ISSN 2311-9322 (Print), ISSN 2311-9330 (Online)

Biology in Agriculture

Биология в сельском хозяйстве

№2, 2023

Научно-практический и теоретический журнал



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции, генетике, биотехнологии, физиологи, этологии, микробиологии и многим другим отраслям современной науки

scientia, virtus, libertas

≡ Russian Federation ≡

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Главный редактор:

Шендаков А.И.,
доктор с.-х. наук, профессор,
член Союза писателей России

Редакционная коллегия:

Балакирев Н.А., академик РАН, д. с.-х. н., профессор
Березина Н.А., д.т.н., доцент (председатель редколлегии)
Буяров В.С., д. с.-х. н., профессор
Горькова И.В., д.т.н., доцент
Делян А.С., д. с.-х. н., профессор
Егоров И.А., академик РАН, д. б. н., профессор
Зотиков В.И., член-корреспондент РАН, д. с.-х. н., профессор
Кавтарашвили А.Ш., член-корреспондент РАН, д. с.-х. н., профессор
Князев С.Д., д. с.-х. н., профессор
Коровушкин А.А., д. б. н., доцент
Крюков В.И., д. б. н., профессор
Лещуков К.А., д. с.-х. н., доцент
Лобков В.Т., д. с.-х. н., профессор
Ляшук Р.Н., д. с.-х. н., