*
12. *Parazitarnye bolezni cheloveka (protozoozy i gelmintozy) / Ye.Ya. Adoeva, A.M. Baranova, A.M. Bronshteyn [i dr.]; pod redaktsiyey V.P. Sergieva, Yu.V. Lobzina, S S. Kozlova. – 3-e izd. – Sankt-Peterburg: Foliant, 2016.*
13. Lobanov P.S., Kletikova L.V. Analiz rasprostranennosti infektsionnykh i immunosuppressivnykh zabolevaniy u svobodno zhivushchikh koshek g. Moskvy i Moskovskoy oblasti. // *Veterinariya i kormlenie.* 2023. № 2. DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-2-12/.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛЫ ВЛИЯНИЯ СНЕДЕКОРА НА ПРИМЕРЕ СУБПРИЗНАКОВ ЧИСЛА И РАСПОЛОЖЕНИЯ СОСКОВ У МИНИ-СВИНЕЙ

Никитин С.В., ИЦиГ СО РАН;  
Запорожец В.И., ИЦиГ СО РАН;  
Коршунова Е.В., ИЦиГ СО РАН;  
Шатохин К.С., ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

В статье рассмотрена возможность использования отрицательных значений силы влияния  $h_x^2$  Снедекора как для решения практических задач дисперсионного анализа, так и для теоретических построений. Проведенное исследование на примере факторов «число потомков в гнезде» и «гнездо» показало, что отрицательные значения силы влияния  $h_x^2$  Снедекора являются нормой в случаях, когда регулируемый фактор дисперсионного комплекса не влияет на результативный признак. Закономерности, наблюдаемые в таких комплексах, соответствуют нулевой гипотезе, то есть принадлежности используемого массива данных к генеральной совокупности, в которой  $h_x^2$  равен нулю. Авторами была разработана ошибка выборки для  $h_x^2$  Снедекора. Её апробация на исследуемом материале прошла достаточно успешно. В качестве материала для исследований были использованы лабораторные мини-свиньи, принадлежащие институту цитологии и генетики СО РАН. Непосредственно изучали многоплодие свиноматок, признак, преимущественно зависящий от средовых факторов. При оценке достоверности, отличия положительных значений  $h_x^2$  от нуля, использование разработанной ошибки дало оценки достоверности совпадающие с оценками, полученными при использовании критерия Фишера. Однако при отрицательных малых значениях  $h_x^2$  достоверности оказались выше, чем при использовании критерия Фишера. Были рассмотрены причины такого расхождения результатов и сделан вывод, что повышенная чувствительность данного метода связана с тем, что он более «приближен» к оцениваемому показателю  $h_x^2$ , чем критерий Фишера. В процессе апробации метода была выявлена сила влияния факторов, не учтённых при построении дисперсионных комплексов, и оценена их достоверность. Одним из таких факторов оказалось генетически обусловленное многоплодие свиноматок, которое влияло (следует заметить, достаточно слабо) на субпризнаки числа и расположения сосков. Вторым неучтённым фактором была гетерозиготность по двум-четырёх локусам, контролирующим пары сосков. Причём в этом случае, величина сил влияния неучтённых факторов была вполне сопоставима с силой влияния регулируемого фактора.

**Ключевые слова:** сила влияния Снедекора, отрицательные значения величины  $h_x^2$ , субпризнаки числа и расположения сосков, ошибка выборки, минимально возможные значения, мини-свиньи.

**Для цитирования:** Никитин С.В., Запорожец В.И., Коршунова Е.В., Шатохин К.С. Эффективность использования отрицательных значений силы влияния снедекора на примере субпризнаков числа и расположения сосков у мини-свиней // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3. С. 47–59.

**Актуальность.** Одним из разделов статистики является оценка силы влияния группирующего фактора на изменчивость зависимой переменной [1, с. 1141–1152]. Наиболее продвинутым статистическим инструментом для решения данной задачи являются модели со смешанными эффектами [2, с. 137–149; 3, гл. 2; 4, с. 1–40; 5, с. 2135]. Несмотря на свою популярность, метод достаточно вос-

приемчив к подбору предикторов и наличию между ними ковариационных связей [1, с. 1141–1152; 6, гл. 1.7]. К более простым методам относятся дисперсионный анализ и его непараметрические аналоги, такие как критерии Фридмана или Краскела-Уоллиса [7, с. 5–29; 8, с. 202–203]. В научной литературе описано целое семейство подходов для решения задач по дисперсионному анализу [9, с. 3199–3217; 10, с. 97–115]. В России наиболее популярными методами оценки силы влияния регулируемого группирующего фактора на изменчивость зависимой переменной (результативных признаков) ( $h_x^2$ ) являются методы Плохинского и Снедекора, показывающие долю межгрупповой вариации в общей вариации признака. Однако оценка  $h_x^2$ , полученная рядом методов, в частности по Плохинскому, является смещённой и её нет смысла сравнивать с оценками, полученными на других выборках или других признаках [4, с. 1–40]. Для получения объективной и сравниваемой с другими оценки  $h_x^2$ , следует использовать метод Снедекора [11, с. 155–208]. К недостаткам данной оценки относят появление отрицательных значений [12, с. 214–253; 13, с. 41–106; 14, с. 72–109]. Очевидно поэтому в руководствах по биологической статистике рекомендуют оценивать величину  $h_x^2$  только после установления достоверности влияния фактора. Вторым недостатком является отсутствие ошибки, что не позволяет оценить достоверность различий между двумя значениями  $h_x^2$  [11, с. 155–208; 13, с. 41–106].

Ранее показано, что верхняя граница  $h_x^2$  Снедекора фиксирована и равна единице, в то время как нижняя граница зависит от числа вариант в грациях дисперсионного комплекса. Эту зависимость описывает формула

$$\frac{1}{n-1} \quad (1),$$

где  $n$  – число вариант в грациях комплекса. Из формулы следует, что нижняя граница  $h_x^2$  Снедекора всегда отрицательна [15, с. 9–16]. Таким образом, отрицательные значения – естественный атрибут  $h_x^2$  Снедекора. Они являются случайными отклонениями от нуля в выборках из совокупностей, где влияние регулируемого фактора на результативный признак отсутствует. При отрицательных  $h_x^2$  Снедекора средние значения признака в грациях дисперсионного комплекса будут близки к генеральной средней совокупности, к которой принадлежит выборка. Как следствие, вариация средних для граций значений (межгрупповая вариация) будет близка к нулю. В то же время вариация признака внутри граций (внутригрупповая вариация) будет оставаться на уровне, близком к уровню генеральной совокупности.

**Целями** настоящего исследования являются:

1. определения силы влияния перечисленных факторов на субпризнаки числа и расположения сосков у мини-свиней ИЦиГ СО РАН;
2. апробация метода получения ошибки для силы влияния  $h_x^2$  Снедекора.

**Материал и методы исследования.** В качестве предмета исследования (результативных признаков) послужили субпризнаки, описывающие число и расположение сосков у домашней свиньи. Число и расположение сосков у домашней свиньи интересно тем, что является сложным билатеральным дискретным количественным суперпризнаком, состоящим из линейной последовательности субпризнаков [16, с. 440–450], которыми являются отдельные пары сосков. Так как отдельные пары могут быть неполными – в них присутствует только один сосок, среди домашних свиней обычны асимметричные особи с разным числом сосков в рядах [1]. Согласно экспериментально подтверждённой модели фено-генотипической детерминации данного суперпризнака в его формировании принимают участие генотип особи и случайные процессы. При этом в формировании субпризнаков, отражающих выраженность и направление асимметрии, основная роль принадлежит именно случайным процессам. Влияние среды на субпризнаки числа и расположения сосков отсутствует [18, с. 1128–1140], что упрощает интерпретацию результатов исследований.

В исследовании использовали данные 149 поросят мини-свиней ИЦиГ СО РАН, рождённых в 26 гнёздах в течение весеннего тура опоросов 2014 года. Происхождение стада, особенности содержания и кормления животных описаны ранее [19, с. 20–27]. Методом дисперсионного анали-

## Ветеринария и зоотехния

за изучали силу влияния числа потомков в гнезде и собственно гнезда на семь субпризнаков числа и расположения сосков у мини-свиней ИЦиГ СО РАН. Регулируемыми факторами, чьё влияние на данную группу субпризнаков изучалось, выбрали число потомков в гнезде (фактор среды, который в принципе не должен влиять на число и расположение сосков) и собственно гнездо (генетический фактор, представляющий результат совместного влияния генотипов родителей на фенотипы потомков).

Фактор «число потомков в гнезде» разделили на четыре градации:

- 1) меньше четырёх потомков;
- 2) пять потомков;
- 3) шесть потомков;
- 4) семь и более потомков.

Фактор «гнездо» разделили на 26 градаций по числу гнёзд. Использовали семь количественных субпризнаков суперпризнака «число и расположение сосков»:

- 1) общее число сосков у особи;
- 2) общее число пар сосков;
- 3) число полных пар сосков;
- 4) число сосков слева;
- 5) число сосков справа;
- 6) выраженность асимметрии (число неполных пар сосков);
- 7) направление асимметрии (разность между числом левых и правых сосков).

Силу влияния регулируемых факторов на результативные признаки оценивали однофакторными неравномерными дисперсионными комплексами для количественных признаков [11, с. 155–208]. Для вычисления силы влияния Снедекора применили формулу

$$\frac{S_x^2 - S_e^2}{S_x^2} \quad (2),$$

где  $s_x^2$  и  $s_e^2$  межгрупповая (факториальная) и внутригрупповая (остаточная, случайная) дисперсия,  $n$  – среднее число особей в градациях неравномерного однофакторного дисперсионного комплекса, рассчитываемое по формуле

$$n = \frac{1}{a-1} \left( N - \frac{\sum (n_i)^2}{N} \right) \quad (3),$$

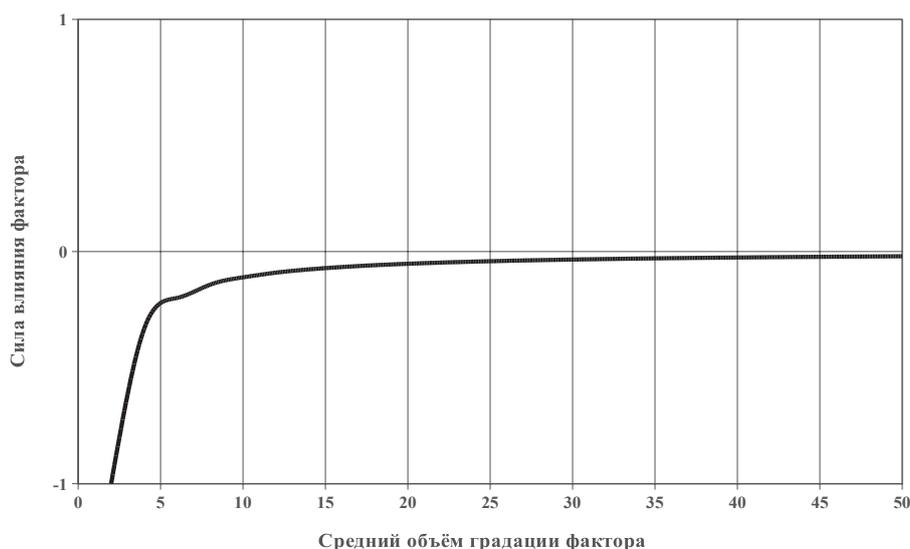
где  $a$  – число градаций регулируемого фактора,  $n_i$  – численность особей в отдельных градациях фактора,  $N$  – объём дисперсионного комплекса. Достоверность силы влияния Снедекора оценивали критерием Фишера [11, с. 155–208].

Исследование включает две группы дисперсионных неравномерных комплексов, по семь комплексов в каждой группе. В первой группе регулируемым фактором является число потомков в гнезде (фактор среды), во второй – собственно гнездо (генетический фактор). Для групп комплексов рассчитали средние значения числа особей в градациях и нижние границы случайных отклонений  $h_x^2$  от нуля ( $h_{\min}^2$ ) (табл. 1, рис. 1).

**Таблица 1 – Основные параметры дисперсионных комплексов**

Фактор	$N$	$a$	$\bar{n}$	$h_{\min}^2$
Среды – число потомков в гнезде	149	4	34,465	–0,030
Генетический – гнездо	149	26	5,722	–0,212

**Обозначения:**  $N$  – объём дисперсионного комплекса;  $a$  – число градаций регулируемого фактора;  $\bar{n}$  – среднее число вариант в градациях дисперсионного комплекса;  $h_{\min}^2$  – нижняя граница возможных значений величины  $h_x^2$  в выборках из совокупности, где  $h_x^2 = 0$ .



**Рисунок 1 – Зависимость нижней границы возможных значений  $h_x^2$  от среднего числа вариант в градациях фактора**

**Результаты исследования.** Полученный результат превзошёл ожидания. Во всех девяти комплексах, массивы данных которых являлись выборками из генеральных совокупностей с  $h_x^2 = 0$ , силы влияния регулируемых факторов оказались отрицательными (табл. 2). При этом в трёх случаях из девяти внутригрупповая дисперсия статистически значимо превышала межгрупповую. Таким образом, предположение о появлении отрицательных  $h_x^2$  при отсутствии влияния фактора полностью подтвердилось.

**Таблица 2 – Сила влияния факторов среды и наследственности на субпризнаки числа и расположения сосков у мини-свиней ИЦиГ СО РАН**

Фактор	Субпризнак	$s_x^2$	$s_e^2$	$h_x^2$	$F$
Число потомков в гнезде $h_{\min}^2 = -0,030$	Всего сосков	0,403	1,379	-0,021	3,42
	Всего пар сосков	0,082	0,495	-0,025	6,04, $P < 0,05$
	Полных пар сосков	0,155	0,364	-0,017	2,34
	Сосков слева	0,165	0,415	-0,018	2,51
	Сосков справа	0,058	0,494	-0,026	8,56, $P < 0,05$
	Выраженность асимметрии	0,072	0,338	-0,023	4,70, $P < 0,05$
	Направление асимметрии	0,189	0,412	-0,016	2,18
Гнездо $h_{\min}^2 = -0,212$	Всего сосков	3,273	0,970	0,293	3,37, $P < 0,001$
	Всего пар сосков	1,120	0,358	0,271	3,13, $P < 0,001$
	Полных пар сосков	0,658	0,299	0,174	2,20, $P < 0,01$
	Сосков слева	0,909	0,308	0,254	2,95, $P < 0,001$
	Сосков справа	0,902	0,400	0,180	2,25, $P < 0,01$
	Выраженность асимметрии	0,283	0,343	-0,031	1,21
	Направление асимметрии	0,378	0,414	-0,015	1,10

**Обозначения:**  $s_x^2$  – факториальная (межгрупповая) дисперсия;  $s_e^2$  – остаточная (внутригрупповая) дисперсия;  $h_x^2$  – сила влияния фактора;  $F$  – критерий Фишера;  $h_{\min}^2$  – нижняя граница случайных выборочных отклонений при генеральном значении  $h_x^2 = 0$ .

## Ветеринария и зоотехния

Все субпризнаки, включающие генетическую компоненту детерминации, ожидаемо показали достоверную силу влияния фактора «гнездо» (табл. 2). Наиболее сильно фактор «гнездо» влияет на субпризнак «всего сосков», что неудивительно, так как данный признак в качестве компонента включает в себя все остальные. Следующим по силе влияния является субпризнак «всего пар», который игнорирует отсутствие второго соска в паре. То есть учитывает любое, приводящее к формированию одного или двух сосков, проявление действия всех локусов, контролирующих отдельные пары. На последнем месте находится субпризнак «полных пар сосков», который, наоборот, придаёт повышенное значение непарности сосков, учитывая действие в основном только гомозиготных локусов. В основном, потому что гетерозиготы с вероятностью 0,25 могут сформировать полную пару [15, с. 27–50].

Как было показано выше, в отсутствии влияния регулируемого фактора на результативные признаки значения  $h_x^2$  могут быть отрицательными. При этом средние значения и дисперсии градаций дисперсионного комплекса не будут существенно отличаться от параметров общего массива данных (и, естественно, друг от друга). Как следствие, что вариация средних для градаций значений признака будет близка к нулю.

Фактор «число потомков в гнезде», являясь фактором среды, заведомо не способен повлиять на субпризнаки числа и расположения сосков и поэтому оптимален для проверки этих положений. Дисперсионный анализ уже показал, что сила влияния данного фактора во всех семи случаях отрицательна, а средние значения признака в градациях (табл. 2) принадлежат к одной генеральной совокупности. Сравнения дисперсий признаков в градациях комплексов также показали, что в каждом комплексе они принадлежат к одной генеральной совокупности (табл. 3).

**Таблица 3 – Средние значения и дисперсии результативных признаков в градациях фактора «число особей в гнезде»**

Субпризнак	Градации фактора «число особей в гнезде»								F
	□4, N = 11		5, N = 35		6, N = 60		□7, N = 43		
	$\bar{X}$	$s_x^2$	$\bar{X}$	$s_x^2$	$\bar{X}$	$s_x^2$	$\bar{X}$	$s_x^2$	
Всего сосков	11,36	<u>1,055</u>	11,40	1,306	11,57	<u>1,504</u>	11,61	1,340	1,43
Всего пар сосков	6,00	<u>0,400</u>	5,94	0,408	6,03	<u>0,541</u>	6,05	0,522	1,35
Полных пар сосков	5,36	<u>0,255</u>	5,46	0,373	5,53	<u>0,389</u>	5,56	0,348	1,53
Сосков слева	5,45	<u>0,273</u>	5,49	0,434	5,60	<u>0,447</u>	5,60	0,388	1,64
Сосков справа	5,91	0,491	5,91	<u>0,375</u>	5,97	<u>0,541</u>	6,00	0,524	1,44
Выраженность асимметрии	0,64	<u>0,255</u>	0,49	0,257	0,50	0,356	0,49	<u>0,399</u>	1,56
Направление асимметрии	-0,64	<u>0,255</u>	-0,43	0,311	-0,40	0,448	-0,40	<u>0,483</u>	1,89

**Обозначения:** N – число особей в градациях;  $\bar{X}$  и  $s_x^2$  – среднее значение и дисперсия признака в градациях; F – критерий Фишера, полученный делением наибольшей дисперсии на наименьшую; сравниваемые дисперсии подчёркнуты [20, с. 349–361].

Приняв в качестве собственно признаков средние для каждой из четырёх градаций значения субпризнаков, для них в каждом комплексе рассчитали средние значения и дисперсии, которые сравнили с соответствующими величинами массивов данных дисперсионных комплексов (табл. 4).

Сравнения показали следующие результаты (табл. 4):

- 1) средние значения, полученные по четырём средним значениям градаций, не отличаются от наблюдаемых в массивах, использованных для построения дисперсионных комплексов;
- 2) дисперсии средних значений четырёх градаций (межгрупповые дисперсии) статистически значимо меньше, чем в массивах данных, и близки к нулю.

**Таблица 4 – Сравнение средних значений и дисперсий субпризнаков, полученных на основании средних значений в градациях дисперсионных комплексов с соответствующими величинами общего массива данных дисперсионных комплексов**

Субпризнак	N = 4 градации		N = 149 особей		$t_\phi$	F
	$\bar{X} \pm SE$	$s_x^2$	$\bar{X} \pm SE$	$s_x^2$		
Всего сосков	11,48±0,060	0,014	11,52±0,096	1,359	0,35	94,98, P<0,01
Всего пар сосков	6,01±0,023	0,002	6,01±0,057	0,486	0,13	227,57, P<0,001
Полных пар сосков	5,48±0,044	0,008	5,510±0,049	0,360	0,49	46,92, P<0,01
Сосков слева	5,535±0,038	0,006	5,564±0,052	0,410	0,45	68,33, P<0,01
Сосков справа	5,948±0,026	0,002	5,960±0,057	0,484	0,19	242,00, P<0,001
Выраженность асимметрии	0,528±0,036	0,005	0,50±0,047	0,333	0,41	62,85, P<0,01
Направление асимметрии	-0,47±0,058	0,013	-0,42±0,052	0,408	0,54	30,77, P<0,01

Обозначения:  $\bar{X} \pm SE$  – среднее значение  $\pm$  ошибка;  $s_x^2$  – дисперсия признака;  $t_\phi$  – критерий Стьюдента; F – критерий Фишера.

Таким образом, при отсутствии влияния фактора, средние значения признака и внутригрупповая вариация в градациях комплекса близки к значению общего массива данных, а межгрупповая вариация близка к нулю. Результат вполне ожидаем, в сущности, он является нулевой гипотезой в дисперсионном анализе. Следовательно, все случаи с отрицательными силами влияния регулируемого фактора соответствуют гипотезе, при которой генеральное значение силы влияния  $h_x^2$  Снедекора равно нулю.

Показатель силы влияния Снедекора ценен тем, что является несмещённой оценкой и, кроме того, он учитывает не только регулируемые, но и нерегулируемые в опыте факторы [11, с. 155–208]. Его несмещённость позволяет сравнивать величины  $h_x^2$ , полученные как для разных факторов, так и для одного фактора в разных выборках. Его недостатком является отсутствие ошибки выборки. Поэтому по результатам сравнений можно только констатировать тот факт, что один  $h_x^2$  больше/меньше другого, но достоверность этой разницы оценить невозможно.

Мы попытались разработать такую ошибку. За основу взяли минимально возможное для данного дисперсионного комплекса значение

$$h_{min}^2 = \frac{-l}{\hat{n} - 1} \quad (4),$$

где  $\hat{n}$  – среднее число вариант в градациях;  $h_{min}^2$  – нижний предел выборочных значений, за который отрицательные выборочные значения  $h_x^2$  не могут выйти.

Были приняты следующие допущения:

- 1) при генеральном значении  $h_x^2$  равном нулю, верхняя граница случайных выборочных отклонений от нуля, симметрична нижней  $|h_{min}^2| = |h_{max}^2|$  (рис. 2);
- 2) случайное рассеивание выборочных  $h_x^2$  вокруг генерального значения подчиняется закону нормального распределения;
- 3) при вероятности равной 0,9973 и генеральном значении равном нулю все случайные отклонения выборочных значений  $h_x^2$  будут находиться в интервале от  $0-3\sigma$  до  $0+3\sigma$ , которому соответствует интервал  $h_{min}^2 - h_{max}^2$ . Следовательно,  $|h_{min}^2| = 3\sigma$ . Приняв вероятность 0,9973 достаточной, считаем, что

$$\sigma = \frac{h_{min}^2}{3} \quad (5)$$

- 4) интервал случайного рассеивания выборочных значений  $h_{\min}^2 - h_{\max}^2$  при генеральном  $h_x^2 = 0$  является величиной постоянной для всех выборочных значений  $h_x^2$ . Следовательно, при одинаковом среднем числе вариант в градациях дисперсионных комплексов стандартное отклонение будет одно и то же, независимо от величины выборочной  $h_x^2$ . Соответственно, ошибка этих  $h_x^2$  так же будет одна и та же;
- 5) достоверность различий с помощью разработанной ошибки можно оценить критерием Стьюдента с числом степеней свободы, равными  $\hat{n} - 1$ , где  $\hat{n}$  – среднее число вариант в градациях дисперсионного комплекса.

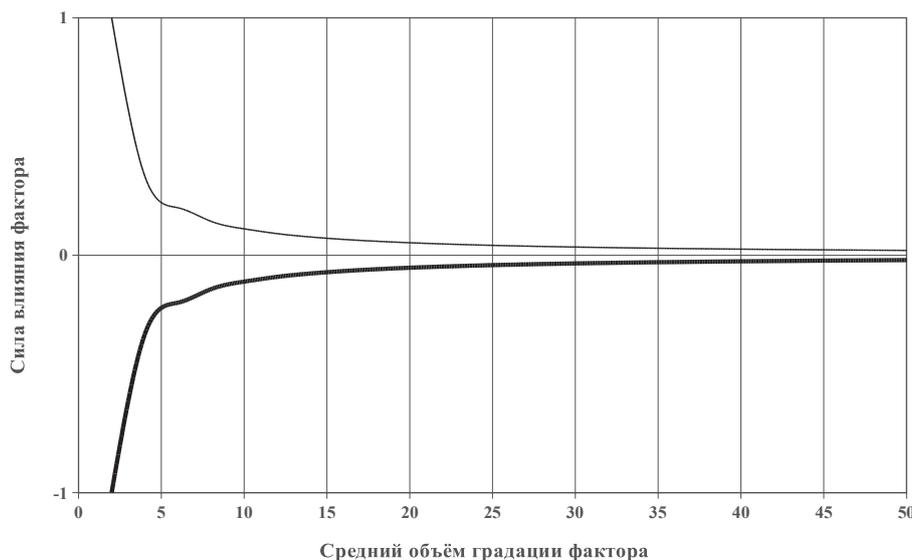


Рисунок 2 – Симметричность случайного рассеивания выборочных значений  $h_x^2$  вокруг генерального значения, равного нулю

При  $|h_{\min}^2| = 3 \square$  ошибку выборочных  $h_x^2$  можно рассчитать по формуле

$$h_n^2 = \frac{(h_n^2/3)^2}{\hat{n}} \quad (6),$$

где  $h_{\min}^2$  – минимально допустимое значение  $h_x^2$  при  $h_x^2 = 0$ , рассчитанное по формуле.

По приведённой формуле для всех полученных  $h_x^2$  были рассчитаны ошибки и, с помощью критерия Стьюдента, была проведена оценка достоверности отличия от нуля и  $h_{\min}^2$  (табл. 5). Полученные таким образом оценки достоверности сравнили с оценками, полученными критерием Фишера (табл. 2).

Результаты оценки достоверности отличий от нуля положительных  $h_x^2$ , полученные с помощью критерия Стьюдента, и ошибки выборки (табл. 5) совпали с результатами оценки достоверности критерием Фишера (табл. 2). Однако при отрицательных  $h_x^2$  критерий Стьюдента показывает уровни достоверности более высокие, чем критерий Фишера (табл. 5 и 2). Причины расхождения могут быть следующие:

1. малая величина отрицательных  $h_x^2$  (от  $-0,015$  до  $-0,031$ )
2. различия в принципах, на которых построены оценки достоверности критерием Фишера и критерием Стьюдента.

Критерий Фишера оценивает отношение дисперсий, на основании которых рассчитывают  $h_x^2$  (Оценка равенства дисперсий). То есть оценка достоверности  $h_x^2$  не прямая, а косвенная, через величины, используемые для вычисления данного показателя. Критерий Стьюдента оценивает достоверность разности между  $h_x^2$  и нулём. (Оценка отличия, полученная на основании дисперсий

**Таблица 5 – Оценка достоверности силы влияния факторов  $h_x^2$  с использованием ошибки выборки и критерия Стьюдента ( $t_\phi$ )**

Фактор	Признак	Сила влияния			$h_z^2 = h_{\min}^2 - h_x^2$ (7)
		$h_x^2 \pm SE$	Достоверность отличия ( $t_\phi$ )		
			от 0	от $h_{\min}^2$	
Число особей в гнезде $h_{\min}^2 = -0.030$	Всего сосков	$-0,021 \pm 0,0017$	12,35, $P < 0,001$	5,29, $P < 0,001$	0,009
	Всего пар сосков	$-0,025 \pm 0,0017$	14,71, $P < 0,001$	2,94, $P < 0,01$	0,005
	Полных пар сосков	$-0,017 \pm 0,0017$	10,00, $P < 0,001$	7,65, $P < 0,001$	0,013
	Сосков слева	$-0,018 \pm 0,0017$	10,59, $P < 0,001$	7,06, $P < 0,001$	0,012
	Сосков справа	$-0,026 \pm 0,0017$	15,29, $P < 0,001$	2,35, $P < 0,001$	0,004
	Выраженность асимметрии	$-0,023 \pm 0,0017$	13,53, $P < 0,001$	4,12, $P < 0,001$	0,007
	Направление асимметрии	$-0,016 \pm 0,0017$	9,41, $P < 0,001$	8,24, $P < 0,001$	0,014
Гнездо $h_{\min}^2 = -0.212$	Всего сосков	$0,293 \pm 0,0295$	9,93, $P < 0,001$	17,12, $P < 0,001$	–
	Всего пар сосков	$0,271 \pm 0,0295$	9,17, $P < 0,001$	16,37, $P < 0,001$	–
	Полных пар сосков	$0,174 \pm 0,0295$	5,90, $P < 0,01$	13,08, $P < 0,001$	–
	Сосков слева	$0,254 \pm 0,0295$	8,61, $P < 0,001$	15,80, $P < 0,001$	–
	Сосков справа	$0,180 \pm 0,0295$	6,10, $P < 0,01$	13,29, $P < 0,001$	–
	Выраженность асимметрии	$-0,031 \pm 0,0295$	1,05	6,12, $P < 0,01$	0,181
	Направление асимметрии	$-0,015 \pm 0,0295$	0,51	6,68, $P < 0,01$	0,197

Обозначения:  $h_x^2$  – сила влияния; SE – ошибка;  $t_\phi$  – критерий Стьюдента;  $-h_z^2$  – остаточная сила влияния.

величины, от нуля.) То есть, имеет место прямая оценка отличия  $h_x^2$  от нуля. Очевидно, что оценка критерием Стьюдента ближе к оцениваемой величине, чем оценка критерием Фишера. Следовательно, оценка критерием Стьюдента будет более чувствительной и, соответственно, более эффективной при малых значениях  $h_x^2$ . Следует заметить, что для совпадения оценок достоверности критерием Стьюдента и критерием Фишера предлагаемые ошибки выборочных  $h_x^2$  должны быть увеличены. Однако ошибку выборки вычисляют на основании минимально возможного для средней численности градаций комплекса значения  $h_{\min}^2$  (рис. 2). То есть ошибки выборочных  $h_x^2$  уже являются максимально возможными. Рассматривая обе оценки в целом, можно констатировать, что в то время как критерий Фишера показывает принадлежность (или непринадлежность) выборки к генеральной совокупности  $h_x^2 = 0$ , критерий Стьюдента показывает достоверность отклонения данного  $h_x^2$  от нуля.

Предлагаемый метод оценки достоверности  $h_x^2$  оказался более чувствительным и, соответственно, более строгим, чем оценка критерием Фишера. В случае, когда оценка критерием Фишера при недоверном различии дисперсий оставляет вопрос открытым (табл. 2), оценка с помощью ошибки  $h_x^2$  и критерия Стьюдента закрывает этот вопрос, показывая достоверность разницы между  $h_x^2$  и нулём (табл. 5). В целом предлагаемый метод вполне пригоден для использования до появления более точных методов, однако он требует дальнейшей проверки на большем числе дисперсионных комплексов, показывающих низкую силу влияния регулируемых факторов на результативные признаки.

## Ветеринария и зоотехния

Приняв, что оценки с использованием ошибки  $h_x^2$  и критерия Стьюдента вполне соответствуют реальному положению вещей, рассмотрим более детально результаты последнего анализа (табл. 5). Они показывают, что сила влияния числа потомков в гнезде на субпризнаки числа и расположения сосков достоверно больше минимально возможного значения. Аналогичная картина наблюдается для фактора «гнездо» и субпризнаков «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии» (табл. 5). То есть во всех этих случаях присутствует достоверная остаточная сила влияния ( $h_z^2$ ), которая указывает на существование каких-то сопряжённых с исследуемыми неучтённых факторов. Надо полагать, силы влияния аналогичных неучтённых факторов присутствуют и в положительных значениях  $h_x^2$ , но они не могут быть выявлены.

Относительно неучтённых при формировании дисперсионных комплексов факторов можно высказать следующие предположения:

1. сопряжённым с фактором «число потомков в гнезде» может быть контролирующий многоплодие диаллельный локус, выявленный у свиней кемеровской породы [21, с. 90–99], полиморфизм, по которому был обнаружен и у мини-свиней ИЦиГ СО РАН [22, с. 511–522];

2. для факторов, сопряжённых с фактором «гнездо», выявленных при анализе субпризнаков «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии», можно предположить, что остаточная сила влияния  $h_z^2$  может быть обусловлена гетерозиготностью по локусам, контролирующим отдельные пары сосков. У мини-свиней ИЦиГ СО РАН может быть от четырёх до восьми пар сосков, из которых локусы четырёх являются полиморфными (в них наблюдали неполные пары). Очевидно, благодаря этому вклад гетерозиготности в формирование субпризнаков «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии» сопоставим с вкладом регулируемого фактора «гнездо» в другие субпризнаки числа и расположения сосков (табл. 5).

Была проведена оценка достоверности связи между порядковым номером градации и средним значением субпризнаков числа и расположения сосков (табл. 6). Так как при обработке малочисленных выборок (число пар меньше 30) коэффициенты корреляции при использовании стандартной формулы оказываются заниженными по формуле:

$$r^* = r \left( 1 + \frac{1-r^2}{2(n-3)} \right) \quad (8),$$

была введена поправка на малочисленность [11, с. 209–237]. Затем оценили достоверность откорректированных коэффициентов корреляции (табл. 6).

**Таблица 6 – Оценка достоверности связи средних значений субпризнаков числа и расположения сосков в градациях дисперсионных комплексов с порядковым номером градации**

Субпризнак	Коэффициент корреляции		Критерий Стьюдента
	r	r*	
Всего сосков	0,96	>0,99	21,82, P<0,01
Всего пар сосков	0,65	0,83	2,56
Полных пар сосков	0,97	>0,99	31,17, P<0,01
Сосков слева	0,94	0,99	14,04, P<0,01
Сосков справа	0,95	>0,99	15,48, P<0,01
Выраженность асимметрии	–0,77	–0,93	3,81
Направление асимметрии	0,84	0,96	5,16, P<0,05

Обозначения: r – исходный коэффициент корреляции; r\* – коэффициент корреляции с поправкой на малочисленность.

Исследование показало, что для пяти из семи субпризнаков наблюдается достоверная связь с порядковым номером градации дисперсионного комплекса (табл. 6). Это указывает на реальность связи этих субпризнаков с многоплодием. Однако для подтверждения полученного результата желательна оценка не по данным дисперсионных комплексов, а по связи непосредственно многоплодия свиноматок со средними значениями субпризнаков числа и расположения сосков.

Интересный результат показало сравнение сил влияния факторов «число потомков в гнезде» и «гнездо» на результативные признаки «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии». Эти субпризнаки формируют только случайные события. Следовательно, различия между силами влияния факторов «число потомков в гнезде» и «гнездо» на субпризнаки «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии» должны отсутствовать. Оценка статистической значимости различий это предположение полностью подтвердила. Критерий Стьюдента при сравнении значений  $h_x^2$  признака «выраженность асимметрии» составил 0,27, при сравнении значений  $h_x^2$  признака «направление асимметрии» – 0,03.

**Обсуждение результатов.** Исследование показало, что отрицательные значения силы влияния  $h_x^2$  Снедекора не аномалия, а типичный результат для случаев, когда регулируемый фактор дисперсионного комплекса не влияет на результативный признак. При этом закономерности, наблюдаемые в таких комплексах, соответствуют нулевой гипотезе, то есть принадлежности используемого массива данных к генеральной совокупности, в которой  $h_x^2$  равен нулю. Число потомков в гнезде частично является фактором среды [23, с. 104837; 24, с. 13–21; 25, с. 321; 26, с. 7–8; 27, с. 137–147], поэтому массивы данных, которые использовали в семи дисперсионных комплексах, где он выступает в роли регулируемого фактора, по умолчанию, относятся к выборкам из генеральных совокупностей с  $h_x^2$ , равными нулю. Субпризнаки «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии» формируют, главным образом, случайные процессы. Поэтому два массива данных, в которых регулируемым фактором является собственно гнездо, а результативными признаками указанные субпризнаки также являются выборками из генеральных совокупностей с  $h_x^2$  равным нулю. То есть в девяти из четырнадцати дисперсионных комплексов можно было ожидать появления отрицательных значений  $h_x^2$ .

Применение предлагаемых методических приёмов при отрицательных силах влияния Снедекора может быть весьма информативными. Таким методом удаётся выявить силы влияния факторов, не учитываемых при построении дисперсионных комплексов [28, с. 1–17]. В частности, в настоящем исследовании именно использование отрицательных  $h_x^2$  позволило выявить систематическое, слабое ( $h_z^2 = 0,004–0,014$ ), но тем не менее достоверное влияние многоплодия свиноматок на субпризнаки числа и расположения сосков. В свою очередь, это позволяет постулировать возможность сцепления локуса контролирующего многоплодие мини-свиней ИЦиГ СО РАН с одним из локусов, контролирующих 5–8 пары сосков. Учитывая то, что неполнота 5-й и 8-й пары у мини-свиней данной селекционной группы явление редкое, указанное сцепление, скорее всего, относится к локусам 6-й и 7-й пары. Также благодаря использованию отрицательных  $h_x^2$  при дисперсионном анализе с регулируемым фактором «гнездо» была выявлена сила влияния гетерозиготности по локусам, контролирующим пары сосков на такие субпризнаки, как «выраженность асимметрии» и «направление асимметрии». Величина этих сил влияния ( $h_z^2$ ) оказалась сопоставима с величинами сил влияния фактора «гнездо» ( $h_x^2$ ) на остальные субпризнаки числа и расположения сосков.

Апробацию предлагаемой выборочной ошибки показателя  $h_x^2$  можно считать достаточно успешной. При использовании этой ошибки для оценки достоверности отличия  $h_x^2$  от нуля, при положительных значениях данной величины, результаты сравнения совпали с результатами оценки критерием Фишера. Однако при отрицательных малых значениях  $h_x^2$  разрешающая способность предлагаемого метода оказалась выше, чем традиционного. Благодаря этому удалось выявить и оценить достоверность неучтённых при дисперсионном анализе факторов. Тем не менее предлагаемый метод требует дальнейшей проверки на большем числе дисперсионных комплексов.

#### **Выводы.**

Показано, что отрицательные значения силы влияния Снедекора могут быть весьма информативными.

1. Подтверждено предположение о том, что при отсутствии влияния фактора на результирующий признак появляются отрицательные значения  $h_x^2$ .
2. Предложена и апробирована оценка выборочной ошибки силы влияния  $h_x^2$  Снедекора.
3. Оценка достоверности  $h_x^2$  с помощью выборочной ошибки и критерия Стьюдента показала свою эффективность и большую разрешающую способность при малых отрицательных значениях  $h_x^2$ , чем оценка критерием Фишера.
4. При отрицательных значениях  $h_x^2$  были выявлены остаточные силы влияния ( $h_z^2$ ), обусловленные действием факторов, сопряжённых с основным регулируемым фактором.
5. Показано, что остаточные силы влияния, выявленные при использовании регулируемого фактора «число потомков в помёте», связаны многоплодием свиноматок. Таким образом, возможно сцепление локуса, контролирующего многоплодие у мини-свиней ИЦиГ СО РАН, с каким-либо из локусов, контролирующих пары сосков у домашних свиней.
6. Показано, что сила влияния случайных факторов одинакова как для генетического фактора (гнездо), так и для фактора среды (число потомков в гнезде).

**Благодарности.**

Работа поддержана бюджетным проектом № FWNR-2022-0023.

**Список используемой литературы**

1. Schielzeth H. et al. Robustness of linear mixed-effects models to violations of distributional assumptions // *Methods in Ecology and Evolution*. 2020. Vol. 11, № 9. P. 1141–1152.
2. Петров А.Ф. и др. Роль фиксированных и случайных факторов в изменчивости удоя скота ирменского типа в условиях промышленного комплекса // *Вестник НГАУ*. 2021. Вып. 61, № 4. С. 137–149.
3. West B., Welch K., Galecki A. *Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software*, 3th. ed. 2022. 490 с. Schad D.J. et al. How to capitalize on a priori contrasts in linear (mixed) models: A tutorial // *Journal of Memory and Language*. 2020. Vol. 110. P. 104038.
4. Yu Z. et al. Beyond t test and ANOVA: applications of mixed-effects models for more rigorous statistical analysis in neuroscience research // *Neuron*. 2022. Vol. 110, № 1. P. 21–35.
5. Mrode R.A., Pocrnic I. *Linear Models for the Prediction of the Genetic Merit of Animals*. 4th ed. Boston, MA: CAB International, 2023. 412 p.
6. Гржбовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Сравнение количественных данных трёх и более парных выборок с использованием программного обеспечения STATISTICA и SPSS: параметрические и непараметрические критерии // *Наука и здравоохранение*. 2016. № 3. С. 5–29.
7. Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. *Статистический анализ и визуализация данных с помощью R*. Москва: ДМК Пресс, 2015. 496 с. 8. Wang F. et al. Robust Subsampling ANOVA Methods for Sensitivity Analysis of Water Resource and Environmental Models // *Water Resour Manage*. 2020. Vol. 34, № 10. P. 3199–3217.
9. Chen X. et al. Efficient method for variance-based sensitivity analysis // *Reliability Engineering & System Safety*. 2019. Vol. 181. P. 97–115.
10. Лакин Г.Ф. *Биометрия*. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
11. Snedecor G.W., Cochran W.G. *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, Iowa, United States: Iowa State University Press, 1967. 593 p.
12. Плохинский Н.А. *Наследуемость*. Новосибирск: СО АН СССР, 1964. 196 с. 13. Scheffe H. *The Analysis of Variance*. 1st ed. New York: Wiley-Interscience, 1999. 496 p.
14. Никитин С.В., Князев С.П. *Отбор и адаптация в популяциях домашних свиней*. Saarbrücken: Lambert Academy Publishing (LAP), 2015. 221 с. 15. Bovo S. et al. Single-marker and haplotype-based genome-wide association studies for the number of teats in two heavy pig breeds // *Animal Genetics*. 2021. Vol. 52, № 4. P. 440–450.
16. W.G., Maner J.H., Harris D.L. *The Pig: Past, Present, and Future* // *Pork Production Systems: Efficient Use of Swine and Feed Resources*. Boston, MA: Springer US, 1991. P. 1–20.
17. Nikitin S., Knyazev S., Ermolaev V. Model of genetic control of the number and location of nipples in domestic pig // *Russian Journal of Genetics*. Springer, 2012. Vol. 48. P. 1128–1140.
18. Шатохин К.С. и др. *Зоотехнические, физиологические и генетические особенности мини-свиней ИЦиГ СО РАН: монография*. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2019. 192 с. 19. Гмурман В.Е. *Теория вероятностей*

- и математическая статистика. Москва: Высшая школа, 1999. 480 с. 20. Knyazev S.P., Nikitin S.V. Standardizing selection and its consequences for genetic population structure // *Russ J Genet*. 2011. Vol. 47, № 1. P. 90–99.
21. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatokhin K.S. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research // *Russ J Genet Appl Res*. 2014. Vol. 4, № 6. P. 511–522.
  22. Rosvold E.M., Newberry R.C., Andersen I.L. Early mother-young interactions in domestic sows – Nest-building material increases maternal investment // *Applied Animal Behaviour Science*. 2019. Vol. 219. P. 104837.
  23. Jensen P. Nest site choice and nest building of free-ranging domestic pigs due to farrow // *Applied Animal Behaviour Science*. 1989. Vol. 22, № 1. P. 13–21.
  24. Stafuzza N.B. et al. A genome-wide single nucleotide polymorphism and copy number variation analysis for number of piglets born alive. // *BMC Genomics*. England, 2019. Vol. 20, № 1. P. 321.
  25. Аксенович Т.И., Бородин П.М. Как наследуется плодовитость // *Природа*. 2008. Вып. 1112, № 4. С. 7–8.
  26. Шатохин К.С. и др. Крупноплодность мини-свиней ИЦиГ СО РАН: потенциал нереализуемых возможностей // *Вестник НГАУ*. 2020. Вып. 56, № 3. С. 137–147.
  27. Wang Y.A., Rhemtulla M. Power analysis for parameter estimation in structural equation modeling: a discussion and tutorial // *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*. 2021. Vol. 4, № 1. P. 1–17.

### Reference

1. Schielzeth H. et al. Robustness of linear mixed-effects models to violations of distributional assumptions // *Methods in Ecology and Evolution*. 2020. Vol. 11, № 9. P. 1141–1152.
2. Petrov A.F. i dr. Rol' fiksirovannyh i sluchajnyh faktorov v izmenchivosti udoya skota irmenskogo tipa v usloviyah promyshlennogo kompleksa // *Vestnik NGAU*. 2021. Vyp. 61, № 4. С. 137–149.
3. West B., Welch K., Galecki A. *Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software*, 3th. ed. 2022. 490 с. Schad D.J. et al. How to capitalize on a priori contrasts in linear (mixed) models: A tutorial // *Journal of Memory and Language*. 2020. Vol. 110. P. 104038.
4. Yu Z. et al. Beyond t test and ANOVA: applications of mixed-effects models for more rigorous statistical analysis in neuroscience research // *Neuron*. 2022. Vol. 110, № 1. P. 21–35.
5. Mrode R.A., Pocrnic I. *Linear Models for the Prediction of the Genetic Merit of Animals*. 4th ed. Boston, MA: CABI, 2023. 412 p.
6. Grzhbovskij A.M., Ivanov S.V., Gorbatova M.A. Sravnenie kolichestvennyh dannyh tryoh i bole parnyh vyborok s ispol'zovaniem programmnoho obespecheniya STATISTICA i SPSS: parametricheskie i neparametricheskie kriterii // *Nauka i Zdravooхранение*. 2016. № 3. С. 5–29.
7. Mastickij S.E., Shitikov V.K. *Statisticheskij analiz i vizualizaciya dannyh s pomoshch'yu R*. Moskva: DMK Press, 2015. 496 s.
8. Wang F. et al. Robust Subsampling ANOVA Methods for Sensitivity Analysis of Water Resource and Environmental Models // *Water Resour Manage*. 2020. Vol. 34, № 10. P. 3199–3217.
9. Chen X. et al. Efficient method for variance-based sensitivity analysis // *Reliability Engineering & System Safety*. 2019. Vol. 181. P. 97–115.
10. Lakin G.F. *Biometriya*. Moskva: Vysshaya shkola, 1990. 352 с.
11. Snedecor G.W., Cochran W.G. *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, Iowa, United States: Iowa State University Press, 1967. 593 p.
12. Plohinskij N.A. *Nasleduemost'*. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1964. 196 s.
13. Scheffe H. *The Analysis of Variance*. 1st ed. New York: Wiley-Interscience, 1999. 496 p.
14. Nikitin S.V., Knyazev S.P. *Otbor i adaptaciya v populyacijah domashnih svinej*. Saarbrücken: Lambert Academy Publishing (LAP), 2015. 221 s.
15. Bovo S. et al. Single-marker and haplotype-based genome-wide association studies for the number of teats in two heavy pig breeds // *Animal Genetics*. 2021. Vol. 52, № 4. P. 440–450.
16. Pond W.G., Maner J.H., Harris D.L. *The Pig: Past, Present, and Future* // *Pork Production Systems: Efficient Use of Swine and Feed Resources*. Boston, MA: Springer US, 1991. P. 1–20.
17. Nikitin S., Knyazev S., Ermolaev V. Model of genetic control of the number and location of nipples in domestic pig // *Russian Journal of Genetics*. Springer, 2012. Vol. 48. P. 1128–1140.

**Ветеринария и зоотехния**

18. Shatohin K.S. i dr. Zootekhnicheskie, fiziologicheskie i geneticheskie osobennosti mini-svinej ICiG SO RAN: monografiya. – Novosibirsk: SFNCA RAN, 2019. 192 s.
19. Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. Moskva: Vysshaya shkola, 1999. 480 s.
20. Knyazev S.P., Nikitin S.V. Standardizing selection and its consequences for genetic population structure // Russ J Genet. 2011. Vol. 47, № 1. P. 90–99.
21. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatokhin K.S. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research // Russ J Genet Appl Res. 2014. Vol. 4, № 6. P. 511–522.
22. Rosvold E.M., Newberry R.C., Andersen I.L. Early mother-young interactions in domestic sows – Nest-building material increases maternal investment // Applied Animal Behaviour Science. 2019. Vol. 219. P. 104837.
23. Jensen P. Nest site choice and nest building of free-ranging domestic pigs due to farrow // Applied Animal Behaviour Science. 1989. Vol. 22, № 1. P. 13–21.
24. Stafuzza N.B. et al. A genome-wide single nucleotide polymorphism and copy number variation analysis for number of piglets born alive. // BMC Genomics. England, 2019. Vol. 20, № 1. P. 321.
25. Aksenovich T.I., Borodin P.M. Kak nasleduetsya plodovitost' // Priroda. 2008. Vyp. 1112, № 4. S. 7–8.
26. Shatohin K.S. i dr. Krupnoplodnost' mini-svinej ICiG SO RAN: potencial nerealizuemyh vozmozhnostej // Vestnik NGAU. 2020. Vyp. 56, № 3. S. 137–147.
27. Wang Y.A., Rhemtulla M. Power analysis for parameter estimation in structural equation modeling: a discussion and tutorial // Advances in Methods and Practices in Psychological Science. 2021. Vol. 4, № 1. P. 1–17.

## ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ НАТРИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ КАТИОННО-АНИОННОГО БАЛАНСА РАЦИОНОВ И ПОСЛЕДУЮЩУЮ ЯИЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРЕПЕЛОК-НЕСУШЕК

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

Чурсина Н.С., ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

*Натрий – первый по значимости из обеспечивающих электролитный баланс элементов. Его главная функция – поддержание нормального баланса жидкости в организме птицы. Как показали результаты исследований, процент содержания натрия в рационах перепелок-несушек оказывает влияние на их яичную продуктивность и ростовые показатели. При этом лучшие результаты получены при уровне DEB 282,9 мЭкв/кг при содержании натрия в рационах 0,3 % и при уровне DEB 355,2 мЭкв/кг при содержании натрия в рационах 0,4 %. По результатам первой серии опытов установлено, что в начале опытов по массе перепелиных яиц лучшим результатом был в контрольной группе. В конце опытов масса перепелиных яиц по группам выравнилась. По результатам второй серии опытов в начале опытов лучшей масса яиц была в 3-й и 2-й опытных группах (выше контроля 4,4 % и 3,1 %). В конце опытов масса перепелиных яиц во 2-й опытной группе была на уровне с контролем. Расчет экономической эффективности показал, что в первой серии опытов более низкой стоимость корма была в 3-й (DEB – 259,5 мЭкв/кг) и 2-й (DEB – 282,9 мЭкв/кг) опытных группах, ниже контроля на 1,05 руб. и 0,61 руб.; во второй серии опытов, соответственно, в 1-й (DEB – 355,2 мЭкв/кг) опытной группе, ниже контроля на 12,82 руб. или 11,7 %.*

**Ключевые слова:** перепелки-несушки; кормление; уровень натрия; катионно-анионный баланс; яичная продуктивность.

**Для цитирования:** Скворцова Л.Н., Чурсина Н.С. Влияние уровня натрия на изменение катионно-анионного баланса рационов и последующую яичную продуктивность перепелок-несушек // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3. С. 60–66.

**Актуальность.** Сельскохозяйственной птице для нормального развития необходимо получать определенное количество минералов. Их доля в рационе по сравнению с другими питательными веществами крайне мала, однако их дефицит макро- и микроэлементов серьезно сказывается на здоровье и продуктивности поголовья.

В основных кормовых культурах содержится недостаточно минералов, чтобы удовлетворить потребности птицы в макро- и микроэлементах, поэтому в кормосмеси приходится вводить специальные добавки. Обогащение рациона биологически активными веществами позволяет восполнить недостаток необходимых элементов.

Электролиты – вещества, диссоциирующие на ионы в растворе. Основная роль электролитов – поддержание водного и ионного балансов. Электролиты в организме животных и птицы растворены во всех 3 основных резервуарах жидкости: внутри клеток, в межклеточном пространстве, в сыворотке крови [6].

Основная физиологическая роль электролитов в организме птицы заключается в поддержании кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления жидкостей тела. В организме птицы основная роль в этом процессе отводится моновалентным ионам натрия (Na<sup>+</sup>), калия (K<sup>+</sup>) и хлора (Cl<sup>-</sup>). Чтобы обеспечить это нормальное постоянство нужно создать стабильную жидкую среду и установить оптимальное равновесие в ней заряженных химических частиц [3; 6–8].

## Ветеринария и зоотехния

Основными электролитами, участвующими в поддержании постоянства рН, являются катионы натрия и калия и анион хлора.

Натрий – первый по значимости из обеспечивающих электролитный баланс элементов. Его главная функция – поддержание нормального баланса жидкости в организме птицы. При избытке натрия задерживается вода в межклеточном пространстве, следовательно, снижается поступление калия в клетки. У птицы появляются отеки, затрудненное выведение воды снижает скорость и степень удаления токсинов из организма. При его дефиците нарушается кислотно-щелочной баланс: понижается осмотическое давление, падает сердечный выброс и кровяное давление, ухудшается работа надпочечников. Все это приводит к увеличению содержания мочевой кислоты в крови, что может вызвать шок и даже смерть.

Недостаточность натрия является наиболее критичной еще и потому, что содержание его в растительных кормах крайне низко и основным, при этом самым доступным и дешевым его источником, является поваренная соль, в которой  $Na : Cl = 1,0 : 1,5$ ; тогда как для нормального развития птицы это соотношение в кормах должно быть на уровне 1 : 1 или немного ниже [1; 4]. Помимо поваренной соли, используют альтернативные источники натрия для снижения содержания хлора.

В системе контроля полноценности кормления высокопродуктивных сельскохозяйственных животных, в том числе птицы, в последние годы стали уделять особое внимание соотношению макроэлементов в комбикормах и учитывать дополнительный показатель – баланс электролитов (DEB – dietary electrolyte balance, КАБ – катионно-анионный баланс). Интегрирующий показатель DEB показывает, насколько эффективно работает вся система электролитов в жидкостях организма.

В.А. Манукян и др. (2019, 2020) изучали влияние низкого показателя DEB на продуктивность кур-несушек кросса СП-789 с 22 по 48 недели жизни. Птица контрольной и опытной групп получала комбикорма с поваренной солью в качестве единственного минерального источника натрия и хлора. Авторами установлено, что исключение соевых продуктов и снижение DEB до 120 мЭкв/кг в опытной группе, против 160 мЭкв/кг в контрольной группе на рационах с соевым шротом, ухудшает продуктивность кур-несушек. Так, интенсивность яйценоскости снизилась на 1,8 %, выход яичной массы – на 3,8 %, толщина скорлупы – на 1,9 %. При этом затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы увеличились на 1,36 % и 1,86 %, соответственно.

**Цель исследований** – изучить влияние уровня натрия на изменение катионно-анионного баланса в рационах и яичную продуктивность перепелок-несушек.

**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 две серии опытов, в каждой по три параллельных научно-хозяйственных опыта. Опыты проходили в осенне-летний и зимне-летний периоды. Было сформировано по четыре группы – контрольная и три опытные. При постановке на опыт в каждой группе было по 36 голов, итого 864 головы.

Показатели продуктивности перепелок в первой серии опытов учитывали за 37 недель, во второй серии опытов за 26 недель продуктивного периода.

Схема опыта на перепелках-несушках приведена в таблице 1.

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

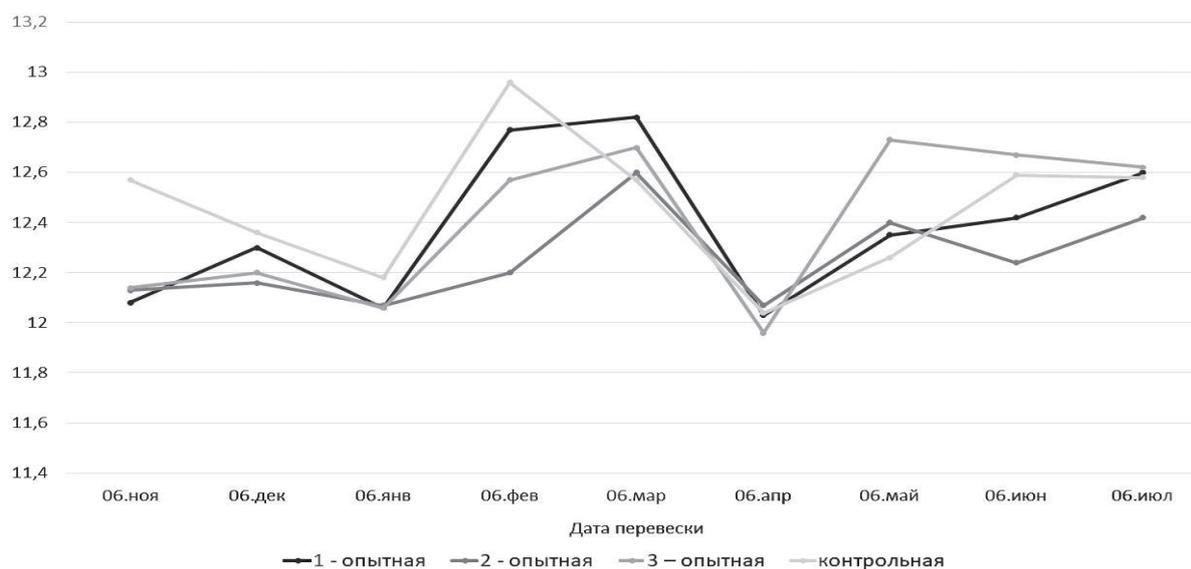
**Результаты исследований.** Как показали результаты исследований первой серии научно-хозяйственных опытов, перепелки-несушки контрольной и опытных групп имели хорошие показатели роста. В среднем по трем научно-хозяйственным опытам в 1-й опытной группе в конце опыта живая масса была на уровне с контролем, во 2-й группе ниже контроля на 4,1 % и в 3-й опытной группе была выше контроля на 1,7 %.

Во второй серии опытов лучшей скоростью роста отличалась птица 2-й опытной группы. Так, в конце опыта живая масса несушек в этой группе была достоверно выше контроля на 2,8 % ( $P \leq 0,001$ )

**Таблица 1 – Схема опытов на перепелках-несушках**

Группа	Характеристика кормления
Первая серия опытов	
Контрольная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,5 %; DEB – 285,2 мЭкв/кг)
1 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,2 %; DEB – 193,1 мЭкв/кг)
2 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,3 %; DEB – 282,9 мЭкв/кг)
3 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,4 %; DEB – 259,5 мЭкв/кг)
Вторая серия опытов	
Контрольная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,5 %; DEB – 397,4 мЭкв/кг)
1 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,4 %; DEB – 355,2 мЭкв/кг)
2 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl, NaHCO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Na – 0,3 %; DEB – 311,4 мЭкв/кг)
3 – опытная	ПК, источник натрия – NaCl (Na – 0,2 %; DEB – 270,9 мЭкв/кг)

Для определения влияния уровня натрия в рационах для перепелок-несушек на массу перепелиных яиц каждый месяц проводили контрольные взвешивания. По результатам первой серии опытов установлено (рисунок 1), что если в начале опытов лучшим результатом был в контрольной группе, в 1-й опытной группе ниже контроля на 3,9 % ( $P \leq 0,01$ ); во 2-й и 3-й опытных группах – 3,5 % ( $P \leq 0,05$ ) и 3,4 % ( $P \leq 0,05$ ), то в конце опытов масса перепелиных яиц по группам выровнялась, за исключением 2-й опытной группы, в которой этот показатель был достоверно ниже контроля на 1,3 %.


**Рисунок 1 – Масса перепелиных яиц (первая серия опытов)**

По результатам второй серии опытов (рисунок 2) в начале опытов лучшей масса яиц была в 3-й и 2-й опытных группах (выше контроля 4,4 % и 3,1 %). В конце опытов масса перепелиных яиц во 2-й опытной группе была на уровне с контролем, в 1-й и 3-й опытных группах – ниже контроля на 2,5 % и 2,8 %, соответственно.

## Ветеринария и зоотехния

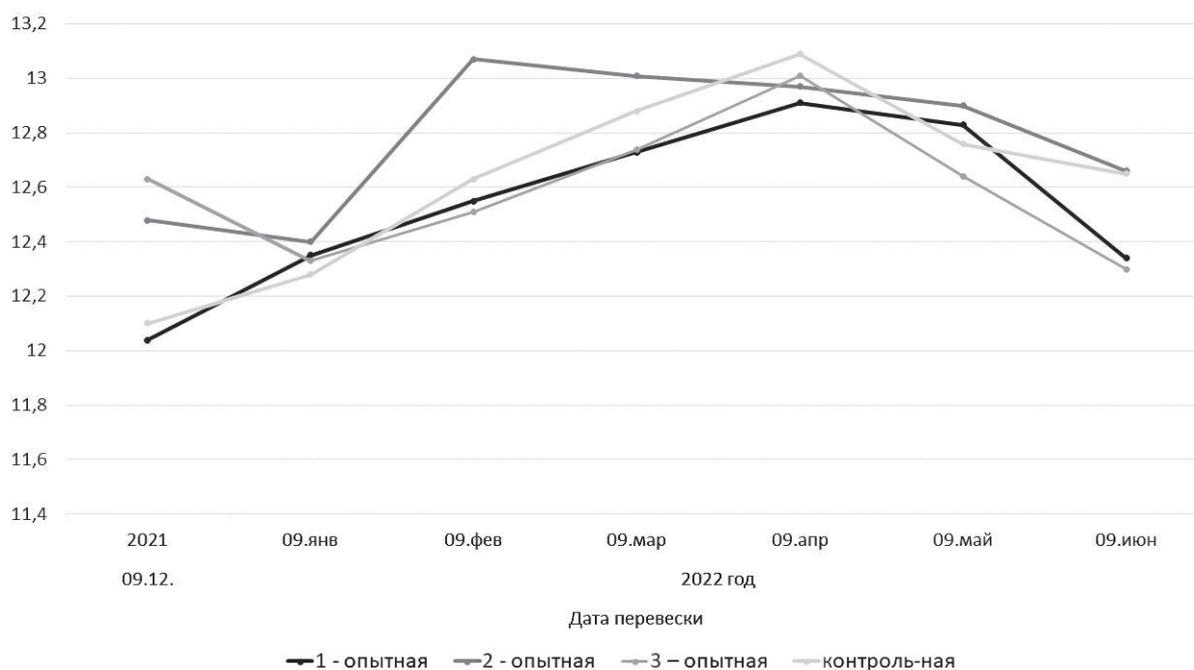


Рисунок 2 – Масса перепелиных яиц (вторая серия опытов)

В первой серии научно-хозяйственных опытов больше всего получено яиц во 2-й опытной группе – 19247 шт., что выше значений контроля на 70 шт. яиц, с меньшим количеством брака, ниже контроля на 37,0 % и значений 1-й и 3-й опытных групп – на 21,1 % и 28,6 %, соответственно.

Во второй серии научно-хозяйственных опытов по количеству снесенных яиц за период опыта лучший результат был получен в 3-й опытной группе, выше контроля на 3,1 %. В 1-й опытной группе этот показатель был выше контроля на 1,3 %. При этом процент брака от числа снесенных яиц в опытных группах составил 0,5 %; 0,4 % и 0,3 %, соответственно.

Для определения влияния уровня катионно-анионного баланса рационов на качественные показатели перепелиных яиц во второй серии опытов в 232-дневном возрасте из каждой группы было отобрано по 20 шт. яиц. Анализ минерального состава перепелиных яиц приведен в таблицах 2 и 3.

Так, анализ минерального состава желтка перепелиных яиц показал, что более насыщенным макроэлементами: кальцием, фосфором и микроэлементами: кобальтом, цинком и селеном был желток перепелок 1-й опытной группы, выше контроля по кальцию и фосфору на 7,7 % и в 2,1 раза; по кобальту, цинку и селену на 6,3 %; 22,9 % и 15,7 %.

Натрием и йодом более насыщены были желтки яиц перепелок 1-й и 3-й опытных групп, выше контроля на 36,4 % и 45,5 %; 8,1 % и 9,0 %.

По содержанию железа в желтке лидировали яйца перепелок 3-й опытной группы (выше контроля на 25,7 %), меди – 2-й опытной группы (выше контроля на 45,7 %).

Сера была в границах 0,03 % – 0,04 %, хлор – 0,02 % – 0,03 %, магний – 0,03 % – 0,04 %.

По содержанию в белке калия лучший показатель был в контрольной и 2-й опытной группах, натрия – в контрольной и 1-й опытной группах. В 1-й и 3-й опытных группах содержание калия было ниже значения контрольной группы на 26,3 % и 15,8 %; а во 2-й и 3-й опытных группах содержание натрия было ниже значений контрольной группы на 5,3 % и 15,8 %, соответственно.

Содержание магния в опытных группах было ниже контроля на 25,0 %. Хлор и сера были в границах 0,01 % – 0,02 %, кобальт – 0,10 % – 0,13 %.

По содержанию железа лидировала 1-я опытная группа, выше контроля на 15,8 %, во 2-й опытной группе этот показатель был выше контроля на 10,5 %, в 3-й опытной группе – на уровне с контролем.

**Таблица 2 – Минеральный состав желтка перепелиных яиц (n = 20) (в веществе натуральной влажности)**

Показатель	Группа			
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная	3 – опытная
<b>Желток яйца</b>				
Кальций, %	0,13±0,05	0,14±0,05	0,12±0,04	0,10±0,04
Фосфор, %	0,17±0,03	0,35±0,06	0,17±0,03	0,20±0,04
Калий, %	0,14±0,03	0,14±0,03	0,11±0,02	0,14±0,03
Натрий, %	0,11±0,02	0,15±0,03	0,12±0,02	0,16±0,03
Магний, %	0,04±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01
Хлор, %	0,03±0,004	0,02±0,003	0,03±0,005	0,02±0,003
Сера, %	0,04	0,04	0,03	0,03
Железо, мг/кг	35±7	33±6	29±5	44±8
Марганец, мг/кг	Менее 25*	Менее 25*	Менее 25*	Менее 25*
Кобальт, мг/кг	0,63±0,20	0,67±0,21	0,57±0,18	0,59±0,19
Цинк, мг/кг	42,07±14,30	51,7±17,1	38,8±12,8	36,1±11,9
Медь, мг/кг	1,99±0,56	2,51±0,83	2,9±1,1	2,3±0,9
Йод, мг/кг	1,11±0,34	1,20±0,37	1,11±0,34	1,21±0,37
Селен, мг/кг	0,51±0,16	0,59±0,19	0,52±0,17	0,50±0,16

**Таблица 3 – Минеральный состав белка перепелиных яиц (n = 20) (в веществе натуральной влажности)**

Показатель	Группа			
	контрольная	1 – опытная	2 – опытная	3 – опытная
<b>Белок яйца</b>				
Калий, %	0,19±0,04	0,14±0,03	0,19±0,04	0,16±0,03
Натрий, %	0,19±0,04	0,19±0,03	0,18±0,04	0,16±0,03
Магний, %	0,04±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01
Хлор, %	0,01±0,002	0,02±0,003	0,01±0,002	0,02±0,003
Сера, %	0,01±0,0	0,02±0,0	0,02±0,0	0,01±0,0
Железо, мг/кг	19,0±4,0	22±4	21±4	19±4
Марганец, мг/кг	Менее 25	Менее 25	Менее 25	Менее 25
Кобальт, мг/кг	0,13±0,04	0,10±0,03	0,13±0,04	0,13±0,04
Цинк, мг/кг	0,76±0,24	0,82±0,27	0,85±0,28	0,71±0,23
Медь, мг/кг	0,26±0,10	0,19±0,07	0,28±0,11	0,24±0,09
Йод, мг/кг	0,44±0,14	0,43±0,13	0,39±0,12	0,47±0,15
Селен, мг/кг	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05

## Ветеринария и зоотехния

Содержание цинка в белке перепелиных яиц в 1-й и 2-й опытных группах было выше контроля на 7,9 % и 11,8 %, в 3-й опытной группе – ниже контроля на 6,6 %.

Содержание меди было выше во 2-й опытной группе, выше контроля на 7,7 %, в 1-й и 3-й опытных группах было ниже контроля на 26,9 % и 7,7 %.

Содержание йода было выше в 3-й опытной группе, выше контроля на 6,8 %, в 1-й и 2-й опытных группах было ниже контроля на 2,3 % и 11,4 %.

Для оценки результатов исследований был проведен расчет экономической эффективности содержания перепелок-несушек.

Так, в первой серии опытов стоимость корма в расчете на 10 шт. яиц большей была в 1-й опытной группе, выше контроля на 0,14 руб. или 1,1 %. Во 2-й опытной группе этот показатель был ниже контроля на 0,44 руб. или 3,5 %.

Стоимость корма в расчете на 1 кг яйцемассы более высокой была в 1-й опытной группе, выше контроля на 2,64 руб. или на 2,6 %. Более низкой стоимость корма была в 3-й и 2-й опытных группах, ниже контроля на 1,05 руб. и 0,61 руб.

Во второй серии опытов стоимость корма в расчете на 10 шт. яиц наименьшей была в 1-й опытной группе – 12,20 руб., что ниже контроля на 1,23 руб. или 9,2 %. Во 2-й и 3-й опытных группах этот показатель был ниже контроля на 8,6 % и 8,0 %, соответственно. Стоимость корма в расчете на 1 кг яйцемассы также наименьшей была в 1-й опытной группе, ниже контроля на 12,82 руб. или 11,7 %. Во 2-й и 3-й опытных группах этот показатель был ниже контроля на 8,2 % и 10,5 %, соответственно.

**Заключение.** Для повышения эффективности производства продуктов перепеловодства лучшими были результаты при скармливании перепелкам-несушкам рационов с уровнем натрия 0,3 % при уровне DEB 282,9 мЭкв/кг и при скармливании птице рационов с уровнем натрия 0,4 % при уровне DEB 355,2 мЭкв/кг.

### Список используемой литературы

1. Егоров И.А. Сульфат натрия в рационах цыплят-бройлеров // Комбикорма. –2004. – № 7. – С. 50–51.
2. Манукян В.А., Байковская А.В., Силаева А.В. Низкий баланс электролитов в комбикормах для яичных кур // Птицеводство. 2019. № 4. С. 26–29.
3. Манукян В.А., Байковская А.В., Силаева А.В. Влияние различных источников натрия на обмен веществ у птицы // ВНИТИП. Комбикорма. 2020. № 7–8. С. 46–48.
4. Медведский В.А. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы / В.А. Медведский, М.В. Базылев, Л.П. Большакова и др.// Научное обозрение. Биологические науки. 2016. № 2. С. 93–108.
5. Молоскин С. Сульфат натрия – оптимальный источник натрия и серы // Главный зоотехник. 2006. № 6. С. 20.
6. Подобед Л.И. Давайте разберемся с балансом электролитов (ДЕВ) у птицы [Электронный ресурс] / Л.И. Подобед. – URL: [http://podobed.org/davayte\\_razberyomsya\\_s\\_balansom\\_elektrolitov\\_deb\\_u\\_ptitsy.html](http://podobed.org/davayte_razberyomsya_s_balansom_elektrolitov_deb_u_ptitsy.html).
7. Пономаренко Ю.А., Фисинин В.И., Егоров И.А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность: монография. – Минск: Белстан, 2020. С. 192–193.
8. Скворцова Л.Н., Солдатов А.А., Чурсина Н.С. Влияние процентного содержания натрия на изменение уровня электролитов в рационах перепелок-несушек и массу перепелиных яиц // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год «Современные векторы развития науки» (06.02.2024). – Краснодар: КубГАУ, 2024. С. 281–283.

### References

1. Egorov I.A. Sul'fat natriâ v racionah cyplât-brojlerov // Kombikorma. –2004. – № 7. – S. 50–51.
2. Manukân V.A., Bajkovskaâ A.V., Silaeva A.V. Nizkij balans ëlektrolitov v kombikormah dlâ âičnyh kur // Pticevodstvo. 2019. № 4. S. 26–29.

3. V.A., Bajkovskaâ A.V., Silaeva A.V. Vliânie različnyh istočnikov natriâ na obmen vešestv u pticy // VNITIP. Kombikorma. 2020. № 7–8. S. 46–48.
4. Medvedskij V.A. Biologičeskie osnovy mineral'nogo pitaniâ sel'skohožâjstvennoj pticy / V.A. Medvedskij, M.V. Bazylev, L.P. Bol'shakova i dr. // Naučnoe obozrenie. Biologičeskie nauki. 2016. № 2. S. 93–108.
5. Moloskin S. Sul'fat natriâ – optimal'nyj istočnik natriâ i sery // Glavnij zootehnik. 2006. № 6. S. 20.
6. Podobed L. I. Davajte razberemsâ s balansom èlektrolitov (DEB) u pticy [Èlektronnyj resurs] / L. I. Podobed. – URL: [http://podobed.org/davajte\\_razberyomsya\\_s\\_balansom\\_elektrolitov\\_deb\\_u\\_ptitsy.html](http://podobed.org/davajte_razberyomsya_s_balansom_elektrolitov_deb_u_ptitsy.html).
7. Ponomarenko Ū.A., Fisinin V.I., Egorov I.A. Kombikorma, korma, kormovye dobavki, biologičeski aktivnye vešestva, raciony, kačestvo, bezopasnost': monografiâ. – Minsk: Belstan, 2020. S. 192–193.
8. Skvorcova L.N., Soldatov A.A., Čursina N.S. Vliânie procentnogo soderžaniâ natriâ na izmenenie urovnâ èlektrolitov v racionah perezpeleok-nesušek i massu perezpelinyh âic // Sbornik statej po materialam ežegodnoj naučno-praktičeskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2023 god «Sovremennye vektory razvitiâ nauki» (06.02.2024). – Krasnodar: KubGAU, 2024. S. 281–283.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Терешенков Е.А., ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»;  
Чаргеишвили С.В., ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»;  
Сударев Н.П., ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», ФГБНУ  
ВНИИ племенного дела

*В статье анализируется материал использования различных технологических приемов выращивания молодняка в условиях крестьянского – фермерского хозяйства «Терешенков Е.А.» Хозяйство практикует различные технологические приемы выращивания молодняка крупного рогатого скота. При этом каждый из приемов не лишён преимуществ и недостатков. В последнее время в хозяйстве всё большее распространение получает метод выращивания телят на подсосе под коровами-кормилицами. В качестве коров-кормилиц используются коровы геррефордской породы. Данный прием значительно облегчает обслуживание телят и обеспечивает лучшее их сохранение. Теленок получает доброкачественное молоко нужной температуры, хорошо смешивает его со слюной и проглатывает мелкими порциями. Опыт показал, что в коров-кормилиц вырастили 14 телят. При этом упрощается уход за телятами, уменьшается затраты на корма и повышается прирост молодняка. В пастбищный период, после приучения телят к подсосу, их вместе с коровами выпускали на выпас. При этом в ночное время молодняк свободно переходят в отдельный вольер, где расположены кормушки с концентратами и сеном, тогда как коровы не могут туда попасть. При выращивании под коровой в стойловый период телят также подкармливают концентратами, силосом, травой или сеном, а также минеральными подкормками. Главное достоинство метода – теленок кормится максимально естественно. Молоко в организм теленка поступает с нужной температурой, должным составом, наличием иммуноглобулина. В результате молодняк быстрее растет, значительно усиливается сопротивляемость организма инфекции. Кроме того, было отмечено, что телята на подсосе не болели желудочно-кишечными и другими заболеваниями. Что подтверждается нашими наблюдениями и результатами исследования.*

**Ключевые слова:** *молодняк, подсос, коровы-кормилицы, прирост, живая масса, контрольный убой.*

*Для цитирования:* Терешенков Е.А., Чаргеишвили С. В., Сударев Н. П. Использование различных технологических приемов выращивания молодняка в условиях малых предприятий // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 67–71.

**Актуальность.** Выращивание телят в условиях малых ферм – это особый, специфический, кропотливый труд, требующий немалых усилий, физических и материальных затрат [1.2.]. Многими исследователями в научных работах и опытах было доказано, что именно в подсосном периоде онтогенеза закладывается основа будущей продуктивности животного [1–12].

Генетический потенциал продуктивности реализуется при оптимальных уровнях паратипических факторов, таких как кормление, содержание, уход, параметры микроклимата и т.д. [4–12.].

В связи с этим для любого фермера крайне важно знать особенности развития молодняка на всех этапах его жизни и обеспечить соответствующий уход и кормление согласно направлению продуктивности и дальнейшему назначению выращиваемого животного [4, 6–12.].

**Материал и методика исследований.** В условиях КФХ «Терешенков Е.А.» практикуются различные технологические приемы выращивания молодняка крупного рогатого скот. В свою очередь

каждый из приёмов имеет свои особенности, но не лишён достоинств и недостатков. На основе многолетнего опыта в последнее время в хозяйстве всё большее распространение получает метод выращивания телят под коровами-кормилицами. Это более выгодный для нас метод выращивания молодняка. В качестве коров-кормилиц используются коровы мясных пород. При выборе кормилиц основными параметрами выступают такие показатели, как продуктивность, состояние здоровья, наличие спокойного темперамента, хорошо выраженные материнские качества.

Этот метод выращивания значительно облегчает обслуживание телят и обеспечивает лучшую их сохранность. Теленок получает качественное молоко нужной температуры, хорошо смешивает его со слюной и проглатывает мелкими порциями. [2, 7, 8, 10, 11].

Суть метода заключается в следующем: в первые дни родившихся телят кормят матери, с которыми их оставляют. После этого весь молодняк делят на мелкие группы по 2–3 особи и закрепляют их за отдельной коровой. В данном методе одна корова способна выкормить и вырастить 2, иногда и 3 телят. Новорожденных телят можно подпускать под корову-кормилицу с 1-го дня жизни. Желательно, чтобы разница в возрасте телят, объединенных в группу, не превышала 8–10 дней. Перед первым подпуском телят предварительно обмывают и массируют вымя; сдают первые порции молока и смачивают им тряпку, которой протирают голову, спину и крестец подпускаемых телят, чтобы корова привыкла к приемышу. Наш опыт показывает, что 5–6 коров-кормилиц могут выкормить от 10 до 14 телят.

Данный метод привлекателен для фермерских хозяйств с поголовьем до 30–40 коров дойного стада. При выращивании телят под коровой резко упрощается уход за телятами, уменьшается затраты на корма и повышается прирост молодняка.

Подсосный метод выращивания молодняка молочного скота в наших условиях осуществляется следующим образом:

- 1) отел коров необходимо производить в индивидуальных клетках, в которые помещают коров при первых признаках отела;
- 2) подсадка 2-го теленка под планируемую корову-кормилицу лучше всего проходит во время отела, когда есть возможность обмазать его околоплодными водами и дать облизать вместе с новорожденным своим теленком. Если не получилось во время отела посадить теленка-приемыша, тогда надо будет в течение 3–4 дней корову фиксировать в клетке на цепи и держать её, пока телята её будут сосать. Если корова-кормилица враждебно относится к теленку-приемышу, бодает его, то привязь, на которой она стоит не дает ей повредить теленка-приемыша, а кормление его надо будет производить не менее 3-х – 4-х раз в день путем фиксации коровы. Как показывает опыт, 3–4 дней хватает, чтобы корова приняла теленка;
- 3) возраст подсаживаемых телят должен быть не более недели, так как более старший и более сильный теленок-приемыш может объесть более младшего новорожденного теленка;
- 4) по предварительным данным использовать коров-кормилиц можно со 2-го отела, так как молочная продуктивность первотелок ещё не известна;
- 5) примерно до недельного возраста, при условии хорошего аппетита молодняка, коров-кормилиц вместе с телятами можно выпускать на прогулку в загон;
- 6) отел коров-кормилиц лучше производить в весенне-летние месяцы, когда в рационе коров используется пастбищная трава – самое дешевое кормовое средство;
- 7) содержать коров-кормилиц нужно не более 7 месяцев вместе с подсосными телятами, затем производить отъем и держать коров от телят в отдельном помещении или загоне;
- 8) осеменение коров производится в летний период, лучшее время осеменения июль – август, чтобы последующие отелы прошли апрель – май;
- 9) кормление коров-кормилиц осуществляется вволю грубыми и сочными кормами (сено, сенаж, корне-клубнеплоды). Должен быть постоянный доступ к воде и соли. Если у коровы-кормилицы по каким-то причинам молока мало, то можно попытаться в рацион добавить концентраты (размол или комбикорма).

## Ветеринария и зоотехния

В пастбищный период, после приучения телят к подсосу, их вместе с коровами выпускаем на выпас. Выращивание, таким образом, проводится в течение 7–8 месяцев. За этот период с коровой-кормилицей молодняк находится постоянно. При этом в ночные время молодняк свободно переходят в отдельный вольер, где расположены кормушки с концентратами и сеном, тогда как коровы не могут туда попасть. При выращивании под коровой в стойловый период телят также подкармливают концентратами, силосом, травой или сеном, а также минеральными подкормками.

Главное достоинство метода – теленок кормится максимально естественно. Молоко в организм теленка поступает с нужной температурой, должным составом, наличием иммуноглобулина. В результате молодняк быстрее растет, значительно усиливается сопротивляемость организма инфекции. Кроме того, было отмечено, что молодняк, выращенный на подсосе, реже болеет желудочно-кишечными и другими заболеваниями.

**Результаты исследований.** Сравнительный анализ материалов показал, что во все возрастные периоды телки и бычки подсосной группы превосходили животных, выращенных традиционным способом (табл. 1 и табл. 2).

**Таблица 1 – Изменение живой массы телочек традиционной и подсосной технологии выращивания**

Технология выращивания	голов	Возраст месяцев					
		1	3	6	9	12	15
Средняя живая масса (кг)							
Традиционная	6	50	90	151	220	287	355
Подсосная	5	43	97	168	247	325	401
(Всего), Разница, +/-	(11)	-7	+7	+17	+17	+38	+46
Среднесуточный прирост живой массы (г)							
Традиционная	6	700	666	677	766	744	755
Подсосная	5	466	900	788	877	777	844
(Всего), Разница, +/-	(11)	-234	+234	+111	+101	+33	+89

**Таблица 2 – Изменение живой массы бычков традиционной и подсосной технологии выращивания**

Технология выращивания	голов	Возраст месяцев					
		1	3	6	9	12	15
Средняя живая масса (кг)							
Традиционная	5	52	99	153	229	300	375
Подсосная	5	45	106	178	255	325	410
(Всего), Разница, +/-	(10)	-7	+7	+25	+26	+25	+35
Среднесуточный прирост живой массы (г)							
Традиционная	5	666	783	600	844	788	777
Подсосная	5	433	1000	800	855	777	944
(Всего), Разница, +/-	(10)	-233	+217	+200	+1	-10	+167

При выращивании телочек до пятнадцатимесячного возраста разными технологиями отмечается преимущество подсосного метода над традиционным. Так, на конец выращивания разница по живой массе между двумя группами составляла 46 кг или 11,5 %. Отмечается, что среднесуточные приросты живой массы на всем протяжении выращивания были выше при подсосной технологии. В случае выращивания бычков двумя технологиями отмечаются аналогичные результаты в группе

телочек. Так, к концу периода выращивания живая масса бычков при подсосном методе была выше на 35 кг или 8,5 % при среднесуточных приростах до 1000 грамм.

**Таблица 3 – Изменение интенсивности роста телочек и бычков при разных технологиях выращивания**

Технология выращивания	Интенсивность роста (кг) в возрасте (мес.)						
	голов	до 1	1–3	3–6	6–9	9–12	12–15
<b>Телочки</b>							
Традиционная	6	21	40	41	69	68	68
Подсосная	5	14	48	71	79	78	76
(Всего), Разница, +/-	(11)	-7	+8	+30	+10	+10	+8
<b>Бычки</b>							
Традиционная	5	20	47	54	76	71	75
Подсосная	5	13	61	72	77	70	85
(Всего), Разница, +/-	(10)	-7	+14	+18	+1	-1	+10

Анализ интенсивности роста телочек и бычков разными технологиями указывает на большую эффективность использования подсосной технологии. При этом наиболее высокая степень разницы роста между двумя технологиями отмечалась с 3 по 6 месяцы. По результатам контрольного убоя предубойная живая масса бычков подсосной технологии выращивания была на 8,5 % выше традиционной. Масса парной туши при подсосной технологии была выше на 12 %, а выход мякоти выше на 13 %.

**Таблица 4 – Результаты контрольного убоя подопытных бычков**

Показатель	Технология выращивания	
	Традиционная	Подсосная
Предубойная масса, кг	375	410
Масса парной туши, кг	199	226
Выход туши, %	53	55
Масса внутреннего жира, кг	8	6
Выход жира, %	1,6	1,3
Убойная масса, кг	207	232
Убойный выход, %	55,2	56,6
Масса охлажденной туши, кг	194	221
Масса мякоти, кг	160	182
Выход мякоти, %	65	67
Масса костей, кг	24	18
Выход костей, %	12	10
Выход мякоти на 100 кг предубойной массы	43	44

**Заключение.** Таким образом, в условиях фермерских хозяйств при использовании традиционной и подсосной технологий выращивания телят, преимущество и эффективность роста телочек и бычков, а также более высокие убойные качества бычков на уровне 12 % у подсосной технологии выращивания.

## Список используемой литературы

1. Афанасьев М.П., Гафиатуллин Ф.И., Исламов Р.Р. Влияние белкового состава молозива и молока на рост молодняка сельскохозяйственных животных // Зоотехния. 2010. № 10. С. 19–21.
2. Багрий Б. Молозиво телят из вымени матери // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 1. С. 22–23.
3. Байбутцян А.А., Апинян Г.К. Выращивание телят в Центрально-черноземной зоне // Вестник мичуринского государственного аграрного университета. 2001. Т. 3. С. 154–155.
4. Гаджиев А.М. Выращивание телок и нетелей для ремонта стада // Науч. тр. по материалам международной научно-практической конференции. Тверь: Агросфера. 2010. С. 116–119.
5. Жирков И. Работа экзо-секреторного аппарата сычуга телят с симптомом комплексом диареи // Главный зоотехник. 2008. № 2. С. 62–64.
6. Левина Г.Н., Иолчиев Б.С., Кондрахин М.М. Молозиво высокопродуктивных коров и резистентность их приплода // Зоотехния. 2005. № 2. С. 7–8.
7. Рагимов Г. Выращивание телят на подсосе // Животноводство России. 2008. № 10. С. 53–54.
8. Романенко А.Ю. Выращивания телят при разном способе выпаивания молозива // Зоотехния. 2013. № 1. С. 14–16.
9. Романенко А.Ю., Есина Е.Н., Прокудина О.П. Опыт интенсивного выращивания телок в молочный период // Сборник научных трудов по мат. III всероссийской научно-практич. конф. «Инновационное развитие животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации». – Тверь. 2012. С. 46–49.
10. Сударев Н. Подсосное выпаивание молозива и оптимальный период содержания телят с матерями // Молочное и мясное скотоводство. 2004. № 4. С. 27–28.
11. Харламов А., Ирсултанов А. Совершенствование технологии выращивания телят на подсосе // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 6. С. 10–12.
12. Текеев М., Чомаев А. Технология выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 18–19.

## References

1. Afanasev M.P., Gafiatullin F.I., Islamov R.R. Vliyanie belkovogo sostava moloziva i moloka na rost molodnyaka selskokhozyaystvennykh zhiivotnykh // Zootekhniya. 2010. № 10. S. 19–21.
2. Bagriy B. Molozivo telenku iz vymeni materi // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2005. № 1. S. 22–23.
3. Baybuttsyan A.A., Apinyan G.K. Vyrashchivanie telyat v Tsentralno-chernozemnoy zone // Vestnik michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2001. T. 3. S. 154–155.
4. Gadzhiev A.M. Vyrashchivanie telok i neteley dlya remonta stada // Nauch. tr. po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver: Agrosfera. 2010. 116–119 s.
5. Zhirkov I. Rabota ekzo-sekretornogo apparata sychuga telyat s simptom kompleksom diarei // Glavnyy zootekhnik. 2008. № 2. S. 62–64.
6. Levina G.N., Iolchiev B.S., Kondrakhin M.M. Molozivo vysokoproduktivnykh korov i rezistentnost ikh priplo-da // Zootekhniya. 2005. № 2. S. 7–8.
7. Ragimov G. Vyrashchivanie telyat na podsose // Zhivotnovodstvo Rossii. 2008. № 10. S. 53–54.
8. Romanenko A.Yu. Vyrashchivaniya telyat pri raznom sposobe vypaivaniya moloziva // Zootekhniya. 2013. № 1. S. 14–16.
9. Romanenko A.Yu., Yesina Ye.N., Prokudina O.P. Opyt intensivnogo vyrashchivaniya telok v molochnyy period // Sbornik nauchnykh trudov po mat. III vserossiyskoy nauchno-praktich. konf. «Innovatsionnoe razvitie zhivotnovodstva i kormoproizvodstva v Rossiyskoy Federatsii». Tver. 2012. S. 46–49.
10. Sudarev N. Podsosnoe vypaivanie moloziva i optimalnyy period sodержaniya telyat s materyami // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2004. № 4. S. 27–28.
11. Kharlamov A., Irsultanov A. Sovershenstvovanie tekhnologii vyrashchivaniya telyat na podsose // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2005. № 6. S. 10–12.
12. Tekeev M., Chomaev A. Tekhnologiya vyrashchivaniya remontnogo molodnyaka krupnogo roगतого skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2011. № 5. S. 18–19.

## К ВОПРОСУ ДЕЙСТВИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА ХИТОЗАНА РАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ЗАЖИВЛЕНИЕ КОЖНЫХ РАН

Хижкина М.А., Верхневолжский ГАУ;

Кичеева Т.Г., Верхневолжский ГАУ;

Наумова И.К., Ивановский государственный университет;

Титов В.А., Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

*Для лечения кожных ран на данный момент существует определённое количество препаратов, но многие из них не дают должного эффекта при лечении или экономически не рентабельны, особенно при длительно заживающих ранах. Поэтому актуальной становится необходимость разработки препаратов или лечебных материалов, которые могут быть использованы как при острых, так и при хронических ранах. Если процесс заживления прерывается, ткань не может адекватно восстановить свои функции и возникают хронические раны. Хронические раны представляют собой вялотекущий процесс, который обязательно необходимо купировать и лечить. Это привело к необходимости разработки экономически эффективных повязок для ран, способных создавать и предотвращать влажную раневую среду, предотвращать вторичную инфекцию, имеющую высокую адгезию к поврежденной ткани и способствовать регенерации тканей. Для удовлетворения этих потребностей были разработаны различные типы современных повязок для ран, но в настоящее время не существует единого продукта, который мог бы универсально удовлетворить все потребности и считаться идеальным для ухода за ранами. Для своих исследований мы выбрали природный полимер хитозан (Cs), который имеет ряд уникальных свойств. В настоящем исследовании оценивалось влияние растворов на основе плазмомодифицированного хитозана с разной концентрацией на уменьшение воспаления, вызванного сформированными нами эксцизионными ранами.*

**Ключевые слова:** хитозан, концентрация раствора, регенерация ткани, кожа.

**Для цитирования:** Хижкина М.А., Кичеева Т.Г., Наумова И.К., Титов В.А. К вопросу действия водного раствора хитозана разной концентрации на заживление кожных ран // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. №3(48). С. 72–77.

**Актуальность.** Хитозан (Cs), природный полимер, полученный из хитина, нашел применение в различных сферах жизни благодаря своим уникальным свойствам, включая биосовместимость, нетоксичность, антибактериальные свойства, биоразлагаемость и способность прилипать к тканям [1, с. 370–397; 2, с. 224–234; 5, с. 236–248]. Хитозан может усиливать обезболивающее и кровоостанавливающее действие медицинских препаратов, увеличивать активность нейтрофилов, взаимодействовать с клеточными мембранами, увеличивать активацию макрофагов и увеличивать выработку внеклеточного матрикса, и все это подходит для использования в антибактериальном лечении [4, с. 603–6327]. Гидрофильность хитозана способствует созданию пленок и гидрогелей. Полимер имеет низкую прочность на разрыв и не способен впитываться водой [6, с. 34–47]. Однако прочность на разрыв, эластичность и водостойкость можно повысить за счет сшивания с другими полимерами или инкапсуляции наночастиц [3, с. 1968–1976]. Достичь подобных эффектов возможно, например, использованием плазмохимической обработки высокомолекулярных суспензий хитозана [8, с. 587–603; 9, с. 238–242].

**Цель исследования.** Определение наименьшей концентрации водного раствора плазмоактивированного хитозана, положительно влияющей на течение раневого процесса.

**Материал и методы исследования.** Исследования проведены на 25 беспородных белых мышак-самцах возраста 6 месяцев с массой тела 25–30 г, у которых формировали эксцизионные раны 5×5 мм. Для этого в межлопаточной области сбрасывали шерсть и, с соблюдением асептики и антисептики, при помощи хирургических ножниц наносили одну рану с рассечением эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки. Заживление происходило под струпом. Мыши содержались в индивидуальных клетках в стандартных условиях вивария.

Исследуемые животные были распределены на 5 групп:

- К – контрольная группа – самостоятельно заживающие раны, орошали физиологическим раствором;
- 1 опытная группа – животные с нанесением на раны 0,1 % водного раствора хитозана, активированного плазмой;
- 2 опытная группа – животные с нанесением на раны 0,25 % водного раствора хитозана, активированного плазмой;
- 3 опытная группа – животные с нанесением на раны 1,0 % водного раствора хитозана, активированного плазмой;
- 4 опытная группа – животные с нанесением на раны 2,0 % водного раствора хитозана, активированного плазмой.

Раны 1–4-й групп сразу после нанесения орошали раствором с соответствующей концентрацией, раны из контрольной группы обрабатывали с той же периодичностью, что и подопытных групп физиологическим раствором. Обработки проводились двукратно, ежедневно, до момента полного закрытия раневого дефекта; путём промывки и очистки поверхности раны, с небольшой областью вокруг раны, соответствующим раствором, затем увлажнялась салфетка и на 15 минут наносилась поверх раны.

Оценивалось время заживления, образование рубца, морфологический и биохимический анализы крови, гистологические исследования кожи в области ран.

Биохимические исследования производились автоматическим биохимическим анализатором: определяли уровень креатинина, мочевины, АЛТ и АСТ. При морфологическом исследовании определяли: количество лейкоцитов, лимфоциты, гранулоциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит и тромбоциты с помощью автоматического гематологического анализатора.

Для получения гистологических препаратов кожные лоскуты, включающие зону раны, иссекали, фиксировали в 10 %-ном забуференном растворе формалина. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, обезживали и заключали в канадский бальзам.

**Результаты исследования.** На вторые сутки в группах 2, 3, 4 появляется первичный коричневый струп до 1 мм в толщину, в контрольной и 1-й группах аналогичный струп появляется на 3-и сутки.

На 3-е сутки после моделирования раны у всех подопытных животных отмечался перифокальный отёк вокруг раневого дефекта, незначительное отделяемое из ран экссудат цветом от бесцветного прозрачного до светло-жёлтого прозрачного.

При оценке результатов планиметрии ран было выявлено, что в опытных группах 2–4 площадь ран к 10-м суткам уменьшилась на 73,4 %, а к 15-м суткам процент уменьшения площади составил 99,1 %. При этом максимальная скорость заживления была отмечена на отрезке 5–10 сутки и составила 14,6 % в сутки, что статистически отличалось от результатов, полученных на 10–12 дни – 6,3 % в сутки и 12–15 дни по 1,7 % в сутки. В то же время в контрольной и 1-й группе площадь ран к 15 суткам сократилась на 83,7 %, а максимальная скорость заживления отмечалась также на отрезке 5–10 сутки по 6,1 % в сутки. Между группами 2–4 и 1 и контрольной различия по всем планиметрическим показателям были статистически значимыми. Для сравнения рядов данных использовали критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, различия считали достоверными при значениях  $p < 0,05$ .

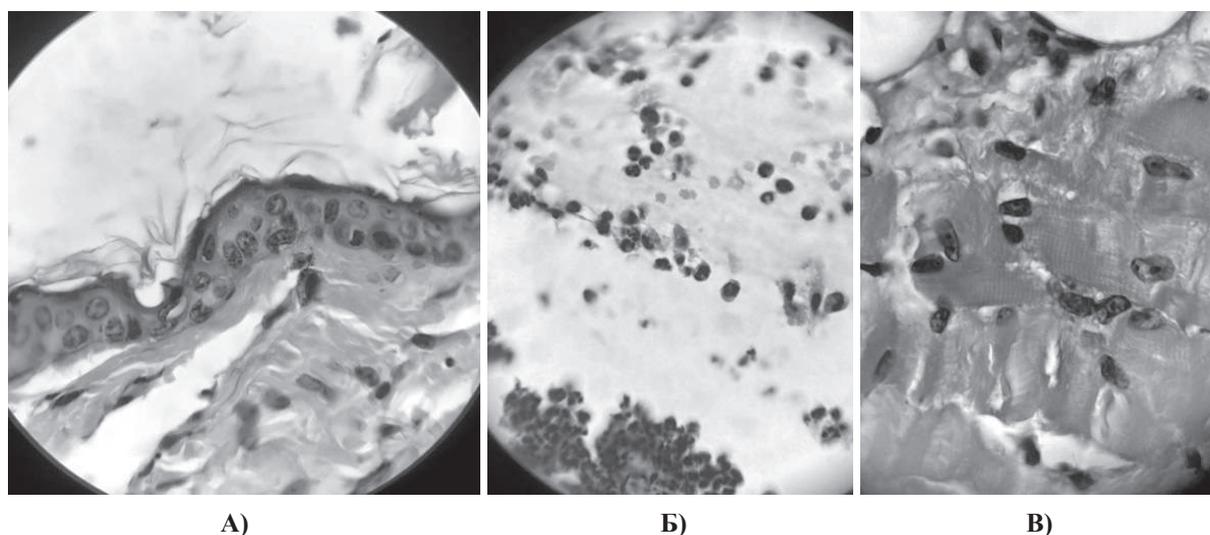
В ходе наблюдения не отмечалось снижения или повышения биохимических показателей крови.

Показатели «белой» крови реагировали на раневой процесс следующим образом: на 3–7 сутки в группах 2–4 отмечался лейкоцитоз с увеличением количества лимфоцитов, а также гранулоцитопения с тенденцией к нормализации показателей к 10-м суткам. В контрольной и 1-й группах лейкоцитоз сохранялся до 10 суток, а на 15 сутки отмечались статистически значимые отличия от 2–4-й групп. Уровень лимфоцитов хоть и находился в пределах нормы, но был в ~1,8 раза выше, чем в группах 2–4.

Наблюдался во всех группах подъём уровня «красной» крови до верхней границы референтных значений и даже несколько выше (на 3–7 сутки). Данные изменения можно трактовать как ответную реакцию на болевые ощущения от моделирования раны и стресс от эксперимента в целом.

При морфологическом исследовании печени и почек во всех группах отмечалось отсутствие в паренхиме патологических изменений. Структура почечных телец и отделов нефронов сохранена, балочная структура долек печени также не изменена. Аналогичная картина наблюдалась на всех сроках исследования.

При гистологическом исследовании микропрепаратов ран было отмечено, что на 3-е сутки у всех животных поверхность ран покрыта фибринозным струпом. В группах 2–4 в дерме наблюдается язвенно-некротический дефект, заполненный серозным экссудатом, а в контрольной и 1-й группах гнойным. У всех животных в дерме и подкожной клетчатке наблюдается формирование отёчной высокоvascularизированной грануляционной и незрелой фиброзной ткани с выраженной диффузной инфильтрацией нейтрофильными лейкоцитами и небольшим количеством мононуклеарных клеток воспаления. Таким образом, имеет место экссудативная фаза воспалительного процесса с проявлениями начала фазы пролиферации (рис. 1).



**Рисунок 1 – А) Фибринозный струп, серозный экссудат Б) Инфильтрация нейтрофильными лейкоцитами и гнойный экссудат В) Грануляционная и незрелая фиброзная ткани**

На 7-е сутки наблюдения в группах 2–4 объём раны значительно заполнился зрелой грануляционной тканью. Большую часть клеток в основном слое грануляции составляли пролиферирующие фибробласты. Наиболее поверхностный слой покрыт инфильтратом, в составе которого нейтрофильные лейкоциты. На краях раневой поверхности различима краевая эпителизация. Имеются морфологические признаки завершения фазы экссудации, чёткая пространственная организация грануляционной ткани, начало созревания коллагеновых волокон из глубины грануляции – наружу. В контрольной и 1-й группах отмечалось продолжение экссудативной фазы воспаления (рис. 2).

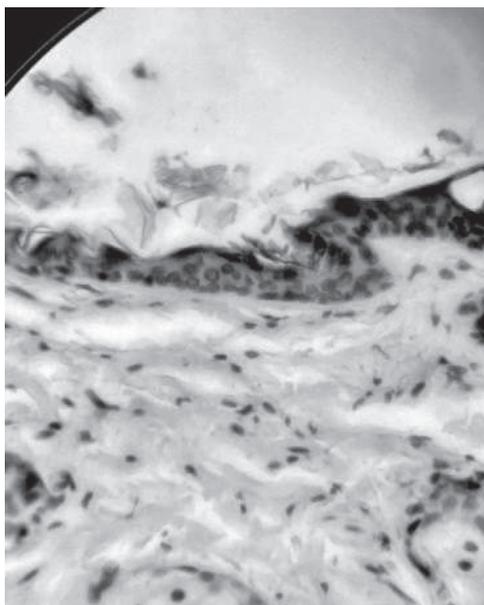


Рисунок 2 – Продолжение экссудативной фазы воспаления

На 10-е сутки в группах 2–4 объём раны полностью заполнен зрелой грануляционной тканью, в которой выделяют слои горизонтальных фибробластов, вертикальных сосудов и поверхностный. В контрольной и 1-й группах по-прежнему отмечалась незначительная инфильтрация с нейтрофильными лейкоцитами до срединного слоя раны, но отчётливо визуализируется краевая эпителизация раны (рис. 3).

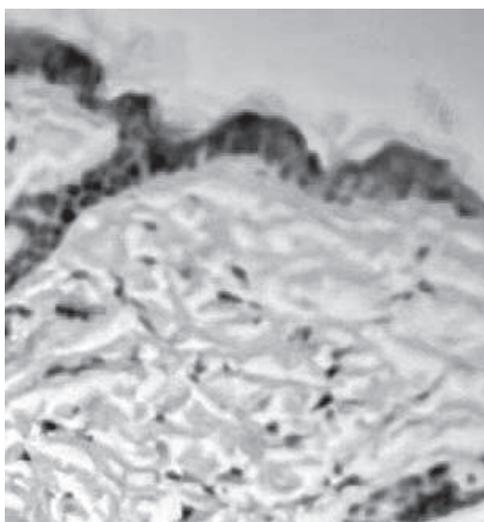
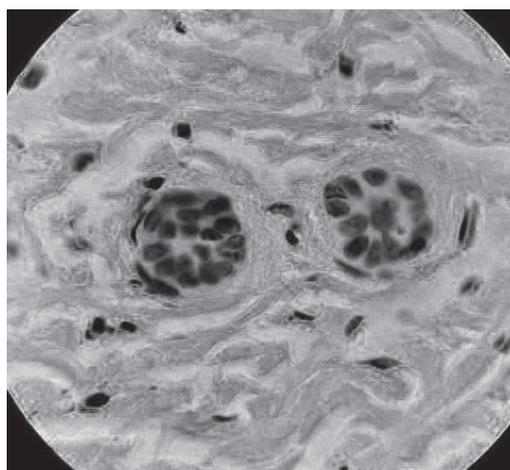


Рисунок 3 – Незначительная инфильтрация с нейтрофильными лейкоцитами

На 15-е сутки в 2-4 группах раневой дефект полностью закрыт волокнистой соединительной тканью. У всех животных данных групп полностью завершена эпителизация поверхностным эпидермисом и сформированы закладки для формирования волосяных фолликулов. Можно заключить, что фаза экссудации завершена полностью и пик пролиферативной фазы также пройден. В контрольной и 1-й группе тонкий слой эпителия покрывал грануляции по всей площади раны, производные эпидермиса отсутствовали (рис. 4).



**Рисунок 4 – Формирование волосяных фолликулов**

**Выводы.** Применение водного раствора плазмомодифицированного хитозана в концентрациях 0,25 %, 1,0 %, 2,0 % при местном воздействии на вторично контаминированную рану благоприятно влияет на процесс заживления, не повреждает печень и почки и может быть рекомендован для дальнейшего исследования. Следует отметить, что при концентрации раствора 0,1 % положительный эффект не замечен.

#### **Список используемой литературы**

1. Ли К. Применение и свойства хитозана / К. Ли, Е.Т. Данн, Е.В. Гранмезон, М.И.А. Гусен // Журнал биоактивных и совместимых полимеров. 1992. 7. doi:10.1177/088391159200700406.
2. PH-чувствительные инъекционные гидрогели с адгезией к слизистой оболочке на основе привитой хитозаном дигидрокофеиновой кислоты и окисленного пуллулана для локализованной доставки лекарств / Ю. Лян, Х. Чжао, П.Х. Маи др. // Журнал науки о коллоидах и интерфейсах. 2019. 536, doi:10.1016/j.jcis.2018.10.056.
3. Хитозан и комплексные наночастицы на основе хитозана–ZnO: формирование, характеристика и антибактериальная активность / И. Перельштейн, Э. Рудерман, Н. Перкас и др. // Журнал химии материалов. В 2013. 1. doi:10.1039/c3tb00555k.
4. Ринаудо М. Хитин и хитозан: свойства и применение // Прогресс в науке о полимерах 2006. 31. doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001.
5. Чжао Х. Антибактериальные и проводящие инъекционные гидрогели на основе кватернизованного хитозана-графт-полианилина/окисленного декстрана для тканевой инженерии / Х. Чжао, П. Ли, Б. Го, П.Х. Ма // Акт Биоматериализации 2015, 26, doi:10.1016/j.actbio.2015.08.006.
6. Антибактериальный антиоксидантный электроактивный инъекционный гидрогель в качестве самозаживляющейся раневой повязки с гемостазом и адгезией для заживления кожных ран / Х. Чжао, Х. Ву, Б. Го и др. // Биоматериалы. 2017. 122. doi:10.1016/j.biomaterials.2017.01.011.
7. Хижкина М.А., Наумова И.К. Действие биопрепаратов на основе наночастиц металлов на заживление раневых поверхностей. //В сборнике материалов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых: «Перспективы развития научной и инновационной деятельности молодежи в ветеринарии». – пос. Персиановский, 2023.
8. Khlyustova A. Solution Plasma Processing as an Environmentally Friendly Method for Low-Molecular Chitosan Production / A. Khlyustova, N. Sirotkin, I. Naumova et al. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2022. 42(3).
9. Titov, V.A., Naumova, I.K., Khlyustova, A.V., Sirotkin, N.A. Gas Discharge Treatment of Chitosan Solutions to Obtain Biologically Active Products / V.A. Titov, Naumova, I.K., A.V. Khlyustova, N.A. Sirotkin // High Energy Chemistry. 2023. Т. 57. № S1.

## References

1. Li K. Primenenie i svoystva xitozana / K. Li, E.T. Dann, E.W. Granmezon, M.I.A. Gusen // Zhurnal bioaktivny`x i sovmestimy`x polimerov. 1992. 7. doi:10.1177/088391159200700406.
2. PH-chuvstvitel`ny`e in`ekcionny`e gidrogeli s adgeziej k slizistoj obolochke na osnove privitoj xitozonom digidrokofeinovoj kisloty` i okislennogo pullulana dlya lokalizovannoj dostavki lekarstv / Yu. Lyan, X. Chzhao, P.X. Mai dr. // Zhurnal nauki o kolloidax i interfejsax. 2019. 536, doi:10.1016/j.jcis.2018.10.056.
3. Xitozan i kompleksny`e nanochasticy na osnove xitozana–ZnO: formirovanie, xarakteristika i antibakterial`naya aktivnost` / I. Perel`shtejn, E`. Ruderman, N, Perkas i dr. // Zhurnal ximii materialov. B 2013. 1. doi:10.1039/c3tb00555k.
4. Rinaudo M. Xitin i xitozan: svoystva i primenenie // Progress v nauke o polimerax 2006. 31. doi:10.1016/j.progress-polymsci.2006.06.001.
5. Chzhao X. Antibakterial`ny`e i provodyashhie in`ekcionny`e gidrogeli na osnove kvaternizovannogo xitozana-graft-polianilina/oksidirovannogo dekstrana dlya tkanevoj inzhenerii / X. Chzhao, P. Li, B. Go, P.X. Ma // Akt Biomaterializacii 2015, 26, doi:10.1016/j.actbio.2015.08.006.
6. Antibakterial`ny`j antioksidantny`j e`lektroaktivny`j in`ekcionny`j gidrogel` v kachestve samozazhivlyayushhejsya ranevoj povyazki s gemostazom i adgeziej dlya zazhivleniya kozhny`x ran / X. Chzhao, X. Vu, B. Go i dr. // Biomaterialy`. 2017. 122. doi:10.1016/j.biomaterials.2017.01.011.
7. Xizhkina M.A., Naumova I.K. Dejstvie biopreparatov na osnove nanochasticz metallov na zazhivlenie ranevy`x poverxnostej. //V sbornike materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molody`x ucheny`x: «Perspektivy` razvitiya nauchnoj i innovacionnoj deyatel`nosti molodezhi v veterinarii». – pos. Persianovskij, 2023.
8. Khlyustova A. Solution Plasma Processing as an Environmentally Friendly Method for Low-Molecular Chitosan Production / A. Khlyustova, N. Sirotkin, I. Naumova et al. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2022. 42(3).
9. Titov, V.A., Naumova, I.K., Khlyustova, A.V., Sirotkin, N.A. Gas Discharge Treatment of Chitosan Solutions to Obtain Biologically Active Products / V.A. Titov, Naumova, I.K. , A.V. Khlyustova, N.A. Sirotkin // High Energy Chemistry. 2023. T. 57. № S1.

## ЭРИТРОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ КРОВИ У КУР НА ФОНЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Щербинина М.А., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»;

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

Якименко Н.Н., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»

*Исследование крови дает представление об изменениях, происходящих в организме при воздействии любых физиологических и патологических факторов. Общий анализ крови представляет собой исследование содержания форменных элементов, гемоглобина и индексов крови. Эритроциты – наиболее высокоспециализированная группа клеток, осуществляющая транспорт кислорода к органам и тканям. У птиц ядросодержащие крупные эллипсовидной формы эритроциты, способные переносить большое количество кислорода, обеспечивая высокую скорость метаболизма. Биологически активные добавки оказывают стимулирующее влияние на обменные процессы и гемопоэз. Целью нашего исследования был анализ изменений эритроцитарных индексов у кур на фоне психоэмоционального стресса. Исследование крови проводили по стандартным методикам, по формулам рассчитали цветовой индекс (ЦИ), средний объем эритроцита (МСV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (МСН), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (МСНС). В результате исследования установили, что эрготропики оказывают стимулирующее влияние на концентрацию эритроцитов, гемоглобина и среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците. При воздействии психоэмоционального стресса, вызванного посадкой молодых птенцов, у кур отмечено снижение концентрации эритроцитов, повышение гемоглобина, ЦИ, МСV, МСН и МСНС, что свидетельствует о гемоконцентрации. Данное состояние может привести к неспецифическим системным изменениям в организме и оказать отрицательное влияние на сосудистую систему. В результате проведенного эксперимента было установлено, что, несмотря на положительное влияние эрготропиков на эритропоэз, психоэмоциональный стресс у кур вызвал гипоксию, повышение концентрации липидов и кортизола, повлекшие за собой снижение эритроцитов, повышение гемоглобина и увеличение эритроцитарных индексов. Более выраженный эффект от применения эрготропиков отмечен при выпойке кур в течение 5 дней «Антистресс В-К-холин» в дозе 0,25 мл/л.*

**Ключевые слова:** куры, психоэмоциональный стресс, препараты-эрготропики, кровь, эритроцитарные индексы.

**Для цитирования:** Щербинина М.А., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н. Эритроцитарные индексы крови у кур на фоне психоэмоционального стресса // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 78–83.

**Актуальность.** Кровь – особая ткань, осуществляющая транспорт различных веществ между другими тканями, органами и системами и обеспечивающая единство и постоянство внутренней среды организма. Более 100 лет в клинической практике используется гематологический анализ крови [1], поскольку именно гематологическое исследование крови является одним из важнейших диагностических методов, тонко отражающих реакцию кроветворных органов при воздействии на организм различных физиологических и патологических факторов [2].

Общий анализ крови включает исследование концентрации форменных элементов, гемоглобина и индексов крови.

## Ветеринария и зоотехния

Эритроциты представляют высокоспециализированные клетки крови, транспортирующие кислород из легких к тканям и диоксид углерода в обратном направлении. В норме эритроциты образуют систему, в которой закономерно сочетаются клетки различных возрастов, морфологии и функционального состояния [3, 4, с. 48–62]. У птиц эритроциты крупные, эллипсоидной формы и с таким же вытянутым ядром [5]. Особенность эритроцитов птиц заключается в способности переносить большее количество кислорода, обеспечивая, таким образом, скорость обмена веществ и перелеты [6, с. 28–32]. Эритроциты содержат особый белок – гемоглобин, имеющий в своем составе железо, что и обуславливает цвет крови. Количество эритроцитов, гемоглобин и эритроцитарные индексы, такие как гематокритная величина, цветовой индекс (ЦИ), средний объем эритроцита (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC) имеют потенциальную ценность в прогнозировании развития постстрессовых и метаболических нарушений.

**Целью** данного исследования явилось изучение изменений эритроцитарных индексов у кур на фоне психоэмоционального стресса.

**Материал и методы исследований.** Кросс КОББ-500 содержится в ООО «ПродМит» – предприятии по выращиванию птицы. Куры маточного стада размещены в цехах по 8680–8841 голов, где предусмотрено напольное содержание. Зоогигиенические условия, кормление и поение соответствуют нормативным показателям согласно направлению продуктивности.

Для достижения цели эксперимента сформировали 3 группы, первый цех служил контрольной группой, второй – 1 опытной, третий – 2 опытной группами. У 10 кур из каждой группы отобрали пробы крови и проанализировали гематологические показатели.

Перед посадкой петухов контрольная группа кур получила традиционно применяемый на птицепредприятии препарат-эрготропик «Витол СН» в дозе 0,5 мл/л, 1 опытная – «Антистресс В-К-холин» в дозе 0,25 мл/л, 2 опытная – «Интромин Орал» в дозе 0,5 мл/л. После 5-дневной выпойки препаратов провели контроль гематологических показателей у кур каждой группы.

В каждой группе одновременно провели посадку молодых петушков. Спустя двое суток также выполнили гематологические исследования.

Кровь для исследования получали в утренние часы до кормления птицы. Исследование сыворотки крови выполняли в Центре клинических дисциплин ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ».

Подсчет эритроцитов осуществляли в камере с сеткой Горяева; содержание гемоглобина в крови определяли гемиглобинцианидным методом; гематокритную величину – микроцентрифугированием. На основании полученных результатов рассчитывали индексы красной крови – содержание гемоглобина в одном эритроците (MCH), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC), средний объем эритроцитов (MCV), цветовой индекс (ЦИ).

Примененные препараты-эрготропики в своем составе содержат холин, который необходим как прекурсор в биосинтезе нейромедиатора ацетилхолина. Холин является регулятором функции нервной системы, выступает как гепатопротектор и нормализует **гормональный** фон. Он влияет на гладкую мускулатуру, тонус сосудистой стенки, сердечный ритм и регулирует метаболизм, являясь источником метильных групп [7, с. 2265, 8, с. 29–34, 9, с. 66–71].

**Результаты исследований.** При оценке гематологического статуса у кур контрольной и опытных групп достоверной разницы не выявлено. После применения препаратов-эрготропиков у кур наметилась тенденция к увеличению концентрации эритроцитов и гемоглобина, более отчетливо это прослеживается в опытных группах (табл.).

После посадки петушков, в результате психоэмоционального стресса у кур отмечено снижение концентрации эритроцитов в крови относительно фоновых показателей на 13,87 % в контрольной группе, на 10,64 % в 1 опытной группе, на 13,03 % во 2 опытной группе ( $p \leq 0,05$ ). При этом увеличилась концентрация гемоглобина у кур контрольной группы на 23,79 %, в 1 опытной – на 28,76 %, во 2 опытной – на 32,2 % относительно фоновых данных ( $p \leq 0,05$ ).

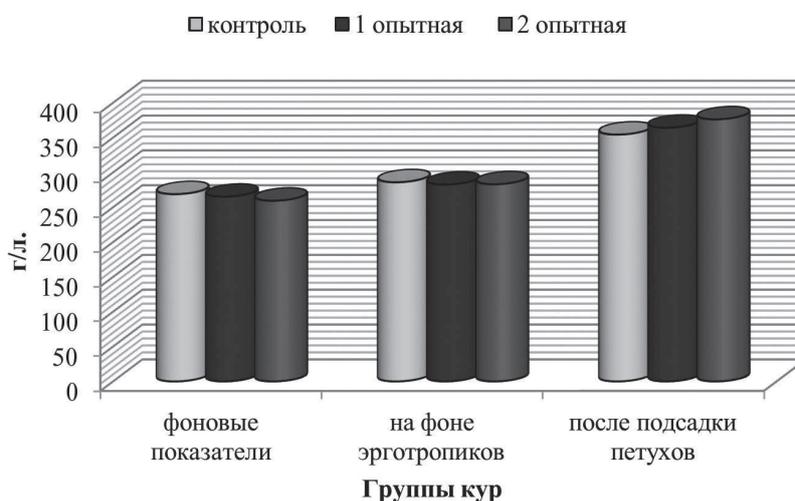
Более информативными показателями при оценке «красной» крови являются эритроцитарные индексы, поскольку они считаются достаточно стабильными параметрами и характеризуют не количество эритроцитов, но и их физиологические свойства.

**Цветовой индекс**, отражающий степень насыщения эритроцита гемоглобином, не претерпел изменений на фоне применения препаратов-эрготропиков и повысился у кур после подсадки петухов на 44,56–47,31 % (табл.).

**Таблица – Динамика показателей крови в контрольной и опытных группах,  $M \pm m$ ,  $n=10$**

Показатель	Гематологический статус	После выпойки эрготропиков	После подсадки петухов
<b>Контрольная группа</b>			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	3,10 $\pm$ 0,07	3,11 $\pm$ 0,03	2,67 $\pm$ 0,03
Гемоглобин, г/л	95,32 $\pm$ 0,87	96,50 $\pm$ 0,42	118,00 $\pm$ 0,20
Гематокрит, %	35,45 $\pm$ 2,18	33,75 $\pm$ 0,17	32,33 $\pm$ 0,19
ЦИ, ед.	0,92 $\pm$ 0,02	0,93 $\pm$ 0,03	1,33 $\pm$ 0,03
<b>1 опытная группа</b>			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	3,10 $\pm$ 0,04	3,18 $\pm$ 0,02	2,77 $\pm$ 0,04
Гемоглобин, г/л	95,56 $\pm$ 1,18	98,93 $\pm$ 0,22	123,10 $\pm$ 1,90
Гематокрит, %	36,04 $\pm$ 1,16	35,01 $\pm$ 0,25	33,80 $\pm$ 0,64
ЦИ, ед.	0,92 $\pm$ 0,03	0,93 $\pm$ 0,02	1,33 $\pm$ 0,04
<b>2 опытная группа</b>			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	3,07 $\pm$ 0,03	3,14 $\pm$ 0,14	2,76 $\pm$ 0,02
Гемоглобин, г/л	95,52 $\pm$ 0,57	97,74 $\pm$ 0,21	126,20 $\pm$ 1,64
Гематокрит, %	36,82 $\pm$ 1,08	34,53 $\pm$ 0,19	33,54 $\pm$ 0,20
ЦИ, ед.	0,93 $\pm$ 0,04	0,93 $\pm$ 0,02	1,37 $\pm$ 0,02

МНС, указывающий среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците, увеличился на фоне применения эрготропиков на 6,33 %, 6,57 % и 9,96 % соответственно в контрольной, 1 и 2 опытных группах ( $p \leq 0,05$ ). После подсадки петухов МНС вырос в контрольной группе на 31,78 %, в 1 опытной на 37,35 %, во 2 опытной на 45,04 % относительно стартовых показателей ( $p \leq 0,05$ ) (рис. 1)



**Рисунок 1 – Динамика МНС у кур контрольной и опытных групп**

## Ветеринария и зоотехния

Средний объем эритроцитов на фоне применения препаратов-эрготропиков у кур несколько снизился (на 5,00–8,00 %), а после подсадки петухов увеличился в контрольной группе на 5,90 % относительно первоначального показателя (рис. 2).

Изменения MCV более выражены относительно исследования крови после применения эрготропиков. Так, в контрольной группе объем эритроцитов увеличился на 19,44 %, в 1 опытной группе – на 10,83 %, во 2 опытной – на 10,57 % ( $p \leq 0,05$ ).

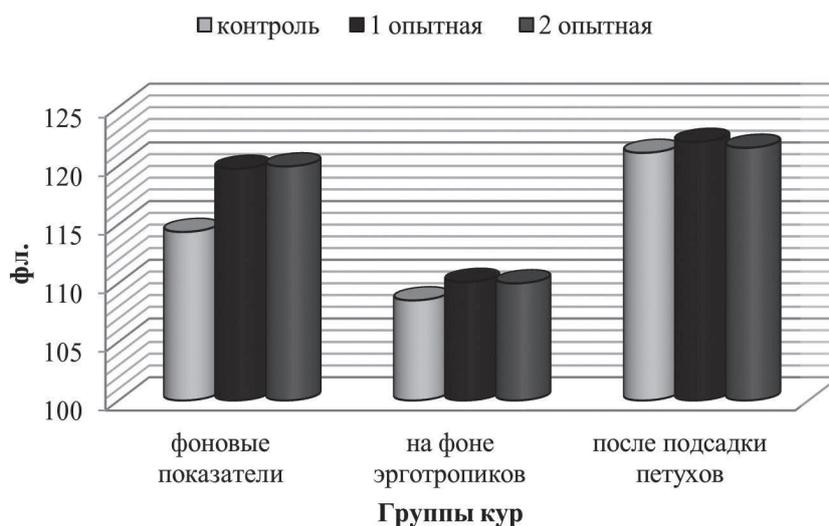


Рисунок 2 – Динамика MCV у кур контрольной и опытных групп

Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах у кур во всех группах на фоне применяемых препаратов-эрготропиков достоверно не изменилось (рис. 3). После подсадки петушков у кур относительно предыдущих двух сроков исследования MCH увеличился в контрольной группе на 43,70 % и 42,41 %, в 1 опытной на 43,97 % и 42,72 %, во 2 опытной группе – на 46,96 % и 46,00 % ( $p \leq 0,05$ ).

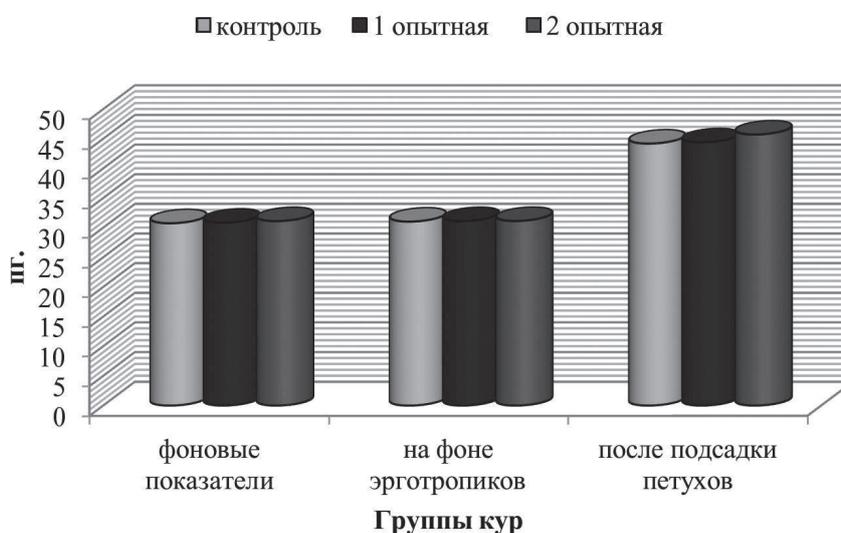


Рисунок 3 – Динамика MCH у кур контрольной и опытных групп

Таким образом, психоэмоциональный стресс, испытанный курами при подсадке петушков, привел к гемоконцентрации, что, вероятно, связано с повышением частоты пульса и артериального давления и, в свою очередь, оказывает отрицательное влияние на сосуды, и может привести к неспецифическим системным изменениям в организме [10, с. 18–20].

**Заключение.** На основании проведенного исследования можем сделать следующие выводы:

- препараты-эрготропики стимулируют эритропоэз, что отразилось на концентрации гемоглобина, насыщения эритроцитов гемоглобином, среднем объеме эритроцитов;
- психоэмоциональный стресс у кур после подсадки петушков вызвал гипоксию и липидемию, повлекшие за собой снижение эритроцитов, повышение гемоглобина и увеличение эритроцитарных индексов;
- наиболее выраженный эффект по совокупности показателей оказал «Антистресс В-К-холин», применяемый в течение 5 дней в дозе 0,25 мл/л.

### Список используемой литературы

1. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2008. – 720 с. 2. Кулакова Л.С., Жабькпаева А.Г. Общие и специальные методы исследования крови птиц: Учебное пособие. Костанай: КРУ им. А. Байтурсынова. 2021. – 108 с. 3. Бессарабов Б.Ф., Алексеева С.А., Клетикова Л.В. Лабораторная диагностика клинического и иммунобиологического статуса у сельскохозяйственной птицы. М.: КолосС. 2008. – 151 с. 4. Гительзон И.И., Терсков И.А. Исследование эритрона как управляемой организмом клеточной системы // Вопросы биофизики, биохимии и патологии эритроцитов / Под ред. Г.М. Франка, В.Т. Поэтовой. М.: Наука. 1967. – С. 48–62.
5. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы: учеб. пособие / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, С.В. Карамушкина [и др.], под ред. В.Г. Вертипрахова; Дальневосточный государственный аграрный университет, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ. 2021. – 134 с. 6. Чугайнова Л.В. Возрастные изменения количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови озерной чайки (*Larus ridibundus* L.) в раннем онтогенезе // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 5. С. 28–32; URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1120> (дата обращения: 19.03.2024).
7. Inazu M. Functional Expression of Choline Transporters in the Blood-Brain Barrier. *Nutrients*, 2019, vol. 11, No. 10, p. 2265. <https://doi.org/10.3390/nu11102265>.
8. Колесников А.Н. Применение холинергической фармакотерапии при ишемических инсультах в вертебробазилярном бассейне / А.Н. Колесников, В.Н. Стасюк, С.О. Чернуцкий, А.В. Дергунов // Медицина неотложных состояний. 2013. № 8. С. 29–34.
9. Захарова И.Н., Бережная И.В., Сгибнева А.И. Дефицит холина в организме, клинические проявления и отдаленные последствия // Педиатрия. Приложение к журналу *Consilium Medicum*. 2022. № 1. С. 66–71.
10. Клетикова Л.В., Якименко Н.Н., Фомичева М.В. Толерантность кур кросса Кобб-500 к сопряженному стрессу // Ветеринария и кормление. 2017. № 4. С. 18–20.

### References

1. Kishkun A.A. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. M.: GEOTAR-Media. 2008. – 720 s.
2. Kulakova L.S., Zhabykpaeva A.G. *Obshchie i spetsialnye metody issledovaniya krovi ptits: Uchebnoe posobie*. Kostanay: KRU im. A. Baytursynova. 2021. – 108 s.
3. Bessarabov B.F., Alekseeva S.A., Kletikova L.V. *Laboratornaya diagnostika klinicheskogo i immunobiologicheskogo statusa u selskokhozyaystvennoy ptitsy*. M.: KolosS. 2008. – 151 s.
4. Gitelzon I.I., Terskov I.A. *Issledovanie eritrona kak upravlyaemoy organizmom kletочноy sistemy // Voprosy biofiziki, biokhimii i patologii eritrotsitov / Pod red. G.M. Franka, V.T. Poetovoy*. M.: Nauka. 1967. – С. 48–62.
5. *Morfo-biokhimicheskie issledovaniya krovi u selskokhozyaystvennoy ptitsy: ucheb. posobie / V.G. Vertiprahov, A.A. Grozina, S.V. Karamushkina [i dr.], pod red. V.G. Vertiprahova; Dalnevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy i tekhnologicheskiiy institut ptitsevodstva RAN. Blagoveshchensk: Dalnevostochnyy GAU. 2021. – 134 s.*

**Ветеринария и зоотехния**

6. Chugaynova L.V. Vozrastnye izmeneniya kolichestva eritrotsitov i sodержaniya gemoglobina v krovi ozernoy chayki (*Larus ridibundus* L.) v rannem ontogeneze // Nauchnoe obozrenie. Biologicheskije nauki. 2018. № 5. S. 28–32; URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1120> (data obrashcheniya: 19.03.2024).
7. Inazu M. Functional Expression of Choline Transporters in the Blood-Brain Barrier. *Nutrients*, 2019, vol. 11, No. 10, p. 2265. <https://doi.org/10.3390/nu11102265>.
8. Kolesnikov A.N. Primenenie kholinergicheskoy farmakoterapii pri ishemicheskikh insultakh v vertebrobasil-yarnom bassejne / A.N. Kolesnikov, V.N. Stasyuk, S.O. Chernutskiy, A.V. Dergunov // *Meditcina neotlozhnykh sostoyaniy*. 2013. № 8. S. 29–34.
9. Zakharova I.N., Berezhnaya I.V., Sgibneva A.I. Defitsit kholina v organizme, klinicheskie proyavleniya i ot-dalennye posledstviya // *Pediatriya. Prilozhenie k zhurnalu Consilium Medicum*. 2022. № 1. S. 66–71.
10. Kletikova L.V., Yakimenko N.N., Fomicheva M.V. Tolerantnost kur krossa Kobb-500 k sopryazhennomu stressu // *Veterinariya i kormlenie*. 2017. № 4. S. 18–20.

## ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.95; 631.95; 621.311

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Колосовский А.М.**, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ;  
**Койчев В.С.**, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ;  
**Рожков А.С.**, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ;  
**Черкасов В.Е.**, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ

Рассматривается проблема эко-энергетического перехода сельского хозяйства Калининградской области на преимущественное использование альтернативных возобновляемых источников топлива и энергии (АВИТЭ). Показано, что происходящий в наши дни экологический и энергетический переход объединяется в единый процесс, нацеленный, с одной стороны, на экономию невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, с другой стороны, на повышение продуктивности и повышения качества сельскохозяйственного производства. В Калининградской области целесообразно рассматривать использование газовых (био- и СПГ) и электромобилей (гибридов), биодизеля и биоэтанола, а также использование водородных топливных элементов в перспективе. Возможности развития ВИЭ на биотопливе способствует умеренный климат и ровный рельеф области за счет широкомасштабного развития сельского хозяйства и товарного лесоводства. Например, наличие в регионе централизованного энерго- и газоснабжения позволяет в перспективе отказаться от использования традиционного бензинового и дизельного топлива, и этим значительно улучшить экологическую обстановку. Рекомендуются осуществлять осторожный перевод сельскохозяйственной техники в регионе на газ и электричество, состоящий в постепенной и частичной замене тракторов, машин, оборудования с бензиновыми и дизельными двигателями на газовые и гибридные на основе взвешенной оценки угроз и рисков использования этих видов энергии в сельском хозяйстве, скорости формирования эффективной инфраструктуры. Рассмотрены перспективы более эффективного использования в сельском хозяйстве региона альтернативных источников энергии и топлива, даны предложения по оптимизации их использования наряду с дальнейшим развитием традиционных источников энергии и топлива.

**Ключевые слова:** эко-энергетический переход, топливо, энергия, биотопливо, солнечная энергия, ветровая энергия, водородное топливо.

**Для цитирования:** А.М. Колосовский, В.С. Койчев., Рожков А.С., Черкасов В.Е. Пути повышения эффективности использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве Калининградской области // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 84–91.

**Введение.** В условиях разворачивающегося в наши дни эко-энергетического перехода [13], направленного на снижение нагрузки на окружающую среду, на повышение эффективности и производительности аграрного производства, все больше сельскохозяйственных товаропроизводителей отказываются от использования в перспективе традиционных источников топлива и энергии и пе-

реключаются на возобновляемые источники [6]. При этом одной из основополагающих тенденций мирового развития является постепенное превращение сельского хозяйства из крупного потребителя топливных ресурсов в эффективного их производителя [17]. С другой стороны, ряд характерных для сельхозтоваропроизводителей особенностей, заключающихся в сезонности агропроизводственного цикла, территориальной рассредоточенности хозяйственных объектов, а также опережающих темпов роста цен на энергоресурсы по сравнению с ценами на сельхозпродукцию, приводят к перманентному росту себестоимости их продукции [8]. В этой связи сельскохозяйственные производители вынуждены сокращать потребление горюче-смазочных материалов, электроэнергии, газа и шире использовать возобновляемые источники энергии. С одной стороны, использование возобновляемых энергоресурсов не нарушает экологического баланса, с другой – в сравнительно короткие сроки повышенные капиталовложения окупаются за счет незначительных эксплуатационных затрат. Их можно использовать постоянно, без временных ограничений, в то время как потребление невозобновляемых источников энергии ограничено имеющимися запасами. Таким образом, на сегодняшний день исследование вопросов, связанных с переходом сельского хозяйства Калининградской области на использование альтернативных возобновляемых источников топлива и энергии (АВИТЭ) [11], является перспективным с точки зрения экономической и энергетической эффективности направлением деятельности, несмотря на активное противостояние нефтегазового комплекса.

**Постановка проблемы.** В условиях России решение актуальной задачи по повышению эффективности и производительности аграрного производства возможно за счет комплексного синергетического эффекта от повышения энергообеспеченности сельскохозяйственной техники [9], более эффективного использования топливных и энергетических ресурсов в сельском хозяйстве, достигаемого путем их сбережения, приводящего одновременно к снижению давления на окружающую среду.

Для Калининградской области, в связи с ее географической оторванностью от России, ростом электропотребления, необходимостью обеспечения энергетической безопасности, указанная задача особенно актуальна. Калининградская область является одним из немногих субъектов Российской Федерации, не имеющих общих границ с остальной территорией России и обладающим в этой связи рядом особенностей, которые позволяют запустить на территории области пилотные проекты по развитию альтернативных источников топлива и энергии для последующего распространения полученных результатов на территории других субъектов Российской Федерации. Например, наличие в регионе централизованного энерго- и газоснабжения позволяет в перспективе отказаться от использования традиционного бензинового и дизельного топлива, и этим значительно улучшить экологическую обстановку.

Во-первых, как совершенно справедливо, например, указывает Виленская Н.И., Калининградская область является наиболее подходящей территорией для перевода автотранспорта с ДВС на электропривод [2]. Дело в том, что, с одной стороны, Калининградская область является самым малым по протяженности регионом России (205 км) с мягким климатом, исключая сильные и продолжительные зимние морозы ( $\leq -30$  °C). С другой стороны, наличие густой сети первоклассных автодорог с твердым асфальтово-бетонным покрытием позволяет нивелировать главный недостаток электромобиля— ограничение пробега на одной зарядке и отсутствие развитой зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств.

Во-вторых, это геоэкономическое положение Калининградской области, где в силу ее эксклавного (а ввиду последних событий – по сути анклавного) положения внешнеторговые потоки идут в страны ЕС, имеющими жесткие экологические нормы. Поэтому перевод всего автотранспорта замкнутого региона на альтернативные источники топлива и энергии будет способствовать минимизации угрозы введения углеродного налога на товары, экспортируемые из Калининградской области.

В-третьих, наличие на территории региона опытного автопроизводителя Группа компаний «Автотор» (далее – ГК «Автотор»). ГК «Автотор» уже осуществляет перевод часть своих производствен-

ных мощностей на производство автомобилей на альтернативных источниках, а также строительство гига-фабрики по созданию производства литий-ионных аккумуляторов и систем накопления энергии на площадке Балтийской АЭС, что будет способствовать снижению выбросов парниковых газов и достижению углеродной нейтральности.

Сказанное в полной мере относится и к возможности осуществить в экспериментальном порядке эко-энергетический переход в сельском хозяйстве Калининградской области с учетом недостатка в регионе собственных природных «энергетических» ископаемых (при традиционном подходе к их использованию). Однако, как отмечает Рагулина И.Р., современные технологии добычи энергетических ресурсов позволяют использовать биомассу лесов и болот [14] в качестве их альтернативного источника (за счет использования в качестве сырья отходов древесины и торфа). Как отмечает Синицына Д.Г., запасы торфа исчисляются в области 2,5–5,0 млрд. м<sup>3</sup>, а при правильной эксплуатации лесов неистощимы и запасы древесины [15]. Подобную же мысль высказывают Воронцов С.А. и Мезенова О.Я., указывая на достаточно высокий потенциал Калининградского региона в части биоэнергетических источников, включающих полигоны ТБО, органические отходы животноводческого и пищевого секторов, биомассы возобновляемых растений. Например, отмечается, что биогазовые установки способны вырабатывать из древесного сырья около 100 м<sup>3</sup> биогаза в час. При биотехнологической переработке данных источников область сможет не только улучшить экологическую обстановку, оптимизировав работу полигонов ТБО, но и получить дополнительные виды энергии, возвращающиеся в производство, что позволит существенно сократить все затраты, связанные с выпуском продукции [5]. Примером эффективных решений в этой сфере может стать использование таких растений, как Ива северная (лат. *Sálixboréalis*) или многолетней травы Мискантус Гигантеус (лат. *Miscanthus Giganteus*). Их биомассу можно в перспективе перерабатывать в различную продукцию, например: в пеллеты и биотопливо, целлюлозу и строительные композиты [3]. Имеется в виду таким образом осуществить в короткие сроки электрификацию сельхозтехники [2] и газификацию сельскохозяйственного производства. Таким образом, предлагается перейти на возобновляемые источники энергии, водородное топливо и преимущественное использование других, по сути неограниченных, возобновляемых ресурсов, «дружественных» к окружающей среде.

**Цель исследования.** Целью исследования является изучение путей повышения эффективности использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве Калининградской области, а также путей повышения эффективности их применения в контексте общемировых и российских тенденций и перспектив.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В ходе исследования были использованы материалы специальной научной периодики, интернет-изданий, методы научного сравнительного, логического, статистического анализа, методы индукции и дедукции, анализа и синтеза, графоаналитический метод. По результатам литературного анализа российских профессиональных источников были построены статистические модели, позволяющие графически интерпретировать, а также построить линии тренда развития ситуации с эффективностью использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве России и Калининградской области.

**Результаты исследований и их обсуждение.** К ВИЭ принято относить много различных видов возобновляемой энергии, но в данном исследовании ВИЭ мы рассматриваем биоэнергию (жидкие биотоплива, древесину, пеллеты, отходы, биогаз), гидроэнергию, свалочный газ, энергию солнца, ветра, приливов, геотермальных источников, волн и пр. [13]. По понятным соображениям солнечную энергию применительно к Калининградской области из-за большого количества пасмурных дней в году, как и последние три вида источников энергии, из указанного перечня мы рассматривать не будем. Подходящие для развития энергетики на основе использования каждого из упомянутых видов ВИЭ географические условия неравномерно распределены по миру, и в России особенно. Если рассмотреть территорию Калининградской области с точки зрения размещения ВИЭ, то окажутся актуальными ветровые ресурсы, сосредоточенные также в приморских регионах, как и степных зонах и горной местности. Неполноводная речная сеть способствует развитию малой гидроэнергетики. Естественным преимуществом для Калининградской области является возможность

## Инженерные агропромышленные науки

развития ВИЭ на биотопливе. Тем более что ее умеренный климат и ровный рельеф способствуют развитию широкомасштабного сельского хозяйства и товарного лесоводства (ввиду еще сохраняющихся площадей, не используемых в севообороте) и, в частности, производству биотоплива.

Причины, побуждающие развитие ВИЭ, известны: неминуемое исчерпание ископаемого топлива и необходимость в замещении его альтернативными источниками энергии; глобальное потепление, вызываемое выбросами  $\text{CO}_2$  от сжигания ископаемого топлива, и связанные с ним негативные изменения в природе; загрязнение окружающей среды от выбросов вредных веществ в процессе добычи, переработки и сжигания ископаемого топлива на электростанциях. Тогда как, например, отмечают Титова И.В. и др., биотопливо является экологически безопасным альтернативным топливом, которое может быть использовано в различных дизельных двигателях и, как правило, без каких-либо переделок двигателя. В настоящее время наблюдается растущий интерес к использованию сельскохозяйственных продуктов для приготовления биодизельного топлива, поскольку оно дает меньшие выбросы и является возобновляемым по сравнению с традиционным дизельным топливом [16].

Основными потребителями ВИЭ в настоящее время являются сельскохозяйственные предприятия (около 80 %), которые в большинстве случаев невозможно подключить к сетевому электроснабжению. Чтобы оценить эффективность применения того или иного вида ВИЭ для электроснабжения конкретного предприятия (объекта) необходимо рассмотреть имеющиеся в регионе виды нетрадиционных энергоресурсов, учитывая их достоинства и недостатки (рисунок 1). В регионе целесообразно рассматривать использование газовых (био- и СПГ) и электромобилей (гибридов), биодизеля и биоэтанола, а также использование водородных топливных элементов в перспективе.

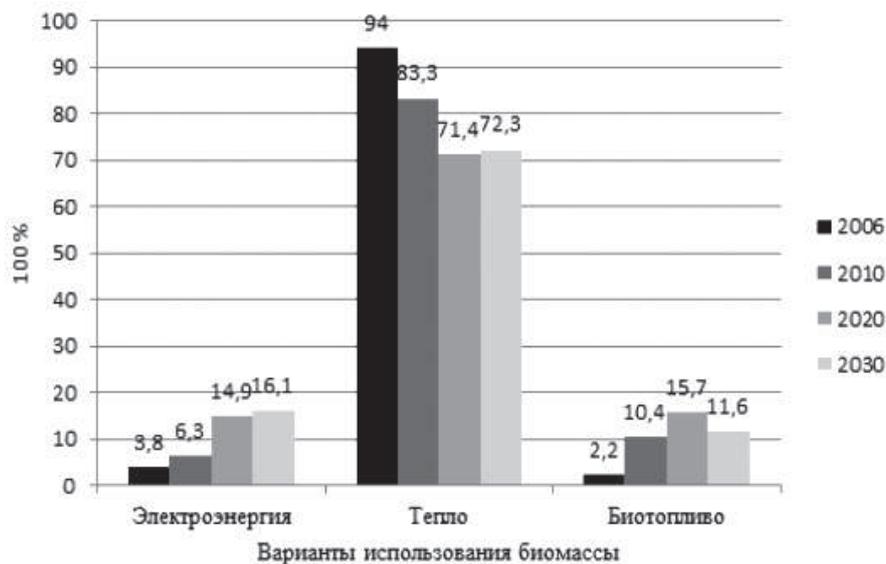


Рисунок 1 – Существующие и ожидаемые изменения в использовании биомассы в течение 25 лет (все значения приведены в процентах от общего числа 100 %). Разработано авторами по материалам [16]

Как отмечается в ряде публикаций, важное преимущество водорода в условиях эко-энергоперехода состоит в возможности использования избыточной выработки ВИЭ для его производства методом электролиза и последующего хранения водорода либо его использования в разнообразных процессах [4; 16]. Кроме того, отметим такие важные преимущества водородного двигателя:

- простота конструкции и надежность;
- более высокий КПД, чем у бензинового двигателя, но меньший, чем у электродвигателей;
- отсутствие каких-либо шумов; почти полное отсутствие вредных выбросов; высокая мощность двигателей;

– приемлемая автономность: современные водородные автомобили способны преодолевать на одной заправке до 500 километров.

К недостаткам наиболее широко распространенных водородных двигателей на топливных элементах нужно отнести: увеличенную массу автомобиля; взрывоопасность водорода, которая резко повышается при наличии неисправностей в двигателе; высокую стоимость эксплуатации автомобиля [4]. Ожидается, что в долгосрочной перспективе роль водорода в мировой энергосистеме может оказаться сопоставима с ролью, которую сейчас играют газ или уголь [13].

По прогнозам ИНЭИ РАН – ЦЭ Московской школы управления Инновационного Центра СКОЛКОВО в целом к 2040 г. должны произойти существенные изменения в топливной корзине транспортного сектора, а именно: нефтепродукты заметно снизят свою долю с 93 % в настоящее время до 85–73 % (в зависимости от сценария: консервативного, инновационного сценариев или сценария энергоперехода). В соответствии с этим прогнозом доля электроэнергии, в том числе вырабатываемой топливными элементами, достигнет 32 % в сценарии эко-энергоперехода. Синтетические же жидкие топлива (в основном биотоплива) так и будут занимать долю порядка 2–3 % в общем объеме потребления топлив в транспортном секторе.

Ожидается, что во всех сценариях природный газ сохранит доминирующее положение в структуре российского энергобаланса. Однако в сценарии эко-энергоперехода ожидаются заметные изменения: к 2040 г. доля твердого топлива сократится вдвое и почти вдвое вырастет доля низкоуглеродных источников [13].

Что касается прогноза эко-энергоперехода структуры первичного потребления энергии в Калининградской области к 2040 году (рисунок 2), то можно с уверенностью сказать, что основой энергопотребления останется природный газ (около 65 %), учитывая избыток мощностей всех ТЭЦ, генерирующих электроэнергию в регионе на основе СПГ. Если же говорить о планах по переводу сельскохозяйственной техники в регионе на газ и электричество, то представляется оптимальным осторожный подход, состоящий в постепенной и частичной замене тракторов, машин, оборудования с бензиновыми и дизельными двигателями на газовые и гибридные на основе взвешенной оценки угроз и рисков использования этих видов энергии в сельском хозяйстве, скорости формирования эффективной инфраструктуры для использования компримированного газа и средств накопления и передачи электроэнергии в АПК, замена устаревших электролиний и оборудования с высоким уровнем потерь энергии и пр. [12].

Как отмечают Корягин М.Е. и Декина А.И., с точки зрения использования газомоторного топлива в сельском хозяйстве наиболее эффективно дооборудование дизельного двигателя газовой системой

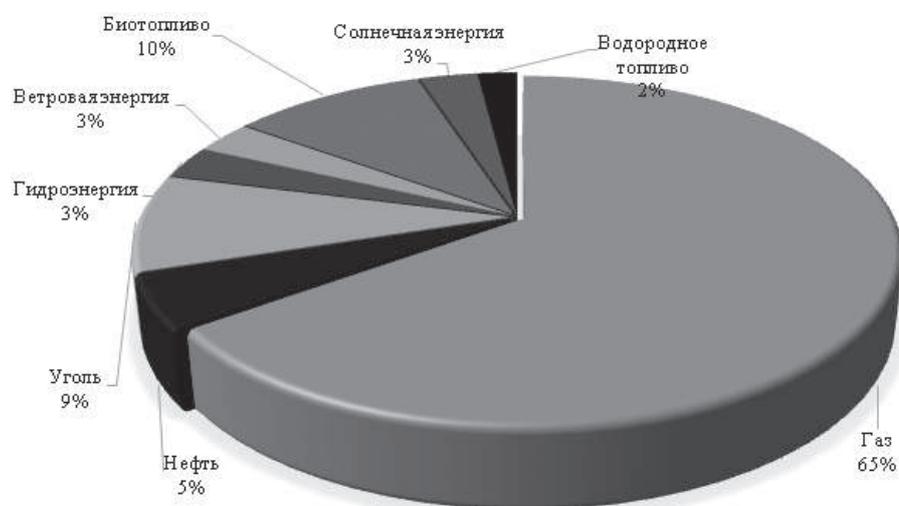


Рисунок 2 – Сценарный прогноз эко-энергоперехода структуры первичного потребления энергии в Калининградской области в 2040 г., % [10]

## Инженерные агропромышленные науки

питания для работы по газодизельному циклу. При этом ими выделяется следующее преимущество: не нужно вносить изменений в двигатель и топливную аппаратуру и всегда можно вернуться к использованию дизеля. Экономия дизельного топлива при этом составит 75–80 %, дымность отработанных газов снижается в 2–4 раза, а суммарный запас хода транспортного средства увеличивается в 1,5–1,7 раза. Автономная выработка электрической и тепловой энергии с помощью газогенератора позволяет снизить цену электроэнергии в 5–6 раз, обеспечивает ее бесперебойную поставку, сокращает вредные выбросы, поскольку газ сгорает без остатка [10].

Несмотря на большое количество преимуществ альтернативной энергетики в целом, каждый ее вид имеет ряд особенностей, ограничивающих территорию его использования. Для выбора вида возобновляемых источников энергии при решении конкретных задач региона необходим анализ их преимуществ, недостатков и особенностей, а также себестоимости энергии с учетом климатических и географических особенностей местности. Например, как отмечает Груничев А.И., при общем низком уровне солнечной радиации в условиях Калининградской области можно рекомендовать использование комбинированных солнечно-ветровых установок, состоящих из солнечных батарей и вертикально-осевого ветрогенератора без лопастей, производящего энергию, используя заряженные частицы (капли воды, силу ветра), разработанных голландскими специалистами [7].

Средние диапазоны себестоимости ВИЭ для РФ приведены на рисунке 3. Анализ этой диаграммы показывает, что сравнение наиболее ассоциативных видов ВИЭ (биоэнергия, солнечная энергия и ветровая энергетика) демонстрирует более высокую эффективность биоэнергетических видов топлива по таким критериям, как мощность, цена и срок окупаемости, а именно, при сопоставимой мощности наблюдается приемлемая цена и самая быстрая окупаемость капитальных вложений. Это вселяет уверенность в хорошую динамику роста использования биотоплива в условиях Калининградской области в ближайшей перспективе. Однако, как видно по диаграмме, львиная доля энергии в ближайшей и более отдаленной перспективе будет вырабатываться и потребляться в виде газомоторного топлива за счет потребления СПГ.

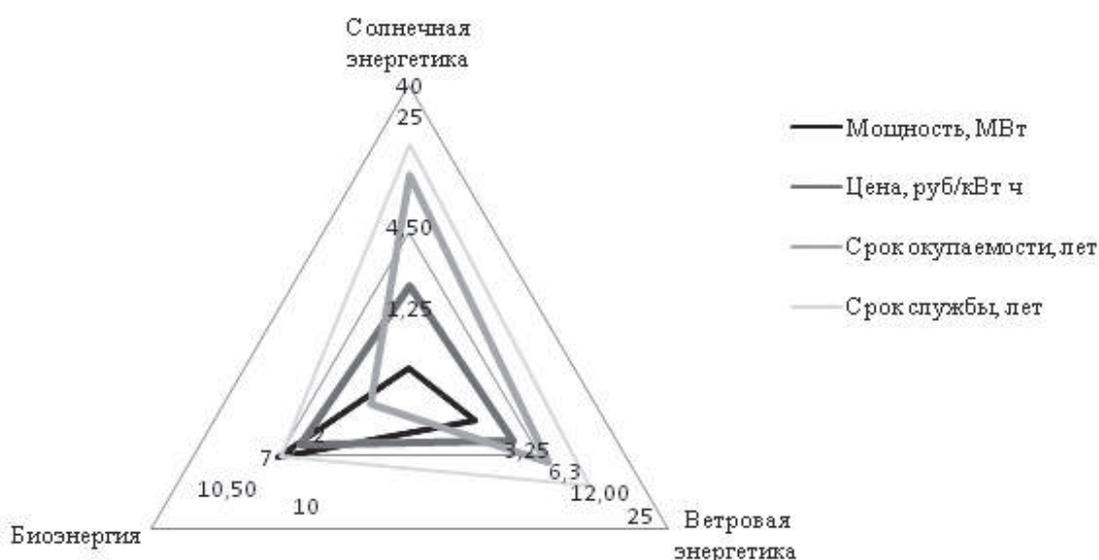


Рисунок 3 – Лепестковая диаграмма: Средние диапазоны основных характеристик ВИЭ.  
Разработано авторами по материалам [1]

**Заключение.** В результате проведенного исследования можно прийти к следующим результатам. Естественным преимуществом для Калининградской области является возможность развития ВИЭ на биотопливе, чему способствует умеренный климат и ровный рельеф области за счет широкомас-

штабного развития сельского хозяйства и товарного лесоводства. В регионе целесообразно рассматривать использование газовых (био- и СПГ) и электромобилей (гибридов), биодизеля и биоэтанола, а также использование водородных топливных элементов в перспективе. Ожидается, что в Калининградской области к 2040 году основой энергопотребления останется природный газ (около 65 %), учитывая избыток мощностей всех ТЭЦ, генерирующих электроэнергию в регионе на основе СПГ. Рекомендуется осуществлять осторожный перевод сельскохозяйственной техники в регионе на газ и электричество, состоящий в постепенной и частичной замене тракторов, машин, оборудования с бензиновыми и дизельными двигателями на газовые и гибридные на основе взвешенной оценки угроз и рисков использования этих видов энергии в сельском хозяйстве, скорости формирования эффективной инфраструктуры. С точки зрения использования газомоторного топлива в сельском хозяйстве наиболее эффективно дооборудование дизельного двигателя газовой системой питания для работы по газодизельному циклу, обладающему следующими преимуществами: не нужно вносить изменений в двигатель и топливную аппаратуру и всегда можно вернуться к использованию дизеля.

### Список используемой литературы

1. Белан С.И., Бадавов Г.Б., Гусейнов Н.М. Оценка современного состояния и потенциала использования возобновляемых источников энергии в России // ГИАБ. 2021. № 3–1. С. 284–298.
2. Виленская Н.И. Инфраструктура для электромобилей в Калининградской области: проблемы и перспективы // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2023. № 2 (50). С. 71–83.
3. Витебская А.В., Остроглядова О.И. Развитие потенциала Калининградской области за счет возобновляемых источников энергии // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 1 (62). С. 159–162.
4. Водородные автомобили: есть ли у них будущее. Блог STD-SHELL.ru. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.std-shell.ru/blog/article/vodorodnye-avtomobili-est-li-u-nih-budushchee> / (Дата обращения: 10.05.2024).
5. Воронцов С.А., Мезенова О.Я. Сырьевой потенциал Калининградской области для производства биотоплива // Вестник молодежной науки. 2016. № 4 (6). С. 2.
6. Современные тенденции развития мирового сельского хозяйства / Е.С. Гавва, Д.С. Белов, А.Н. Толстова и др. // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК» / Под ред. С.И. Ткачева / Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. С.83–87.
7. Груничев И.А. Архитектурные принципы интеграции ветрогенераторов в малоэтажных зданиях в зонах прибрежных территорий // Жилищное строительство. 2015. № 12. С. 26–31.
8. Елоева Р.К., Есенов И.Х. Перспективы использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 3. С. 193–196.
9. Колосовский А.М., Новиков М.А., Рожков А.С. Оценка состояния и динамики энергообеспеченности российских сельскохозяйственных товаропроизводителей // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 1. (42). С. 75–83;
10. Корягин М.Е., Декина А.И. Энергосбережение сельскохозяйственной отрасли Кемеровской области: анализ состояния и перспективы развития // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 2. С. 53–56.
11. Кравченко В.А., Леонова Ю.А. Развитие альтернативной энергетики в России: современное состояние и перспективы // В сборнике: Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Материалы III Международной научной конференции. Под общей редакцией С.В. Беспаловой. 2018. С. 245–247.
12. Макрак С.В. Топливо-энергетические ресурсы в сельском хозяйстве республики Беларусь: Особенности управления и перспективные направления повышения эффективности // Островские чтения. 2020. № 1. С. 104–108.
13. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А. А. Макарова, Т.А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН – ЦЭ Московской школы управления СКОЛКОВО. Москва, 2019. 210 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus>. (Дата обращения: 10.05.2024).
14. Рагулина И.Р. Эколого-экономическая оценка использования биомассы лесов и болот Калининградской области // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2006. № 1. С. 78–84.

## Инженерные агропромышленные науки

15. Синицина Д.Г. Анализ региональных условий и факторов для использования альтернативных источников энергии в рамках реализации энергетической стратегии России // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. 2014. № 2 (36). С. 146–148.
16. Титова И.В., Чупахин А.В., Коноплин А.Н., Булыгин Н.Н. Использование сельскохозяйственной биомассы в качестве возобновляемого источника энергии // В сборнике: Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 84–92.
17. Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Шекихачева Л.З. Использование биотоплива в качестве альтернативного источника энергии в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2019. № 2 (24). С. 100–105.

### References

1. Belan S.I., Badavov G.B., Gusejnov N.M. Ocenka sovremennogo sostoyaniya i potentsiala ispol'zovaniya vozobnovlyaemyx istochnikov energii v Rossii // GIAB. 2021. № 3–1. S. 284–298.
2. Vilenskaya N.I. Infrastruktura dlya elektromobilej v Kaliningradskoj oblasti: problemy i perspektivy // Vestnik MGPU. Seriya: Estestvenny'e nauki. 2023. № 2 (50). S. 71–83.
3. Vitebskaya A.V., Ostroglyadova O.I. Razvitie potentsiala Kaliningradskoj oblasti za schet vozobnovlyaemyx istochnikov energii // Biznes. Obrazovanie. Pravo. 2023. № 1 (62). S. 159–162.
4. Vodorodny'e avtomobili: est' li u nih budushhee. Blog STD-SHELL.ru. [Elektronnyj resurs]: URL: <https://www.std-shell.ru/blog/article/vodorodnye-avtomobili-est-li-u-nih-budushchee/> (Data obrashheniya: 10.05.2024).
5. Voronciov S.A., Mezenova O.Ya. Sy'r'evoj potencial Kaliningradskoj oblasti dlya proizvodstva biotopliva // Vestnik molodezhnoj nauki. 2016. № 4 (6). S. 2.
6. Sovremennye tendencii razvitiya mirovogo sel'skogo khozyajstva / E.S. Gavva, D.S. Belov, A.N. Tolstova i dr. // Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «E'konomiko-matematicheskie metody analiza deyatel'nosti predpriyatij APK» / Pod red. S.I. Tkacheva / Saratov: FGBOU VO Vavilovskij universitet, 2023. S. 83–87.
7. Grunichev I.A. Arhitekturnye principy integracii vetrogeneratorov v maloe'tazhnyx zdaniyax v zonax pribrezhnyx territorij // Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2015. № 12. S. 26–31.
8. Eloeva R.K., Esenov I.X. Perspektivy ispol'zovaniya alternativnyx istochnikov energii v sel'skom khozyajstve // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. T. 51. № 3. S. 193–196.
9. Kolosovskij A.M., Novikov M.A., Rozhkov A.S. Ocenka sostoyaniya i dinamiki energoobespechennosti rossijskix sel'skoxozyajstvennyx tovaroproizvoditelej // Agrarnyj vestnik Verkhnevotzh'skaya. 2023. № 1. (42). S. 75–83;
10. Koryagin M.E., Dekina A.I. Energoberezhenie sel'skoxozyajstvennoj otrasli Kemerovskoj oblasti: analiz sostoyaniya i perspektivy razvitiya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. № 2. S. 53–56.
11. Kravchenko V.A., Leonova Yu.A. Razvitie alternativnoj energetiki v Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy // V sbornike: Doneckie chteniya 2018: obrazovanie, nauka, innovacii, kul'tura i vy'zovy sovremennosti. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Pod obshhej redakciej S.V. Bepalovoj. 2018. S. 245–247.
12. Makrak S.V. Toplivno-energeticheskie resursy v sel'skom khozyajstve respubliky Belarusi: Osobennosti upravleniya i perspektivnye napravleniya pov'sheniya effektivnosti // Ostrovskie chteniya. 2020. № 1. S. 104–108.
13. Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii 2019 / pod red. A. A. Makarova, T.A. Mitrovoj, V. A. Kulagina; IN-E'IRAN – CzE' Moskovskoj shkoly upravleniya SKOLKOVO. Moskva, 2019. 210 s. [Elektronnyj resurs]: URL: <https://www.eriras.ru/data/994/rus.> (Data obrashheniya: 10.05.2024).
14. Ragulina I.R. E'kologo-e'konomicheskaya ocenka ispol'zovaniya biomassy lesov i bolot Kaliningradskoj oblasti // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Kanta. 2006. № 1. S. 78–84.
15. Sinicina D.G. Analiz regionalnyx uslovij i faktorov dlya ispol'zovaniya alternativnyx istochnikov energii v ramkax realizacii energeticheskoj strategii Rossii // Vestnik Kaliningradskogo filiala Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii. 2014. № 2 (36). S. 146–148.
16. Titova I.V., Chupaxin A.V., Konoplin A.N., Bulygin N.N. Ispol'zovanie sel'skoxozyajstvennoj biomassy v kachestve vozobnovlyaemogo istochnika energii // V sbornike: Teoriya i praktika innovacionnyx tehnologij v APK. Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Voronezh, 2023. S. 84–92.
17. Shekixachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekixacheva L.Z. Ispol'zovanie biotopliva v kachestve alternativnogo istochnika energii v sel'skom khozyajstve // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova. 2019. № 2 (24). S. 100–105.

## ЗАВИСИМОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЁТА ЗЕРНОВКИ В ПОТОКЕ АГЕНТА СУШКИ

Николаев В.А., ФГОУ ВО Ярославский технический университет

*Для уменьшения затрат энергии предложен комбайн, который производит бы выделение зёрен из колосьев методом вытирания. При перемещении верхних частей растений лентой верхнего транспортёра по деке происходит выделение зёрен из колосьев. Сквозь отверстия деки проваливается зерновой ворох, содержащий зерновки, частицы соломы, полосу, семена сорных растений, пыль и другие компоненты. Первичную очистку зернового вороха от примесей с одновременным снятием с зерна поверхностной влаги осуществляет поток агента сушки. Агент сушки поступает в пространство между декой и расположенными под ней решетом и жёлобом. Перемещение зерновки в потоке агента сушки от деки к решету разбито на этапы с шагом поворота зерновки относительно продольной оси  $15^\circ$ . Для теоретического расчёта кинематических параметров перемещения зерновки в потоке агента сушки её сложное вращательное движение вокруг центра масс заменено на вращение относительно продольной и поперечной оси, проходящих через центр масс. На основе полученных результатов построены диаграммы, отражающие изменения кинематических параметров. Расчёт кинематических параметров перемещения зерновки в потоке агента сушки позволит определить оптимальное расстояние между декой и решето, решето и жёлобом, выявить объём агента сушки, подаваемый в единицу времени в пространство между декой и жёлобом.*

**Ключевые слова:** извлечение зёрен вытиранием, дека, решето, кинематические параметры, зерновка, поворот зерновки, агент сушки.

**Для цитирования:** Николаев В.А. Зависимости кинематических параметров полёта зерновки в потоке агента сушки // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 92–100.

**Введение.** Конструкция предлагаемого зерноуборочного комбайна [1, 2] имеет ряд принципиальных отличий от существующих комбайнов. Основные отличия – извлечение зёрен из колосьев методом вытирания и частичная сушка зерна в комбайне (рисунок 1). Колосья **4** вдоль деки **2** перемещает лента верхнего транспортёра **3**. При перемещении происходит извлечение зерновок **5** из колосьев. Вдоль жёлоба **6** движется поток **A** агента сушки. Часть потока проходит сквозь щели жалюзи решета **1**.

Сквозь отверстия деки проваливаются не только зерновки, но и частицы соломы, полосу, семена сорных растений, пыль и другие компоненты. Поток агента сушки не только осуществляет первичное снятие влаги с поверхностей зерновок, но и первичное отделение примесей из зернового вороха. Лёгкие примеси поток агента сушки выносит за пределы комбайна.

От воздействия силы тяжести и силы, создаваемой потоком агента сушки, зерновка совершает перемещение по сложной траектории. Для определения оптимального расстояния между декой и решето, решето и жёлобом, выявления объёма агента сушки, подаваемого в единицу времени в пространство между декой и жёлобом, расчёта верхнего диаметра вентилятора, создающего этот поток, нужно установить параметры траектории зерновки. Перемещение зерновки от деки до поверхности расположенного под ней решета разобьём на этапы, приняв время между этапами соответствующим периоду поворота зерновки относительно продольной оси на  $15^\circ$  [3, 4].

Примем допущения:

- поток агента сушки движется под углом  $15^\circ$  к горизонтали со скоростью  $v_{ac}$  между декой и решето;

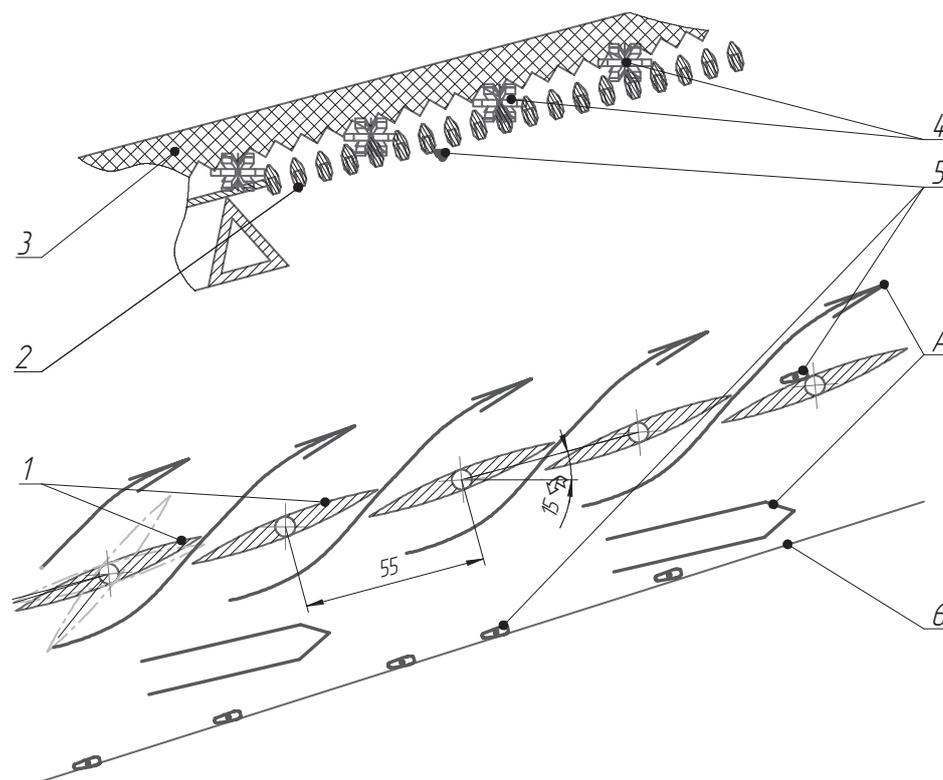


Рисунок 1 – Фрагмент комбайна ЗУКОН-2 с устройством извлечения зёрен из колосьев и их очистки от примесей: 1 – жалюзи решета; 2 – дека; 3 – лента верхнего транспортёра; 4 – колос; 5 – зерновка; 6 – жёлоб; А – направление потока агента сушки

- сложное движение зерновки заменим поступательным перемещением и вращательным движением вокруг центра масс;
- сложное вращательное движение разложим на вращение относительно продольной и поперечной оси зерновки, проходящие через её центр масс;
- за основное примем вращение зерновки относительно продольной оси, шаг вычислений соответствует повороту зерновки на  $15^\circ$ ;
- в пределах шага вычислений ускорение и угловое ускорение зерновки постоянное;
- коэффициент сопротивления  $k$  постоянный, не зависит от положения зерновки;
- начальная скорость зерновки, в положении 0, равна нулю.

Расчёты параметров полёта зерновки закончим, когда она пролетит более 2 метров.

**Цель исследования.** Целью исследования является выявление кинематических параметров полёта зерновки в потоке агента сушки.

**Метод исследования.** Анализ взаимодействия зерновки с потоком агента сушки [3, 4]. Расчёты проведём для полёта зерновки тритикале.

**Результаты исследования.** На основе разработанной методики [3, 4], вычислив параметры зерновки на каждом этапе её перемещения, определим кинематические параметры поворота зерновки в потоке агента сушки в период её движения от деки к решету. На основе полученных результатов построим диаграммы. На рисунке 2 показано изменение угла поворота зерновки относительно продольной оси в полёте. Из рисунка видно, что относительно продольной оси поворот зерновки нестабилен. Поворот, условно, против часовой стрелки сменяется поворотом в противоположную сторону. Затем направление поворота вновь дважды меняется.

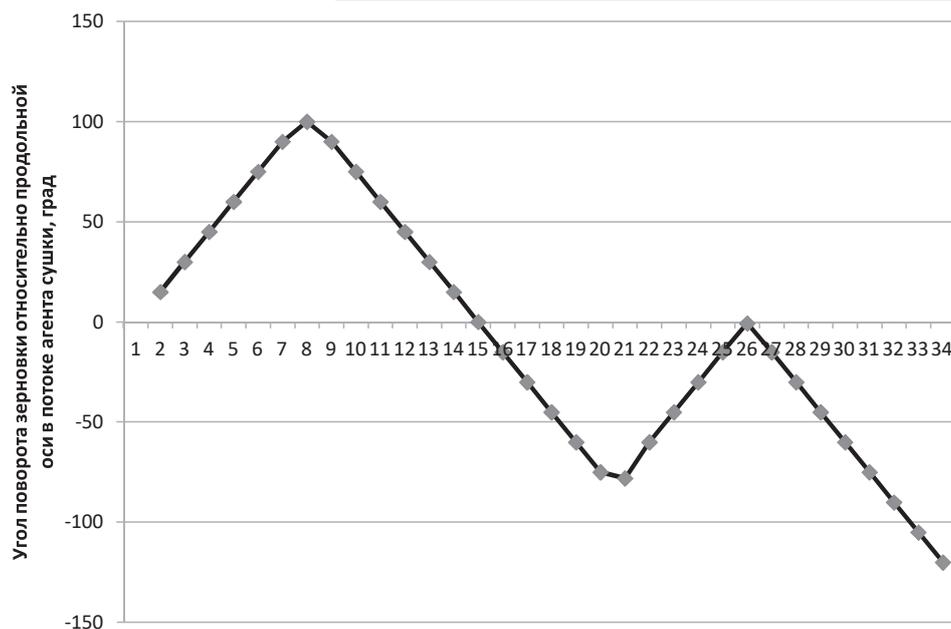


Рисунок 2 – Изменение угла поворота зерновки относительно продольной оси в процессе полёта

На рисунке 3 показано изменение угла между направлением потока агента сушки и направлением перемещения зерновки по мере её перемещения. Отклонение вниз траектории зерновки от направления потока агента сушки варьируется в основном от  $40^\circ$  до  $60^\circ$ . В связи с торможением в конце исследуемой траектории изменения угла между направлением потока агента сушки и направлением перемещения зерновки увеличиваются. Проявляются витания зерновки в проекции её траектории на вертикальную плоскость.

На рисунке 4 показана зависимость углового ускорения зерновки относительно продольной оси от угла поворота зерновки относительно этой оси. В конце исследуемой траектории колебания углового ускорения увеличиваются.

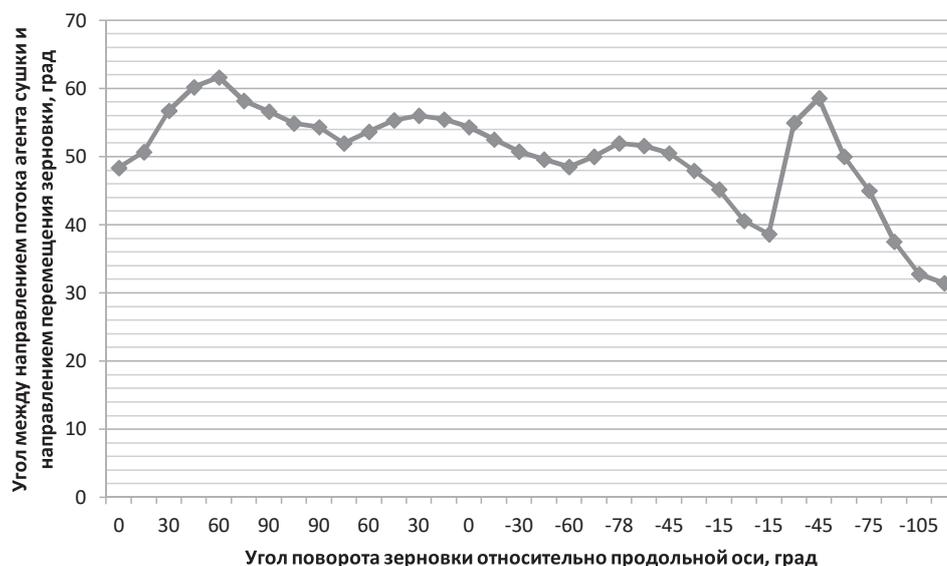


Рисунок 3 – Зависимость угла между направлением потока агента сушки и направлением перемещения зерновки от угла поворота зерновки относительно продольной оси

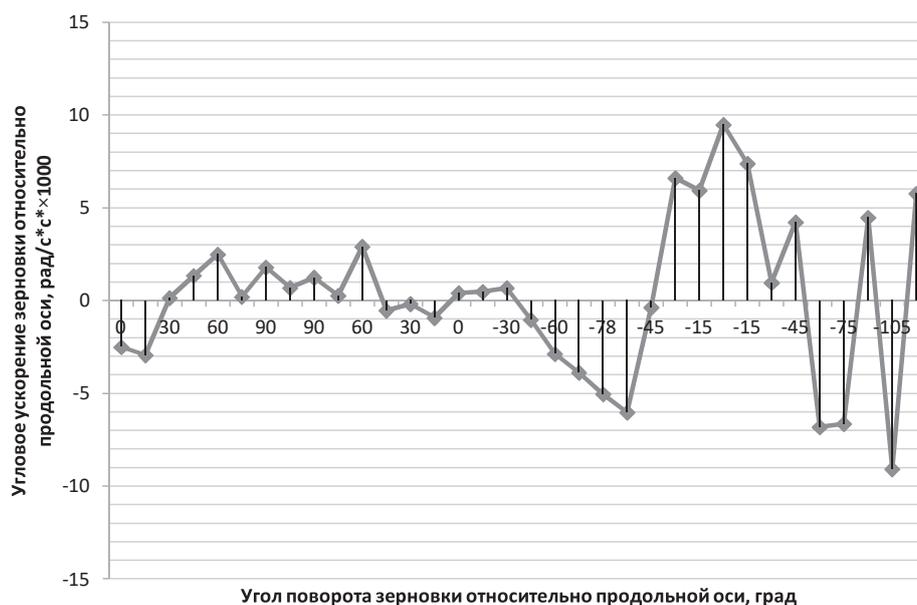


Рисунок 4 – Зависимость углового ускорения зерновки относительно продольной оси от угла поворота зерновки относительно этой оси

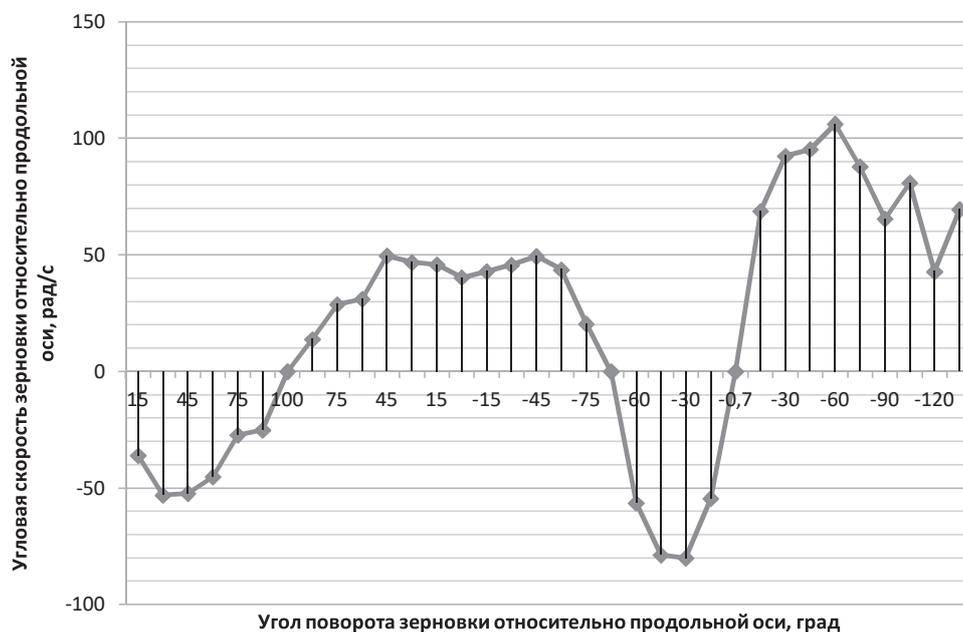


Рисунок 5 – Зависимость угловой скорости зерновки относительно продольной оси от угла поворота зерновки относительно этой оси

На рисунке 5 показана зависимость угловой скорости зерновки относительно продольной оси от угла поворота зерновки относительно этой оси. В процессе полёта угловая скорость зерновки относительно её продольной оси значительная и даже достигла 100 рад/с. На рисунке 6 показана зависимость периода времени поворота зерновки относительно продольной оси из одного положения в другое от угла поворота зерновки относительно этой оси. Периоды времени поворота зерновки относительно продольной оси из одного положения в другое увеличиваются, когда она изменяет направление вращения. На участках стабильного вращения в какую-либо сторону поворот на  $15^\circ$

зерновка осуществляет в среднем за 0,003...0,005 с. Исследуемую траекторию зерновка пролетает за  $\tau = 0,23$  с.

На рисунке 7 показана зависимость суммарного времени перемещения зерновки от угла её поворота относительно продольной оси. На рисунке 8 показана зависимость ускорения зерновки от угла её поворота относительно продольной оси. Ускорение зерновки сначала увеличивается, затем от воздействия сопротивления среды уменьшается, а в конце исследуемой траектории происходит торможение. Зависимость ускорения зерновки от угла её поворота относительно продольной оси можно с удовлетворительной точностью описать уравнением:

$$a = -9,0575 + 14,914\alpha - 0,21\alpha^2 - 0,01\alpha^3. \quad (1)$$

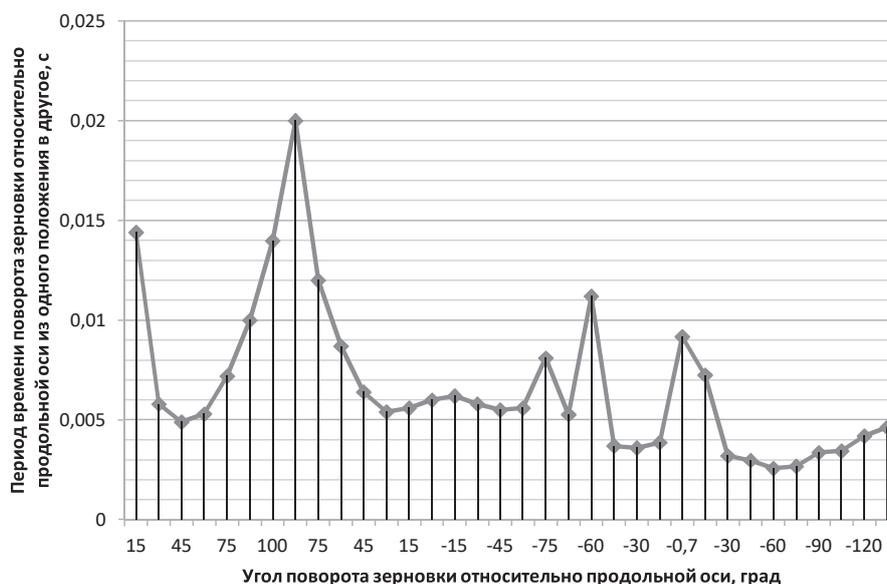


Рисунок 6 – Зависимость периода времени поворота зерновки относительно продольной оси из одного положения в другое от угла поворота зерновки относительно этой оси

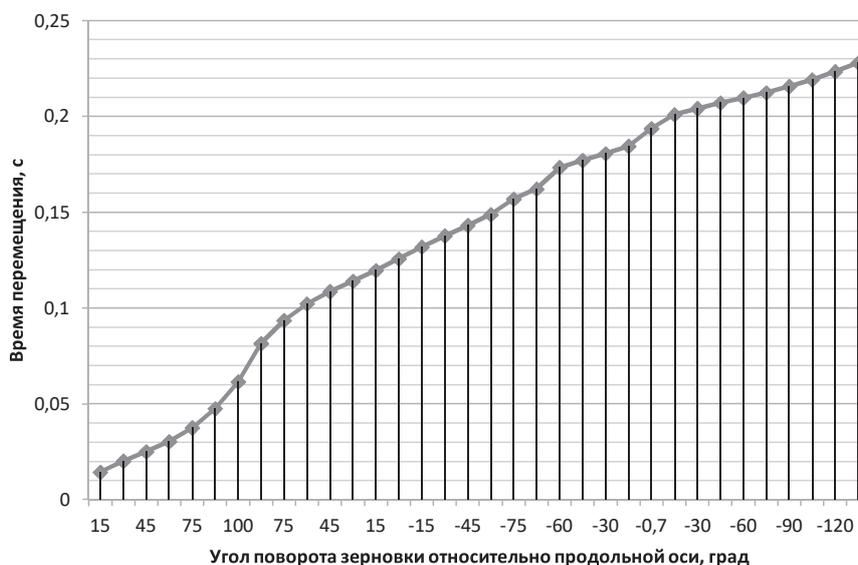


Рисунок 7 – Зависимость суммарного времени перемещения зерновки от угла её поворота относительно продольной оси

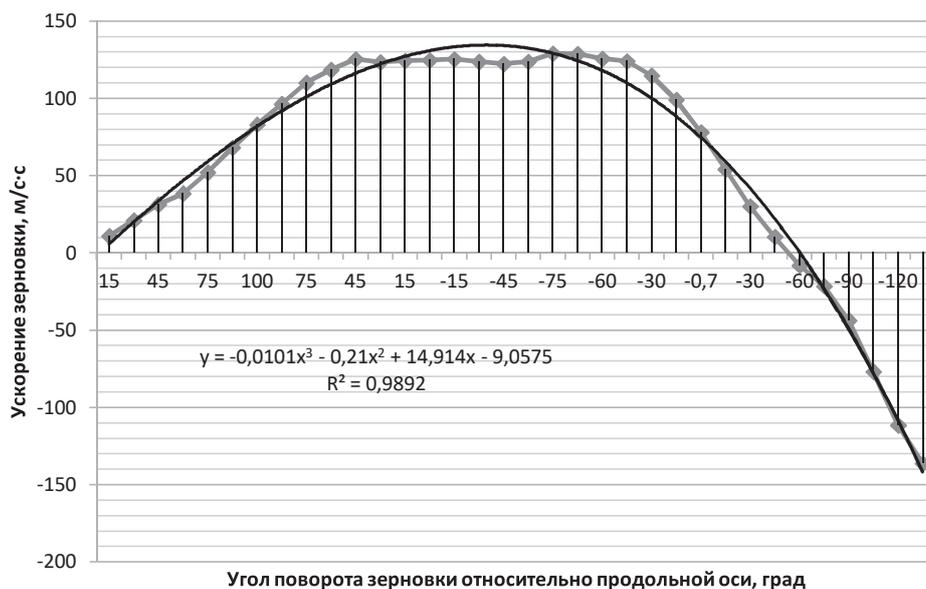


Рисунок 8 – Зависимость ускорения зерновки от угла её поворота относительно продольной оси

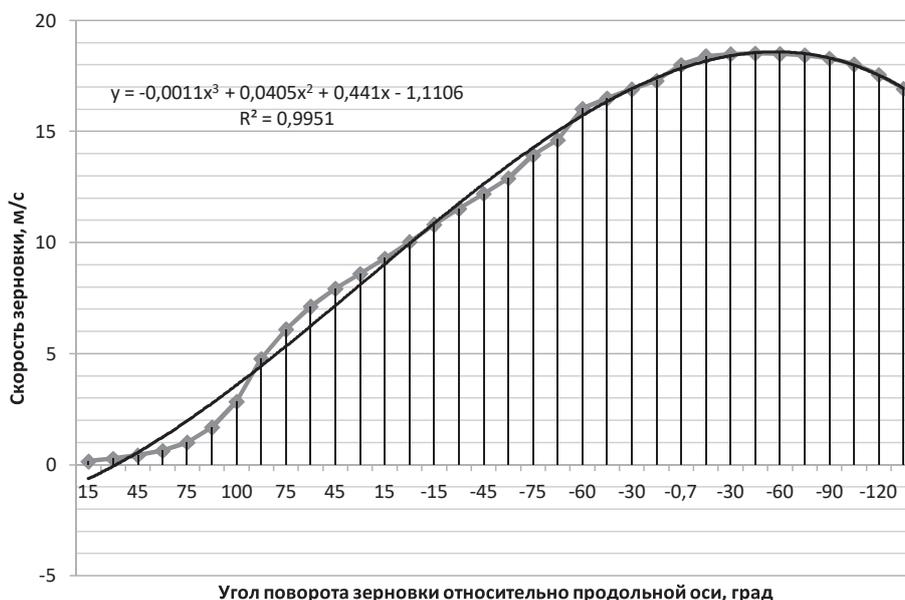


Рисунок 9 – Зависимость скорости зерновки от угла её поворота относительно продольной оси

Скорость зерновки в конце исследуемой траектории уменьшается, происходит её торможение. На рисунке 9 показана зависимость скорости зерновки от угла её поворота относительно продольной оси, которую с удовлетворительной точностью можно описать уравнением:

$$v = -1,1106 + 0,441\alpha + 0,0405\alpha^2 - 0,0011\alpha^3. \quad (2)$$

На рисунке 10 показана зависимость расстояния, на которое перемещается зерновка при перемещении от одного положения до другого, от угла её поворота относительно продольной оси. Эти расстояния увеличиваются в периоды изменения направления вращения зерновки.

По мере увеличения скорости путь зерновки увеличивается. Исследуемая траектория зерновки составила более двух метров,  $s = 2,048$  м. На рисунке 11 показана зависимость пути зерновки от угла её поворота относительно продольной оси, а на рисунке 12 показана зависимость пути зерновки от времени её перемещения из одного положения в другое. Средняя скорость зерновки на этом пути:

$$v_{cp} = \frac{s}{\tau} \quad ; \quad v_{cp} = \frac{2,048}{0,23} = 8,9 \text{ м/с} .$$

На рисунке 13 показана зависимость угла поворота зерновки относительно поперечной оси от угла её поворота относительно продольной оси. Она представляет параболу, которую с удовлетворительной точностью можно описать уравнением:

$$\gamma = -2,2962 + 0,4112\alpha + 0,0662\alpha^2. \quad (3)$$

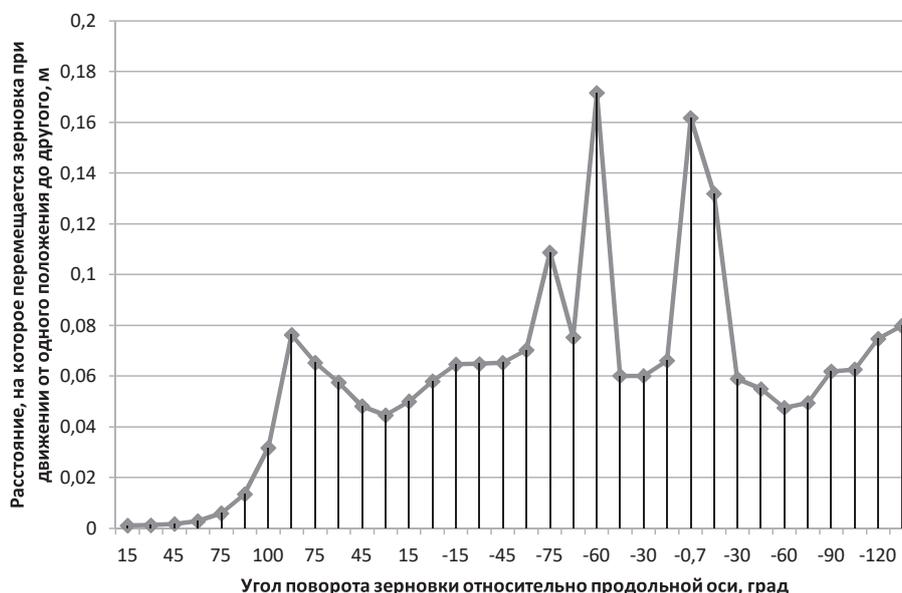


Рисунок 10 – Зависимость расстояния, на которое перемещается зерновка при перемещении от одного положения до другого, от угла её поворота относительно продольной оси

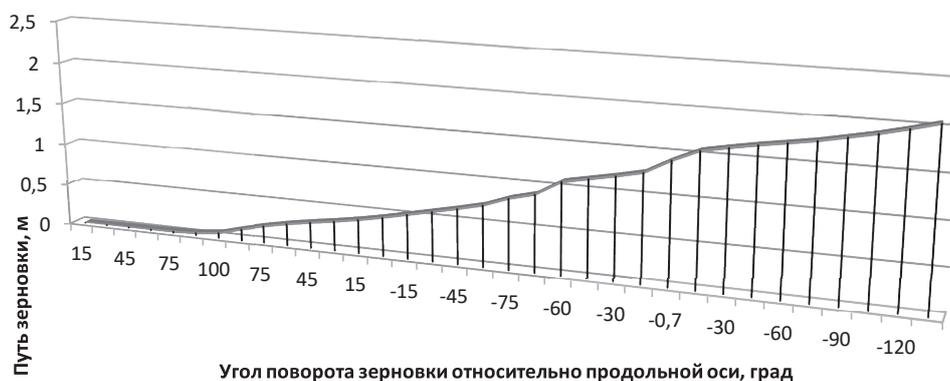


Рисунок 11 – Зависимость пути зерновки от угла её поворота относительно продольной оси

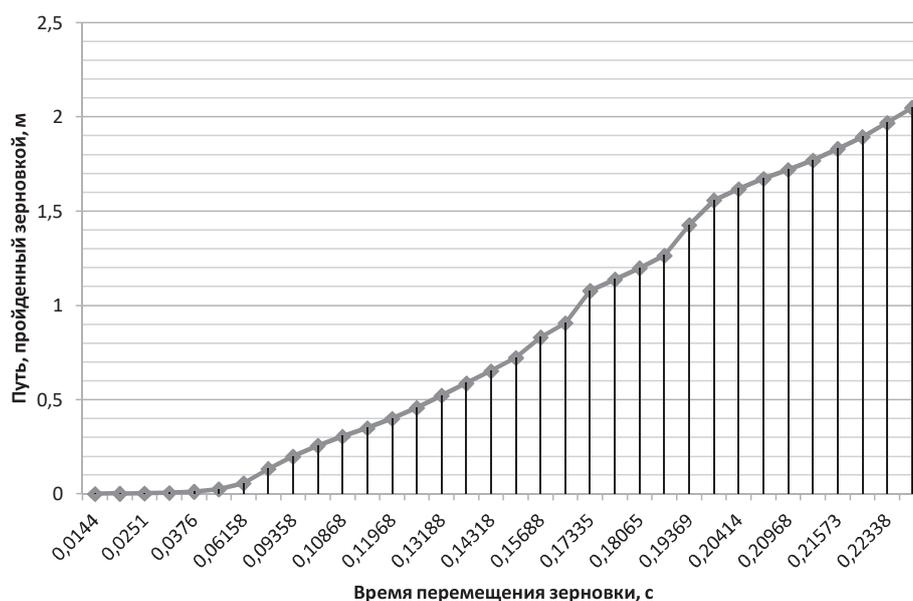


Рисунок 12 – Зависимость пути зерновки от времени её перемещения из одного положения в другое

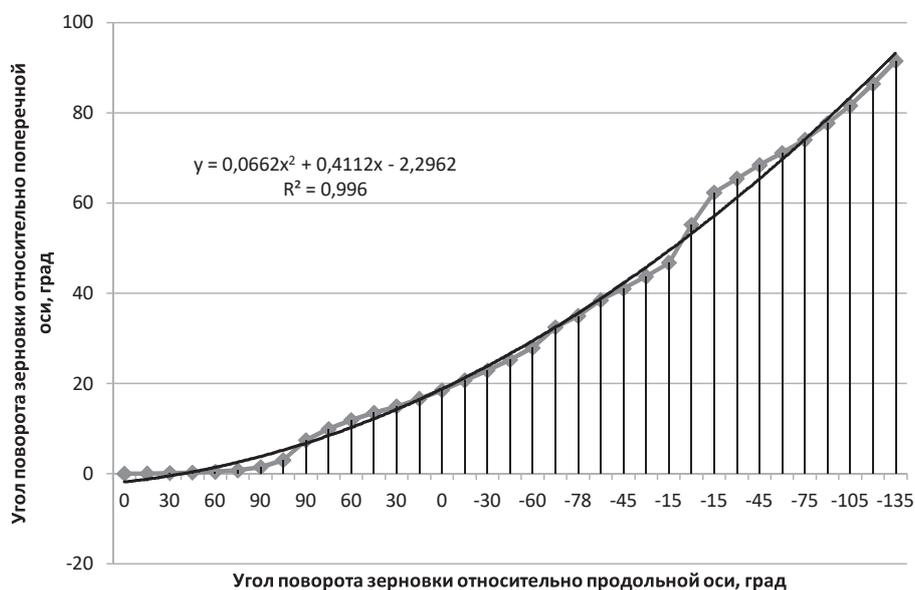


Рисунок 13 – Зависимость угла поворота зерновки относительно поперечной оси от угла её поворота относительно продольной оси

**Вывод.** Расчёт кинематических параметров перемещения зерновки в потоке агента сушки позволит определить оптимальное расстояние между декой и решетом, решетом и желобом, выявить объём агента сушки, подаваемый в единицу времени в пространство между декой и желобом. Для расчёта верхнего диаметрального вентилятора следует также выявить динамические параметры перемещения зерновки в потоке агента сушки.

**Список используемой литературы**

1. Патент РФ № 2551106. Зерноуборочный комбайн. / В.А. Николаев. Заявка №2013148284; зарегистрирована 29.10.2013 // опубл. 20.05.2015. Бюл. № 14. 17 с. 2. Николаев В.А. Совершенствование зерноуборочного комбайна: конструктивная компоновка, теория и расчет. Часть 1. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2015. 252 с. 3. Николаев В.А. Поворот зерновки в потоке агента сушки вокруг продольной оси из положения 0 в положение 1 при её перемещении от деки к решету. // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 3. С. 80–84.
4. Николаев В.А. Поворот зерновки в потоке агента сушки вокруг поперечной оси из положения 0 в положение 1 при её перемещении от деки к решету. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 4. С. 70–74.

**References**

1. Patent RF №2551106. Zernouborochnyj kombajn. / V.A. Nikolaev. Zayavka №2013148284; zaregistrirovana 29.10.2013 // opubl. 20.05.2015. Byul. № 14. 17 s.
2. Nikolaev V.A. Sovershenstvovanie zernouborochnogo kombajna: konstruktivnaya komponovka, teoriya i raschet. CHast' 1. YAroclavl': Izd-vo FGBOU VPO «YAroslavskaya GSKHA», 2015. 252 s.
3. Nikolaev V.A. Povорот zernovki v potoke agenta sushki vokrug prodol'noj osi iz polozheniya 0 v polozhenie 1 pri eyo peremeshchenii ot deki k reshetu. // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2021. № 3. S. 80–84.
4. Nikolaev V.A. Povорот zernovki v potoke agenta sushki vokrug poperechnoj osi iz polozheniya 0 v polozhenie 1 pri eyo peremeshchenii ot deki k reshetu.// Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2023. № 4. S. 70–74.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 378.016

### ПРОБЛЕМАТИКА ИЗУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Антонов А.А., ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»;  
Лоцаков А.М., ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России;  
Шаламберидзе С.З., ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России;  
Пономарева Г.В., ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России;  
Левина Е.А., ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России

*В статье рассматриваются актуальность и проблемы преподавания безопасности жизнедеятельности в медицинском вузе. Рассмотрены организационные и психолого-педагогические проблемы преподавания предмета «Безопасность жизнедеятельности» в медицинском вузе. Отмечены особенности медицинского вуза в сфере социальной безопасности, рассмотрены исторические и современные аспекты формирования безопасного образа жизни обучающихся. В статье приведены ссылки на актуальные вопросы стратегии национальной безопасности России и показана связь национальной стратегии с системой высшего образования в России. Приведены методологические подходы к определению готовности к безопасному поведению. Уточнено содержание методологического и личностного подхода к понятию готовность. Дано определение готовности к безопасному образу жизни обучающихся. Подчеркнута возрастающая роль дисциплины «Физическая культура» в преодолении проблем сохранения и укрепления здоровья и формирования здорового и безопасного образа жизни студентов. Уточнена роль смежных дисциплин в формировании здоровьесберегающего и безопасного поведения обучающихся. Отмечена необходимость согласования сохраняющих здоровье и формирующих безопасность компетенций между образовательными и профессиональными стандартами. Опубликованы результаты исследования проблем готовности студентов к обучению и деятельности в сфере социальной безопасности. Определены подходы к совершенствованию образования в области безопасности жизнедеятельности в медицинском вузе. Указано, что мотивация студентов к формированию личности безопасного типа находится на недостаточном для современных требований уровне, что подтверждает необходимость психолого-педагогического сопровождения при обучении вопросам безопасности. Подчеркнута необходимость обновления содержания и форм образования в области безопасности жизнедеятельности. Отмечено, что современное понятие «культурный человек» должно быть дополнено характеристикой безопасности его поведения и поступков.*

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности, медицинский вуз, высшее образование, обучающиеся, образование, готовность.

**Для цитирования:** Антонов А.А., Лоцаков А.М., Шаламберидзе С.З., Пономарева Г.В., Левина Е.А. Проблематика изучения безопасности жизнедеятельности в медицинском вузе // Аграрный вестник Верхневолжья. 2024. № 3 (48). С. 101–106.

## Социально-экономические и гуманитарные науки

**Введение.** В стратегии национальной безопасности России (Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400) сказано, что «сохраняются угрозы, связанные с возникновением чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера... Деструктивные силы за рубежом и внутри страны предпринимают попытки использования объективных социально-экономических трудностей в Российской Федерации в целях стимулирования негативных социальных процессов, обострения межнациональных и межконфессиональных конфликтов, манипулирования в информационной сфере» [1, с. 3]. Реализовать принятую стратегию можно только за счет комплексного применения различных мер, разрабатываемых и реализуемых органами государственной власти. Среди таких мер присутствуют и образовательные, осуществляемые в том числе во всех вузах страны. Безопасность высшего образования – это один из фундаментальных конструктов национальной безопасности. Вузы производят кадры, которые осуществляют функционирование всей социально-экономической системы России [2, с. 4].

Для медицинского вуза в настоящее время также возрастает актуальность научно-практических задач в области безопасности жизнедеятельности. Системе высшего образования отведена важная роль в осуществлении информированности обучающихся по вопросам здоровьесбережения и безопасного образа жизни, формировании личности безопасного типа будущих специалистов. В связи с этим целью нашего исследования является рассмотрение проблем преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в медицинском вузе для разработки предложений по совершенствованию преподавания обучающимся вопросов здоровьесбережения и безопасного образа жизни.

**Объекты и методы исследования.** В процессе осуществления обзора литературных источников рассмотрены исторические и современные аспекты здоровьесбережения и формирования безопасного образа жизни обучающихся. Приведены результаты научных исследований и официальных документов, регламентирующих преподавание обучающимся безопасности жизнедеятельности. На основе теоретического анализа и данных эмпирических исследований проанализированы проблемы, снижающие качество образования в сфере безопасности. Представлены результаты изучения готовности обучающихся Рязанского государственного медицинского университета к обучению и деятельности в сфере социальной безопасности. Обобщены данные анкетирования 168 студентов 1 и 2 курсов различных специальностей и направлений подготовки медицинского вуза.

**Результаты исследования.** Исследование проблем безопасности и здоровьесбережения обучающихся происходило в тесной связи с развитием высшего образования в Российской империи. О важности и обязательности сохранения и укрепления здоровья, а также ведения безопасного образа жизни обучающихся говорило подавляющее большинство педагогов конца XIX и начала XX веков. Возрастающее количество обучающихся в дореволюционной России обострило проблематику образа жизни и здоровьесбережения студенческой молодёжи: почти каждый второй обучающийся жаловался на здоровье, почти три четверти употребляли спиртные напитки, две трети курили [3, с. 3–5].

После революции 1917 года ответственность за здоровьесбережение и безопасность населения практически полностью взяло на себя государство. В Советском Союзе была разработана система охраны здоровья обучающихся, в которую входили студенческие поликлиники, санатории-профилактории и пр. Эти структуры способствовали здоровьесбережению и развитию безопасного образа жизни. Проблемы безопасности жизнедеятельности в это время в высшем образовании рассматривали при изучении естественнонаучных, социальных, гуманитарных дисциплин. При этом обучающихся учили вопросам гражданской обороны, медицинской подготовки, защите в чрезвычайных ситуациях, охране труда и т.д.

После развала Советского Союза усиливаются тенденции необходимости повышения личной ответственности обучающихся за собственное здоровье и безопасность. Постепенно сокращают студенческие поликлиники, ограничивают действие санаториев-профилакториев и лагерей отдыха. Вместе с этим перестраивается учебный план, изменяются дисциплины. «Безопасность жизнедеятельности» в качестве учебной дисциплины в вузах России была введена в 1990 году с целью выработки идеологии безопасности, формирования безопасного мышления и поведения, а также

## Социально-экономические и гуманитарные науки

формирования у обучающихся личности безопасного типа. Результатом освоения нового предмета считалась готовность к продуманному, самостоятельному, ответственному действию в различных реальных ситуациях повседневности. Актуальность этой задачи в современных военно-политических, социально-экономических и природно-экологических условиях возрастает [4, с. 48].

Методологические подходы к определению готовности к безопасному поведению можно разделить на функциональные и личностные. Функциональные подходы представляют готовность как состояние психики, установку, «фон» для психических процессов, которые обеспечивают высокий уровень достижений в сфере безопасности. Личностные подходы представляют готовность как интегративное личностное образование, качество, формирующееся в результате подготовки к безопасной жизнедеятельности и обеспечивающее успешность безопасной профессиональной деятельности. Мы полагаем разделение готовности на функциональное и личностное понимание условным и считаем эти подходы отражающими две взаимосвязанные стороны одного многогранного психологического феномена. С учетом вышесказанного мы определяем готовность к безопасному образу жизни как особое личностное состояние, способствующее мобилизации психофизиологических систем индивида, поведение которого отражает его систему социально-культурных ценностей, приоритетов и предпочтений и обеспечивает сохранение жизни [5, с. 10].

Профессорско-преподавательский состав, занимающийся вопросами безопасности жизнедеятельности, за время преподавания дисциплины накопил большой образовательный опыт. Но, к сожалению, до сих пор существует ряд неразрешенных организационных и психолого-педагогических проблем. В первую очередь проблемы существуют вследствие наличия противоречий между потребностями в здоровьесбережении и формировании безопасного образа жизни обучающихся и состоянием нормативного, материально-технического и кадрового обеспечения образовательной-воспитательной деятельности по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Среди организационных проблем преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в медицинском вузе можно отметить недостаточное количество часов: на различных специальностях и направлениях подготовки предусмотрено 3 зачетные единицы, большую часть часов из которых принадлежит внеаудиторной работе. В 2010 году Минобрнауки России рекомендовало для всех направлений подготовки высшего образования примерную программу дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», общая трудоёмкость которой составляла 6 зачётных единиц. Вместе с тем ФГОС ВО не закрепляют обязательное для изучения число часов дисциплины, что приводит к различиям выделяемых на освоение данной дисциплины зачётных единиц в учебных планах вузов.

Также среди организационных проблем можно отметить явно слабую материальную базу и кадровые проблемы, вследствие сокращения кафедр безопасности жизнедеятельности путем включения их в состав других кафедр (естественно-научных, медицинских, физической культуры, экологии и т.п.), что ведет к утрате педагогического корпуса квалифицированных кадров [6, с. 5].

В настоящее время дисциплиной, которая вместе с предметом «Безопасность жизнедеятельности» прямо способствует здоровьесбережению и формированию безопасной личности, является дисциплина «Физическая культура». Физическая активность нужна всем в любом возрасте. Заниматься ей надо даже не со студенческого возраста, а с младенческого, и это будет являться залогом здорового, безопасного и активного долголетия [7, с. 17].

Особенностью медицинского вуза является обилие дисциплин естественно-научной и медицинской направленности, которые изучаются на протяжении всего периода обучения. Но, к сожалению, направленность этих дисциплин в том, чтобы научить распознать болезни и лечить других людей. Такие дисциплины, как «Нормальная анатомия», «Нормальная физиология» и другие, глубоко изучают человека и являются фундаментальными, но мало способствуют социальной безопасности. Таким образом, формированию готовности к собственному здоровьесбережению и безопасному образу жизни уделяется недостаточное время. Поэтому для становления личности безопасного типа, формирования у обучающихся мотивации к безопасной жизнедеятельности необходимо добавление в дисциплины компетенций готовности к собственному здоровьесбережению и безопасности.

## Социально-экономические и гуманитарные науки

Необходимо согласовать подобные компетенции между образовательными и профессиональными стандартами.

Еще одной особенностью медицинского вуза является безопасность медицинского труда. Сходная особенность присуща, например, ряду направлений подготовки в сельскохозяйственных вузах. В настоящее время уровень заболеваемости медицинских работников превышает таковую в ведущих отраслях промышленности, при этом профессиональная заболеваемость имеет тенденцию к росту. Показатели заболеваемости медицинских работников напрямую связаны с проблемами безопасности.

Наряду с организационными, важными являются и психолого-педагогические проблемы, которые связаны с необходимостью систематического обновления содержания, форм и методов образования по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». Содержание дисциплины не в полной мере отвечает современным требованиям безопасности личности, социума и государства. Ряд злободневных тем отсутствует, некоторые из них дублируют друг друга, многие темы рассматриваются в усеченном (или устаревшем) варианте. Основное внимание часто концентрируется на стадии предельного обострения опасных процессов и явлений, кризисных состояниях (чрезвычайных ситуациях, криминальных отношениях, антиобщественном поведении и т.п.), что искажает последовательность этапов и нарушает целостность изложения сущности опасных ситуаций. Ранее дидактические единицы, закреплённые в государственном стандарте, были чётким ориентиром для преподавателя и определяли тематику дисциплины. Сегодня её содержание во многом определяется компетентностью и профессионализмом преподавателя [8, с. 1532]. Поэтому важным является базовое высшее образование (педагогическое, медицинское, техническое, сельскохозяйственное и пр.), профессиональная переподготовки и повышение квалификации профессорско-преподавательского состава. Вместе с тем механизм профессиональной переподготовки и повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, занимающегося вопросами безопасности на специализированных учебных предметах и дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», практически отсутствует или ограничивается теоретическими аспектами.

В настоящее время при изучении вопросов безопасности невозможно не учитывать цифровизацию образовательной среды. Группой исследователей в 2005 г. был проведен опрос почти четырехсот обучающихся различных вузов по вопросам источников получения информации о здоровьесбережении и безопасности [9, с. 200–216]. На первых местах были преподаватели и книги, а Интернет занимал одно из последних мест. При беседах со студентами медицинского вуза в 2023–2024 гг. интернет как основной источник информации указали 83,3 % респондентов. Профессорско-преподавательский состав и научно-методическую литературу как источник информации указали соответственно 28,6 % и 16,6 % обучающихся.

При рассуждении о достоверности получаемого из Интернета материала важна информационная культура личности. На хорошие и отличные навыки пользования социальными сетями и элементарными функциями Интернета указали 95,2 % респондентов. Но только 9,5 % обучающихся подчеркнули наличие у себя умений и готовности проводить анализ и распространение информации в сфере здоровьесбережения и безопасности жизнедеятельности.

Еще одной образовательной проблемой обучающихся является слабая школьная (среднеспециальная) подготовка по вопросам здоровьесбережения и безопасности. Это снижает готовность обучающихся к образовательно-воспитательной деятельности. Только один из пяти респондентов ответил на подавляющее количество вопросов о безопасности личности, а около 25,6 % обучающихся показали низкие знания. Такой разнополярный базовый уровень подготовки обязательно должен учитываться преподавателем при проведении занятий.

К сожалению, почти третья часть респондентов медицинского вуза (29,2 %) считали, что занятия физической культурой не являются фактором, который укрепляет здоровье. Систематически заниматься физической подготовкой готовы только 28,6 % респондентов, при этом рассчитать для себя оптимальную физическую нагрузку могли только 7,1 % обучающихся. Закаливающие процедуры проводили только 2,4 % респондентов.

## Социально-экономические и гуманитарные науки

Вопросы питания волновали практически всех обучающихся, но только 16,7 % респондентов могли бы рассчитать калорийность питания. Практически половина обучающихся (48,2 %) не понимала важности ежедневного горячего питания. Чуть менее двух третей (63 %) респондентов систематически употребляют фастфуд.

Каждый четвертый студент курит и (или) употребляет алкоголь. Отказаться от курения и употреблять алкоголь умеренно готовы только 14,3 % респондентов.

Готовность к оказанию первой помощи и навыки профилактики травматизма указал только каждый второй респондент первого и второго курсов медицинского вуза.

Обязательными и фундаментальными аспектами образовательно-воспитательной деятельности по готовности к здоровьесбережению и безопасному образу жизни обучающихся является их мотивация к обучению, способность к адекватной самооценке и ряд других психологических характеристик. Без них невозможно формирования личности безопасного типа. По данным исследования признаёт себя личностью безопасного типа только каждый четвертый обучающийся (26,2 %). Ситуативный путь поведения (зависит от окружающей обстановки) указали 35,7 % респондентов. Остальные студенты не смогли определиться с типом поведения.

При анализе мотивов к здоровьесбережению и безопасному образу жизни обучающихся установлено, что творческая самореализация находится на предпоследнем месте после учебно-познавательных, профессиональных, социальных мотивов, а также мотивов престижа и коммуникативности. На низкую мотивированность обучающихся указывает также желание респондентов уйти от личной ответственности за здоровьесбережение и безопасный образ жизни, стремление объяснить свои проблемы внешними обстоятельствами. Например, в числе причин, препятствующих развитию студентов в сфере здоровьесбережения и безопасного образа жизни, первые места занимают недостаток времени (66,7 %) и занятость во время учебы (52,4 %).

Подавляющее большинство обучающихся (85,8 %) оценивают свои знания как удовлетворительные и достаточные для сохранения и укрепления здоровья и ведения безопасного образа жизни, а 73,8 % считают этот фактор главным при здоровьесбережении. При этом только 9,5 % респондентов указывают на полное отсутствие мотивов для ведения здорового образа жизни.

**Заключение.** Подготовка конкурентноспособных выпускников с высоким уровнем развития компетенций в сфере здоровьесбережения и безопасного образа жизни – это одна из главных миссий высшего образования.

За время осуществления образовательно-воспитательной деятельности в области безопасности жизнедеятельности накоплен богатый опыт, но не преодолены организационные и психолого-педагогические проблемы преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Недостаточная готовность обучающихся к ведению безопасного образа жизни, растущая цифровизация образования с огромным потоком разнородной и не всегда достоверной информации обуславливает потребность в увеличении трудоёмкости дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в вузах.

Мотивация обучающихся к формированию личности безопасного типа находится на недостаточном для современных требований уровне, что подтверждает необходимость психолого-педагогического сопровождения при обучении вопросам безопасности.

Целесообразно согласовать компетенции здоровьесбережения и безопасной жизнедеятельности между образовательными и профессиональными стандартами. Важна разработка и реализация современной концепции непрерывного образования в области безопасности жизнедеятельности на разных образовательных уровнях.

Необходимо добиться понимания того, что классическое понятие «культурный человек» должно быть дополнено характеристикой безопасности его поведения и поступков.

### Список используемой литературы

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/) (дата обращения: 29.07.2024).

2. Максимцев И.А., Плотников Н.В. Роль высшего образования в системе национальной безопасности // Экономика и управление. 2015. № 9 (119). С. 4–7.
3. Иванов А.Е. Мир российского студенчества. Конец XIX – начало XX века. – М.: Новый хронограф, 2010.
4. Карасёва Т.В., Лощаков А.М., Толстова С.Ю. Современные проблемы преподавания безопасности жизнедеятельности в высшей школе // Безопасность жизнедеятельности. 2022. № 5 (257). С. 47–51.
5. Лощаков А.М., Ухова Т.В., Раевская А.А. Готовность студентов классического университета к здоровому образу жизни // Обзор педагогических исследований. 2024. Том 6, № 1. С. 9–14.
6. Концепция преподавания учебного предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. (Утверждена 24 декабря 2018 г. Решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации № ПК-1вн). URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/df9e8baa129e02af6fc774b51703d16a/download/2747/> (дата обращения: 29.07.2024).
7. Антонов А.А. и др. Физическая активность как залог здорового и активного долголетия пожилых людей // Адаптивная физическая культура. 2022. Т. 90. № 2. С. 41–43.
8. Рацлав В.В., Боровская С.Н. Современный подход к совершенствованию системы образования в области дисциплины по БЖД в вузах // Молодой ученый. 2016. № 11 (115). С. 1531–1534. URL: <https://moluch.ru/archive/115/30336/> (дата обращения: 01.08.2024).
9. Лощаков А.М., Карасёва Т.В. Психолого-педагогические основания формирования культуры здоровья студентов классического университета: Монография. Иваново: ПресСто, 2018. С. 200–216.

#### References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 02.07.2021 N 400 “O Strategii natsionalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii”. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/) (data obrashcheniya: 29.07.2024).
2. Maksimtsev I.A., Plotnikov N.V. Rol vysshego obrazovaniya v sisteme natsionalnoy bezopasnosti // Ekonomika i upravlenie. 2015. № 9 (119). S. 4–7.
3. Ivanov A.Ye. Mir rossiyskogo studenchestva. Konets XIX – nachalo XX veka. – M.: Novyy khronograf, 2010.
4. Karaseva T.V., Loshchakov A.M., Tolstova S.Yu. Sovremennye problemy prepodavaniya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti v vysshey shkole // Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti. 2022. № 5 (257). S. 47–51.
5. Loshchakov A.M., Ukhova T.V., Raevskaya A.A. Gotovnost studentov klassicheskogo universiteta k zdorovomu obrazu zhizni // Obzor pedagogicheskikh issledovaniy. 2024. Tom 6, № 1. S. 9–14
6. Kontsepsiya prepodavaniya uchebnogo predmeta «Osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti» v obrazovatelnykh organizatsiyakh Rossiyskoy federatsii, realizuyushchikh osnovnye obshcheobrazovatelnye programmy. (Utverzhdena 24 dekabrya 2018 g. Resheniem Kollegii Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii № PK-1vn). URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/df9e8baa129e02af6fc774b51703d16a/download/2747/> (data obrashcheniya: 29.07.2024).
7. Antonov A.A. i dr. Fizicheskaya aktivnost kak zalog zdorovogo i aktivnogo dolgoletiya pozhilykh lyudey // Adaptivnaya fizicheskaya kultura. 2022. T. 90. № 2. S. 41–43.
8. Ratslav V.V., Borovskaya S.N. Sovremennyy podkhod k sovershenstvovaniyu sistemy obrazovaniya v oblasti distsipliny po BZHD v vuzakh // Molodoy uchenyy. 2016. № 11 (115). S. 1531–1534. URL: <https://moluch.ru/archive/115/30336/> (data obrashcheniya: 01.08.2024).
9. Loshchakov A.M., Karaseva T.V. Psikhologo-pedagogicheskie osnovaniya formirovaniya kultury zdorovya studentov klassicheskogo universiteta: Monografiya. Ivanovo: PresSto, 2018. S. 200–216.

## ABSTRACTS

### AGRONOMY

Zatsepina I.V.

#### PROPAGATION OF PEAR AND QUINCE FORMS WITH LIGNIFIED CUTTINGS USING THE PLANT GROWTH STIMULATOR EPIN-EXTRA IN A GREENHOUSE WITH A FILM SHELTER

*According to the results of the conducted studies, it was found that when using the plant growth stimulator epin-extra (1.0 mg/l) and without the use of a plant growth stimulator, the cuttings of pears PG 333, PG 2, PG 12 (k), PG 17-16 and quince Severnaya, VA 29 were characterized by the greatest rootability. Clonal rootstocks of pears PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333 and quince Severnaya, VA 29 had the highest growth height when treated with plant growth stimulant epin-extra (1.0 mg/l) and without the use of a plant growth stimulant, this indicator was. The greatest total increase when using the plant growth stimulator epin-extra and without the use of a plant growth stimulator was characterized by rootstocks of pears PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333 and quince Severnaya, VA 29, this indicator was. The largest diameter of the conditional root neck when treated with the plant growth stimulator epin-extra and without the use of a plant growth stimulator was characterized by rootstocks of pear PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333 and quince Severnaya, VA 29. Clonal rootstocks of pears PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333 and quince Severnaya, VA 29 had the largest number of roots when treated with the plant growth stimulant epin-extra and without the use of a plant growth stimulant. The greatest root length when using the plant growth stimulator epin-extra and without the use of a plant growth stimulator was demonstrated by the rootstocks of pears PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333 and quince Severnaya, VA 29, this indicator was.*

Keywords: pear, quince, lignified cuttings, plant growth stimulator.

Torikov V.E., Melnikova O.V., Mameev V.V., Baidakova

#### AGROTECHNICAL AND RECLAMATION ROLE OF DEEP LOOSENING OVER-COMPACTED SOILS

*Deep loosening, compared with dump plowing, reduced the density of heavy soil, and especially sub-arable horizons, significantly increased filtration capacity, and improved aeration. Deep loosening of loamy soils, carried out against the background of pottery drainage, contributed to better moisture seepage into the loosened subsurface horizon and increased drainage runoff by 52–55 % compared to dump plowing. The resulting improvement in porosity and water permeability had a positive effect on increasing the total reserves of soil moisture and significantly affected its redistribution along the soil profile. Along with the rapid drying of the topmost soil layer, the underlying horizons, as a rule, had increased moisture reserves compared to areas where dump plowing was carried out. The increase in moisture reserves under winter wheat crops amounted to 10-28 percent in the most critical phases of plant growth. Increased aeration of the arable and sub-arable layers of heavy soil increased its microbiological activity. The nitrification ability of the subsurface soil layers on deep loosening options increased 1.5–2 times compared to the control (conventional plowing). The nitrate content in layers 15–30 and 30–45 cm was 40–50 percent higher than after plowing. Deep loosening of the subsurface layers increases the porosity of the soil, as a result of which the water permeability of the soil increases the profile and efficiency of the closed drainage.*

*When cultivating the soil for winter wheat after vico-oat steam, a positive effect of non-waste treatments with SibIME and Paraglau stands on the reserves of productive moisture in the 0–100 cm layer was revealed. By the harvest of winter wheat by plowing, an average of 151.4 mm accumulated in a meter-long soil layer over an average of 4 years of experiments, 189.9 and 177.1 mm of productive moisture by non-fallow treatments. The humus content during treatment with SibIME stands in the arable soil layer was in the range of 3.61 %, whereas in the 0–10 cm layer it was 3.55 %, and the water-bearing aggregates were 65.3 and 64.3 %, respectively. In the variant of dump plowing, the humus content in the soil layer of 21–30 cm was 2.51 %, water-bearing aggregates – from 56.9 %, in the layer of 0–10 cm – 3.55 %, and water-bearing aggregates – 58.8 %. By the time of harvesting winter wheat grains in a soil layer of 23–30 cm, its looser addition – 1.16 and 1.19 g /cm<sup>3</sup> was observed with non-fall treatment with SibIME and Paraglau racks, whereas after plowing – 1.21 g /cm<sup>3</sup>. In the experiments, the density of the soil in a layer of 11–23 cm after plowing was higher compared to the variants of non-tillage. Thus, the non-waste tillage of the soil with SibIME and Paraglau stands ensured the loosening of the "plow sole".*

**Keywords:** deep loosening, mineral lands, drainage, heavy soils.

## VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

Arkhipova E.N.

### EGG QUALITY WHEN USING COLLOIDAL SILVER FOR LAYING HENS

*The article presents the results of studies of morphological indicators of egg quality and productivity of laying hens when using a solution of colloidal silver. The experiment was conducted on laying hens of the Haysex Brown cross from 27 to 50 weeks of age. For the study, two groups (experimental and control) of 8 heads each were formed by the method of pairs of analogues. The conditions of maintenance and feeding were the same throughout the study. The experience included three periods: preparatory, main and final. During the main period, a 1% solution of colloidal silver was drunk to an experimental group of birds for 7 days with a 7-day break for 84 days at a dose of 1.25 mcg / 100 ml of water. Morphological analysis of eggs was carried out using an instrumental method; the components were weighed on a VLKT-500 scale. The egg production of chickens was recorded daily. The use of colloidal silver allowed to increase egg production in the experimental group by 4.0 %. The egg weight in the preparatory period in chickens was 52.57±0.28 in the control group and 53.67±0.51 in the experimental group. In the experimental period, respectively, 57.72 ±0.20 and 59.21±0.17 g., in the final period, respectively, 57.74 ±0.26 and 60.02±0.20 g. The increase in egg weight was due to an increase in the absolute mass of the corresponding components, as well as an increase in the shape index. Indicators such as HOW units and protein index in the experimental group were superior to the control group. There were no differences in the yolk index and shell thickness. Thus, the drug had a beneficial effect on poultry productivity.*

**Keywords:** colloidal silver, egg weight, shape index, How units, protein, yolk, shell, laying hens.

Virzum L.V., Shashurina Yu.N., Kletikova L.V.

### DYNAMICS OF HEMATOLOGICAL INDICATORS IN LAMB DURING THE APPLICATION OF ERGOTROPICS

*In clinical practice, hematological parameters are of great importance in assessing the condition and allow identifying possible pathologies in the early stages, which is especially important for young animals. The purpose of the work was to study the effect of various administration regimens of an ergotropic drug containing minerals on hematological parameters in lambs. To achieve the goal, blood parameters were determined in crossbred lambs 2–2.5 months of age after weaning them from their*

## Abstracts

mothers. Four groups were randomly formed: a control group, which received the basic diet, and an experimental group: the first was administered ergotropic 1 time per week, the second – 2 times, the third – 3 times a week for two months at a dose according to the instructions for use. Background blood parameters in lambs did not go beyond the reference limits. After two months, in the control, experimental groups 1 and 2, a decrease in erythrocytes, hemoglobin and hematocrit and an increase in erythrocyte indices MCV and MCH were noted. In the 3rd experimental group, an increase in the level of leukocytes, a decrease in erythrocytes, a tendency towards a decrease in hemoglobin, hematocrit and an increase in erythrocyte indices were found. In a comparative aspect, lambs of the 3rd experimental group compared to the control and 1, 2 experimental groups have more leukocytes, erythrocytes, hemoglobin, higher hematocrit and lower erythrocyte indices. As a result, the identified pattern of increase in the average volume of erythrocytes is accompanied by an increase in the average hemoglobin content in them, which is a predictor of the development of anemia and can be used as a diagnostic marker for the development of anemic syndrome in lambs.

**Keywords:** lambs, changes in hematological parameters, ergotropics, application regimen, diagnostic marker.

Voskresensky A.A.

### THERAPEUTIC EFFICACY OF THE PREPARATIONS «CORONACAT» AND «MELON-V» IN THE TREATMENT OF FELINE CORONAVIRUS ENTERITIS

*Feline coronavirus enteritis (FCE), a common disease of cats caused by feline coronavirus (FCoV). Successful treatment of CME with concurrent FIP prophylaxis has been achieved with GS-441524-based drugs by several overseas research groups. The aim of this study was to evaluate the short- and long-term results of treatment of cats diagnosed with FIP with CoronaCat and Melon-V drugs. Study Methods: sixty-six cats were followed for 48 weeks after initiation of treatment for coronavirus enteritis. Follow-up examinations were performed at 12-week intervals, including physical examination, blood test, abdominal and chest ultrasound, determination of FCoV ribonucleic acid (RNA) in blood and faeces by reverse transcriptase quantitative OT-PCR and antibody titre to FCoV by indirect immunofluorescence. Study results: laboratory parameters remained stable after the end of treatment, viral load in blood was not determined (in all cats except one). Relapse of faecal carrier of FCoV was detected in 5 cats. An intermediate transient increase in antibody titres to FCoV was detected in 4 cats. Conclusions: treatment with CoronaCat and Melon-V was effective against EHE and FIP prophylaxis in both the short and long term, with no recurrences confirmed during 48 weeks of follow-up.*

**Keywords:** feline coronavirus, feline coronavirus enteritis, feline infectious peritonitis, FIP prophylaxis, GS-441524, inflammatory bowel disease, antiviral drugs; diarrhea.

Letkin A.I., Zenkin A.S., Fedoskin V.V., Yavkin D.E., Ziruk I.V.

### CYTOKINE PROFILE OF BROILER CHICKENS AGAINST THE BACKGROUND OF OVER-PACKED CONTENT

*The article provides data on the level of cytokines in broiler chickens against the background of overcrowding. The number of broiler chickens at the age of 1–2 days totaled 60 heads, divided into 2 groups: experimental and control. Chickens are kept outdoors. The duration of the experiment was 42 days. Up to 10 days of age, the stocking density for broiler chickens of all groups was the same – 30 birds per 1 m<sup>2</sup> of floor area. Subsequently, starting from 11 days of age, the stocking density per 1 m<sup>2</sup> of floor area when keeping broiler chickens from the experimental group was increased by 30 % of that of the control birds. The levels of pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines in experimental and control broiler chickens changed in different directions. Of the pro-inflammatory cytokines, the levels of interleukins IL-1β*

and IL-6 changed significantly on day 42. The level of interleukin IL-1 $\beta$  in experimental broilers was found to be 61.05 $\pm$ 4.41 pg/ml ( $P\leq 0.05^*$ ), which is 30.2% higher than the similar indicator in the control birds (46.89 $\pm$ 4.12 pg/ml). A similar trend was observed in the content of interleukin 6 and TNF. In the control birds, these indicators changed slightly compared to the data at the beginning of the experiments and on the 20th day of the studies. Anti-inflammatory cytokines in experienced broilers tend to decrease from the beginning of the experiments. Thus, the decrease in the level of interleukin IL-4 from the initial level by the end of the experiments was more than 3 times. And the level of interleukin IL-10 during the entire experiment decreased by more than 5.7 times – from 0.69 $\pm$ 0.05 pg/ml to 0.12 $\pm$ 0.01 pg/ml. In control broilers, the levels of IL-4, IL-10 and TGF  $\beta$ 1 had a slight tendency to increase, which may indicate the development of a protective-adaptive reaction in them. In the experimental group of broilers, a decrease in the levels of IL-4, IL-10 and TGF  $\beta$ 1 indicates the continuation of the stress response and the possible development of inflammatory processes in the internal organs.

**Keywords:** chickens, cytokines, interleukins, stress, crowding, productivity.

**Lobanov P.S.**

### CLINICAL CASE OF PULMONARY FORM OF TOXOPLASMOSIS DUE TO CHRONIC VIRAL INFECTION IN A CAT

*Toxoplasmosis is one of the particularly dangerous zoonothroponotic diseases included in the WHO list and widespread everywhere. The goal of the work is to analyze the symptoms, conduct a multi-stage study, establish a diagnosis and prescribe adequate treatment for the cat. In the presented clinical case, the main argument for making a diagnosis was a disease aggravated by chronic viral infection FeLV, against the background of a previous history of FIP. The diagnostic protocol of the first line of research included a general and biochemical blood test, sonographic and radiographic examination, PCR, cytological and microbiological analysis of punctate. As a result, signs of bilateral diffuse changes in the renal parenchyma, cholecystitis, chronic gastroenteropathy, cholangiohepatitis, chronic pancreatitis, and the presence of free fluid in the pleural cavity were established; neutrophilic bacterial inflammation, absence of bacterial and fungal growth of microflora; presence of feline leukemia virus RNA and absence of FIP RNA. Computed tomography excluded lymphoma, revealing signs of exudative pleurisy, mediastinal lymphadenopathy, and lobar atelectasis. Based on the results of diagnostic studies, free fluid was evacuated from the pleural cavity, oxygen and antibacterial therapy, and drug control of hyperthermia were prescribed, which contributed to temporary improvements in the cat's condition. In order to exclude second-order diseases, a PCR study of the exudate was repeated to identify other pathogens that give a similar picture of pathology. As a result, Toxoplasma gondii was identified and a pulmonary form of toxoplasmosis was established. The cat was prescribed Clindamycin therapy at a dose of 12 mg/kg twice a day for 28 days. Thus, a correctly established diagnosis and prescribed anti-toxoplasma therapy increased the pet's chances of recovery.*

**Keywords:** Toxoplasmosis, cats, treatment, viral infections, punctate, differential diagnosis, PCR.

**Nikitin S.V., Zaporozhets V.I., Korshunova E.V., Shatokhin K.S.**

### THE EFFECTIVENESS OF USING NEGATIVE VALUES OF THE INFLUENCE OF SNEDEKOR ON THE EXAMPLE OF SUB-SIGNS OF THE NUMBER AND LOCATION OF TEATS IN MINI-PIGS

*The article considers the possibility of using negative values of the influence of  $h_x^2$  Snedekor, both for solving practical problems of analysis of variance, and for theoretical constructions. The conducted research on the example of the factors "number of descendants in the nest" and "nest" showed that negative values of the*

## Abstracts

*influence of  $h_x^2$  Snedekor are the norm in cases when the regulated factor of the dispersion complex does not affect the effective feature. The patterns observed in such complexes correspond to the null hypothesis, that is, the data array used belongs to the general population in which  $h_x^2$  is zero. The authors have developed a sampling error for the  $h_x^2$  Snedekor. Its approbation on the studied material was quite successful. Laboratory mini-pigs belonging to the Institute of Cytology and Genetics SB RAS were used as research material. Sow multiplicity, a trait mainly dependent on environmental factors, was directly studied. When assessing the reliability of the difference between the positive values of  $h_x^2$  from zero, the use of the developed error gave confidence estimates that coincide with the estimates obtained using the Fisher criterion. However, with negative small values of  $h_x^2$ , the reliability was higher than when using the Fisher criterion. The reasons for such a discrepancy in the results were considered and it was concluded that the increased sensitivity of this method is due to the fact that it is more "close" to the estimated indicator  $h_x^2$  than the Fisher criterion. In the process of testing the method, the strength of the influence of factors not taken into account in the construction of dispersion complexes was revealed and their reliability was evaluated. One of these factors turned out to be genetically determined multiple sows, which influenced (it should be noted, rather weakly) the sub-signs of the number and location of the teats. The second factor unaccounted for was heterozygosity at two to four loci controlling teat pairs. Moreover, in this case, the magnitude of the forces of influence of the unaccounted factors was quite comparable with the force of influence of the regulated factor.*

**Keywords:** Snedekor's influence force, negative values of  $h_x^2$ , sub-signs of the number, location of the teats, sampling error, minimum possible values, mini-pigs.

**Skvortsova L.N., Chursina N.S.**

### THE INFLUENCE OF SODIUM LEVEL ON CHANGES IN THE CATION-ANION BALANCE OF DIETS AND THE SUBSEQUENT EGG PRODUCTIVITY OF QUAIL LAYERS

*Sodium is the first most important element that ensures electrolyte balance. Its main function is to maintain normal fluid balance in the bird's body. As research results have shown, the percentage of sodium content in the diets of laying quails affects their egg production and growth performance. Moreover, the best results were obtained at a DEB level of 282.9 mEq/kg with a sodium content in diets of 0.3 % and with a DEB level of 355.2 mEq/kg with a sodium content in diets of 0.4 %. Based on the results of the first series of experiments, it was established that at the beginning of the experiments, the best result in terms of the mass of quail eggs was in the control group). At the end of the experiments, the mass of quail eggs in the groups leveled off. According to the results of the second series of experiments, at the beginning of the experiments the best egg mass was in the 3rd and 2nd experimental groups (above the control 4.4 % and 3.1 %). At the end of the experiments, the weight of quail eggs in the 2nd experimental group was at the same level as the control. Calculation of economic efficiency showed that in the first series of experiments, the cost of feed was lower in the 3rd (DEB – 259.5 mEq/kg) and 2nd (DEB – 282.9 mEq/kg) experimental groups, lower than the control by 1.05 rub. and 0.61 rub.; in the second series of experiments, respectively, in the 1st (DEB – 355.2 mEq/kg) experimental group, lower than the control by 12.82 rubles. or 11.7 %.*

**Keywords:** quail layers; feeding; sodium levels; cation-anion balance; egg productivity.

**Tereshenkov E.A., Chargeishvili S.V., Sudarev N.P.**

### THE USE OF VARIOUS TECHNOLOGICAL METHODS OF REARING YOUNG ANIMALS IN SMALL ENTERPRISES

*The material in this article analyzes of using various technological methods of rearing young animals in the conditions of a peasant farm "Tereshenkov E.A." The farm practices various technological methods of rearing*

young cattle. At the same time, each of the techniques has advantages and disadvantages. Recently, the method of raising calves on suckling under nursing cows has become increasingly widespread on the farm. Hereford cows are used as nursing cows. This technique greatly facilitates the maintenance of calves and ensures their better preservation. The calf receives good-quality milk at the right temperature, mixes it well with saliva and swallows it in small portions. Experience has shown that 6 nursing cows raised 14 calves. This simplifies the care of calves, reduces feed costs and increases the growth of young animals. During the pasture period, after the calves were accustomed to sucking, they were released together with the cows to graze. At the same time, at night, the young animals freely move into a separate aviary, where feeders with concentrates and hay are located, whereas cows cannot get there. When growing under a cow during the stall period, calves are also fed with concentrates, silage, grass or hay, as well as mineral top dressing. The main advantage of the method is that the calf feeds as naturally as possible. Milk enters the calf's body with the right temperature, proper composition, and the presence of immunoglobulin. As a result, the young grow faster, and the body's resistance to infection increases significantly. In addition, it was noted that the calves, when suckled, did not suffer from gastrointestinal and other diseases. This is confirmed by our observations and the results of the study.

**Keywords:** young animals, suckling, nursing cows, growth, live weight, control slaughter.

**Khizkhina M.A., Kicheeva T.G., Naumova I.K., Titov V.A.**

#### **ON THE EFFECT OF WATER SOLUTION OF CHITOSAN OF DIFFERENT CONCENTRATIONS ON THE HEALING OF SKIN WOUNDS**

*At the moment, there are a certain number of drugs for the treatment of skin wounds, but many of them do not give the proper effect in treatment or are economically unprofitable, especially with long-term healing wounds. Therefore, it becomes urgent to develop drugs or therapeutic materials that can be used for both acute and chronic wounds. If the healing process is interrupted, the tissue cannot adequately restore its functions and chronic wounds occur. Chronic wounds are a sluggish process that must be stopped and treated. This has led to the need to develop cost-effective wound dressings capable of creating and preventing a moist wound environment, preventing secondary infection with high adhesion to damaged tissue and promoting tissue regeneration. Various types of modern wound dressings have been developed to meet these needs, but currently there is no single product that can universally meet all needs and be considered ideal for wound care. For our research, we chose the natural polymer chitosan (Cs), which has a number of unique properties. In this study, the effect of solutions based on plasma-modified chitosan with different concentrations on reducing inflammation caused by excision wounds formed by us was evaluated*

**Keywords:** chitosan, solution concentration, tissue regeneration, skin.

**Shcherbinina M.A., Kletikova L.V., Yakimenko N.N.**

#### **ERYTHROCYTE BLOOD INDICES IN CHICKS ON THE BACKGROUND OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS**

*A blood test gives an idea of the changes that occur in the body when exposed to any physiological and pathological factors. A general blood test is a study of the content of formed elements, hemoglobin and blood indices. Red blood cells are the most highly specialized group of cells that transport oxygen to organs and tissues. Birds have nucleated large ellipsoidal red blood cells that are capable of carrying large amounts of oxygen, providing a high metabolic rate. Dietary supplements have a stimulating effect on metabolic processes and hematopoiesis. The purpose of our study was to analyze changes in erythrocyte indices in chickens against the background of psycho-emotional stress. Blood tests were carried out using standard methods; the color index (CI), mean erythrocyte volume (MCV), mean hemoglobin content in erythrocytes (MCH), and mean hemoglobin concentration in erythrocytes (MCHC) were calculated using formulas. As a result of the study, it was established that ergotropics have a stimulating*

## Abstracts

*effect on the concentration of erythrocytes, hemoglobin and the average concentration of hemoglobin in an erythrocyte. When exposed to psycho-emotional stress caused by the replacement of young cockerels, chickens showed a decrease in the concentration of red blood cells, an increase in hemoglobin, CI, MCV, MCH and MCHC, which indicates hemoconcentration. This condition can lead to nonspecific systemic changes in the body and have a negative effect on the vascular system. As a result of the experiment, it was found that, despite the positive effect of ergotropics on erythropoiesis, psychoemotional stress in chickens caused hypoxia, an increase in the concentration of lipids and cortisol, which resulted in a decrease in red blood cells, an increase in hemoglobin and an increase in erythrocyte indices. A more pronounced effect from the use of ergotropics was noted when chickens were fed Antistress V-K-choline at a dose of 0.25 ml/l for 5 days.*

**Keywords:** chickens, psycho-emotional stress, ergotropic drugs, blood, erythrocyte indices.

## ENGINEERING, AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

**Kolosovskii A.M., Koychev V.S., Rozhkov A.S., Cherkasov V.E.**

### WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN AGRICULTURE IN THE KALININGRAD REGION

*The problem of the Eco-energy transition of agriculture in the Kaliningrad region to the predominant use of alternative renewable sources of fuel and energy (AVITE) is considered. It is shown that the ecological and energy transition taking place today is combined into a single process aimed, on the one hand, at saving non-renewable fuel and energy resources, on the other hand, at increasing productivity and improving the quality of agricultural production. In the Kaliningrad region, it is advisable to consider the use of gas (bio- and LNG) and electric vehicles (hybrids), biodiesel and bioethanol, as well as the use of hydrogen fuel cells in the future. The possibilities for the development of renewable energy sources on biofuel are facilitated by the temperate climate and flat terrain of the region due to the large-scale development of agriculture and commercial forestry. For example, the presence of centralized energy and gas supply in the region makes it possible in the future to abandon the use of traditional gasoline and diesel fuel, and thus significantly improve the environmental situation. It is recommended to carry out a cautious transition of agricultural machinery in the region to gas and electricity, consisting in the gradual and partial replacement of tractors, machines, equipment with gasoline and diesel engines with gas and hybrid engines on the basis of a balanced assessment of the threats and risks of using these types of energy in agriculture, the speed of formation of an effective infrastructure. The prospects for more efficient use of alternative energy and fuel sources in the region's agriculture are considered, proposals are given for optimizing their use along with the further development of traditional energy sources and fuel.*

**Keywords:** eco-energy transition, fuel, energy, biofuels, solar energy, wind energy, hydrogen fuel.

**Nikolaev V.A.**

### DEPENDENCIES OF KINEMATIC PARAMETERS OF CARYOPSIS FLIGHT IN THE FLOW OF DRYING AGENT

*To reduce energy costs, a combine harvester is proposed, which would separate the grains from the ears by wiping. When the upper parts of the plants are moved by the belt of the upper conveyor along the deck, the grains are separated from the ears. A heap of grain falls through the holes of the deck, containing grains, straw particles, flooring, weed seeds, dust and other components. Primary cleaning of the grain heap from impurities with simultaneous removal of surface moisture from the grain is carried out by the flow of a drying agent. The drying agent enters the space between the deck and the sieve and trough underneath.*

*The movement of the caryopsis in the flow of the drying agent from the deck to the sieve is divided into stages with a 15° rotation step relative to the longitudinal axis. For the theoretical calculation of the kinematic parameters of the movement of the caryopsis in the flow of the drying agent, its complex rotational motion around the center of mass is replaced by rotation relative to the longitudinal and transverse axes passing through the center of mass. Based on the results obtained, diagrams reflecting changes in kinematic parameters were constructed. Calculation of the kinematic parameters of the movement of the grain in the flow of the drying agent will allow you to determine the optimal distance between the deck and the sieve, the sieve and the chute, to determine the volume of the drying agent supplied per unit of time to the space between the deck and the chute.*

**Key words:** grain extraction by wiping, deca, sieve, kinematic parameters, weevil, grain rotation, drying agent.

## SOCIO-ECONOMIC AND HUMANITARIAN SCIENCES

**Antonov A.A., Loshchakov A.M., Shalamberidze S.Z., Ponomareva G.V., Levina E.A.**

### PROBLEMS OF STUDYING LIFE SAFETY IN A MEDICAL UNIVERSITY

*The article discusses the relevance and problems of teaching life safety in a medical university. The organizational, psychological and pedagogical problems of teaching the subject "Life Safety" in a medical university are considered. The features of a medical university in the field of social security are noted, historical and modern aspects of the formation of a safe lifestyle of students are considered. The article provides links to current issues of the national security strategy of Russia and shows the national strategy with the system of higher education in Russia. Methodological approaches to determining readiness for safe behavior are given. The content of the methodological and personal approach to the concept of readiness is clarified. A definition of readiness for a safe lifestyle of students is given. The increasing role of the discipline "Physical Education" in overcoming the problems of maintaining and strengthening health and forming a healthy and safe lifestyle of students is emphasized. The role of related disciplines in the formation of health-saving and safe behavior of students is clarified. The need to coordinate health-preserving and safety-forming competencies between educational and professional standards is noted. The results of the study of the problems of students' readiness for training and activities in the field of social security are published. Approaches to improving education in the field of life safety in a medical university are defined. It is indicated that the motivation of students to form a safe personality is at a level insufficient for modern requirements, which confirms the need for psychological and pedagogical support in teaching safety issues. The need to update the content and forms of education in the field of life safety is emphasized. It is noted that the modern concept of a "cultured person" should be supplemented with a characteristic of the safety of his behavior and actions.*

**Keywords:** life safety, medical university, higher education, students, education, readiness.

## Список авторов

## List of authors

**Антонов Андрей Алексеевич**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры агрономии и землеустройства ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Архипова Екатерина Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра зооинженерии, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: zinnia.caterina@yandex.ru

**Байдакова Елена Валентиновна**, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой природообустройства и водопользования, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, E-mail: elena\_baydakova@mail.ru

**Вирзум Людмила Викторовна**, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладных биотехнологий, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: virzum@list.ru.

**Воскресенский Артем Алексеевич**, аспирант, центр клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: vet-hospitals@yandex.ru

**Запорожец Вера Ивановна**, зоотехник лаборатории молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных животных ИЦиГ СО РАН, E-mail: vitiadead@gmail.com

**Зацепина Илона Валериевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина» Селекционно-генетический центр – ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина», E-mail: ilonavalerevna@mail.ru

**Зенкин Александр Сергеевич**, доктор ветеринарных наук, профессор, старший научный сотрудник кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», E-mail: zenkin1950@mail.ru

**Зирук Ирина Владимировна**, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры морфологии, патологии животных и биологии физиологии и ветеринарной патологии, ФГБОУ ВО Вавиловский университет, E-mail: iziрук@yandex.ru

**Antonov Andrey Alekseevich**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agronomy and Land Management of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Upper Volga State Agrarian University”, E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Arkhipova Ekaterina Nikolaevna**, Candidate of Veterinary Science, Associate Professor, the Department of Zooengineering, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: zinnia.caterina@yandex.ru

**Baydakova Elena Valentinovna**, Cand. of Sc., Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Environmental Management and Water Use, Bryansk State Agrarian University, E-mail: elena\_baydakova@mail.ru

**Virzum Lyudmila Viktorovna**, candidate of chemical sciences, associate professor, Head of the Department of Applied Biotechnology, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: virzum@list.ru.

**Voskresensky Artem Alekseevich**, postgraduate student, the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: vethospitals@yandex.ru

**Zaporozhets Vera Ivanovna**, zoo technician at the Laboratory of Molecular Genetics and Breeding of farm animals of the ICiG SB RAS, E-mail: vitiadead@gmail.com

**Zatsepina Iona.Valerevna**, Candidate of agricultural sciences, Research associate, FGBNU «Federal research center named after I. V. Michurin» All-Russian research institute for genetic and breeding of fruit plants, CGL st., Michurinsk-10. E-mail: ilonavalerevna@mail.ru

**Zenkin Alexander Sergeevich**, Doctor of Veterinary Sciences, Producer, Senior Researcher, Department of Morphology, Physiology and Veterinary Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Mordovian State University named after. N.P. Ogarev», E-mail: zenkin1950@mail.ru

**Ziruk Irina Vladimirovna**, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology, Physiology and Veterinary Pathology, Vavilov University, E-mail: iziрук@yandex.ru

**Кичеева Татьяна Григорьевна**, канд. ветер. наук, доцент кафедры доклинических дисциплин Верхневолжского ГАУ, E-mail: tkicheeva@rambler.ru

**Клетикова Людмила Владимировна**, доктор биологических наук, доцент, профессор Центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: doktor\_xxi@mail.ru

**Койчев Владимир Сагидович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ, E-mail: labtsm@yandex.ru

**Колосовский Андрей Михайлович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ, E-mail: andrew.kol61@gmail.com

**Коршунова Елена Викторовна**, старший лаборант лаборатории молекулярной генетики селекции сельскохозяйственных животных ИЦиГ СО РАН, E-mail: Len.ediger2009@yandex.ru

**Левина Елена Александровна**, старший преподаватель кафедры физического воспитания, лечебной физкультуры и спортивной медицины ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Леткин Александр Ильич**, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии, Аграрный институт, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», E-mail: vetagro2003@mail.ru.

**Лобанов Павел Сергеевич**, аспирант, центр клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: vetdocvirus@gmail.com

**Kicheeva Tatyana Grigoryevna**, PhD.Doctor of Sciences, Associate Professor of the Department of Pre-clinical Disciplines of the Upper Volga State University, Russia,153001, Ivanovo, ul. Sovetskaya,45. E-mail: tkicheeva@rambler.ru

**Kletikova Lyudmila Vladimirovna**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of Professor of the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: doktor\_xxi@mail.ru

**Koychev Vladimir Sagidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kaliningrad branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education, St. Petersburg State Agrarian University, E-mail: labtsm@yandex.ru

**Kolosovsky Andrey Mikhailovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kaliningrad branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Agrarian University, E-mail: andrew.kol61@gmail.com

**Korshunova Elena Viktorovna**, Senior laboratory assistant at the Laboratory of Molecular Genetics of breeding of farm animals of the ICiG SB RAS, E-mail: Len.ediger2009@yandex.ru

**Levina Elena Aleksandrovna**, Senior Lecturer, Department of Physical Education, Exercise Therapy and Sports Medicine, Ryazan State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Letkin Alexander Ilyich**, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Pathology, Agrarian Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Mordovian State University named after. N.P. Ogarev», E-mail: vetagro2003@mail.ru.

**Lobanov Pavel Sergeevich**, Postgraduate Student, postgraduate student, the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: vetdocvirus@gmail.com

## Список авторов

## List of authors

**Лощаков Александр Михайлович**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины чрезвычайных ситуаций ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России, E-mail: loschakovam@rambler.ru

**Мамеев Василий Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра почвоведения, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, E-mail: vmameev@yandex.ru

**Мельникова Ольга Владимировна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, E-mail: torikova1999@mail.ru

**Наумова Ирина Константиновна**, к.х.н., Ивановский государственный университет, E-mail: ivsu-info@yandex.ru

**Никитин Сергей Вячеславович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных животных ИЦиГ СО РАН, E-mail: nsv1956@mail.ru

**Николаев Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные и дорожные машины» ФГОУ ВО Ярославский технический университет, E-mail: Nikolaev53@inbox.ru

**Пономарева Галина Владимировна**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой физического воспитания, лечебной физкультуры и спортивной медицины ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Рожков Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой механизации сельского хозяйства, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПБГАУ, E-mail: alex-ser-rozhkov@mail.ru

**Скворцова Людмила Николаевна**, доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», E-mail: dissov2013@ya.ru

**Loshchakov Aleksandr Mikhailovich**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Safety and Emergency Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ivanovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, E-mail: loschakovam@rambler.ru

**Mameev Vasily Vasil'evich**, Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, E-mail: vmameev@yandex.ru

**Melnikova Olga Vladimirovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, E-mail: torikova1999@mail.ru

**Naumova Irina Konstantinovna**, PhD, Ivanovo State University, E-mail: ivsu-info@yandex.ru

**Nikitin Sergey Vyacheslavovich**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Genetics and Breeding of Farm Animals of the ICiG SB RAS, E-mail: nsv1956@mail.ru

**Nikolayev Vladimir Anatolyevich**, doctor of technical sciences, Professor of the Department of construction and road machines» FGCU in Yaroslavl Technical University, E-mail: Nikolaev53@inbox.ru

**Ponomareva Galina Vladimirovna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Education, Exercise Therapy and Sports Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ryazan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Rozhkov Aleksandr Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Mechanization, Kaliningrad Branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Agrarian University, E-mail: alex-ser-rozhkov@mail.ru

**Skvortsova Lyudmila Nikolaevna**, Doctor of Biological Sciences, FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Federal State Budgetary Scientific Institution «Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine», E-mail: dissov2013@ya.ru

**Сударев Николай Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры биологии животных и зоотехнии ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ племенного дела. E-mail: petrovic17@rambler.ru

**Терешенков Евгений Александрович**, аспирант кафедры биологии животных и зоотехнии ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», глава крестьянского – фермерского хозяйства «Терешенков Е.А.» Тверской области. E-mail: terescenkov20171@mail.ru

**Титов Валерий Александрович**, д.ф.-м.н., Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, E-mail: adm@isc-ras.ru

**Ториков Владимир Ефимович**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, кафедра агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, E-mail: torikov@bqsha.com.

**Федоськин Вадим Владимирович**, аспирант кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». E-mail: vadikfedoskin@mail.ru

**Хижкина Мария Анатольевна**, аспирант кафедры доклинических дисциплин Верхневолжского ГАУ, E-mail: parasitology@ivgsha.ru

**Чаргеишвили Серги Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии животных и зоотехнии ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИплем. E-mail: sergi.v.charli@gmail.com

**Черкасов Валерий Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры механизации сельского хозяйства, Калининградский филиал ФГОУ ВО СПбГАУ, E-mail: cher\_val@mail.ru

**Чурсина Наталья Сергеевна**, аспирант, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

**Sudarev Nikolay Petrovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Biology and Zootechnics of the Tver State Agricultural Academy, Chief Researcher of the Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Animal Breeding, E-mail: petrovic17@rambler.ru

**Tereshenkov Evgeny Alexandrovich**, postgraduate student of the Department of Animal Biology and Animal Science of the Tver State Agricultural Academy, head of the “Tereshenkov E.A.” peasant farm in the Tver region, E-mail: terescenkov20171@mail.ru

**Titov Valery Alexandrovich**, PhD, Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, E-mail: adm@isc-ras.ru

**Torikov Vladimir Efimovich**, Professor, Doctor of Sc., Chief Scientific Officer, Agriculture, Department of Agronomy, breeding and seed production, Bryansk State Agrarian University. E-mail: torikov@bgsha.com

**Fedoskin Vadim Vladimirovich**, graduate student of the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research Mordovian State University named after. N.P. Ogarev.» E-mail: vadikfedoskin@mail.ru

**Khzhkina Maria Anatolyevna**, post-graduate student of the Department of Preclinical Disciplines of the Verkhnevolzhsky GAU, E-mail: parasitology@ivgsha.ru

**Chargeishvili Sergi Vladimirovich**, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Animal Biology and Animal Science FSBEI HE Tver SAA, Senior Research Officer All Russian Research Institute of Animal Breeding. E-mail: sergi.v.charli@gmail.com

**Cherkasov Valery Evgenievich**, Senior Lecturer, Department of Agricultural Mechanization, Kaliningrad Branch, Federal State Educational Institution of Higher Education, St. Petersburg State Agrarian University, E-mail: cher\_val@mail.ru

**Chursina Natalya Sergeevna**, PhD student, FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

**Шаламберидзе София Зурабовна**, студентка ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России, E-mail: sofiasalamberidze@gmail.com

**Шатохин Кирилл Сергеевич**, старший научный сотрудник лаборатории прикладной биоинформатики, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, E-mail: true\_genetic@mail.ru,

**Шашурина Юлия Николаевна**, старший преподаватель, Центр клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: y.shashurina@mail.ru

**Щербинина Мария Алексеевна**, аспирант, центр клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: aleksa411@mail.ru

**Явкин Даниил Евгеньевич**, аспирант кафедры морфологии, физиологии и ветеринарной патологии, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», E-mail: d-yavkin@mail.ru

**Якименко Нина Николаевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент, Центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», E-mail: ninayakimenko@rambler.ru

**Shalamberidze Sofia Zurabovna**, student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ivanovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, E-mail: sofiasalamberidze@gmail.com

**Shatokhin Kirill Sergeevich**, Senior Researcher at the Laboratory of Applied Bioinformatics, Novosibirsk State University, E-mail: true\_genetic@mail.ru

**Shashurina Yulia Nikolaevna**, senior lecturer, the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: y.shashurina@mail.ru

**Shcherbinina Maria Alekseevna**, Postgraduate Student, postgraduate student, the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: aleksa411@mail.ru

**Yavkin Daniil Evgenievich**, graduate student of the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Pathology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Mordovian State University named after. N.P. Ogarev», E-mail: d-yavkin@mail.ru

**Yakimenko Nina Nikolaevna**, candidate of veterinary sciences, associate professor, associate professor of the Center for Clinical Disciplines, FSBEI HE «Verkhnevolzhsky SUAB», E-mail: ninayakimenko@rambler.ru

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

2024 № 3 (48)

Ответственный редактор Л.В. Клетикова  
Корректор Н.Ф. Скокан.  
Английский перевод А.А. Емельянов  
Технический редактор Е.В. Болотова

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: 17.10.2024  
Печ. л. 9,2. Усл. печ. л. 14,78. Формат 60x84 1/8  
Тираж: 50 экз. Заказ № 7090  
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](mailto:vestnik-igsha@mail.ru), [vestnik@ivgsha.ru](mailto:vestnik@ivgsha.ru)

Отпечатано: ИПК «ПресСто»  
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 8  
Тел.: 8-930-330-36-20  
E-mail: [pressto@mail.ru](mailto:pressto@mail.ru)

## **Уважаемые читатели и авторы!**

16 октября 2022 года полностью вступила в действие новая номенклатура научных специальностей. С 21 октября 2022 года журнал «Аграрный вестник Верхневолжья» включен 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:

### **4. Сельскохозяйственные науки**

#### **4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство**

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

#### **4.2. Зоотехния и ветеринария**

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

#### **4.3. Агроинженерия и пищевые технологии**

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

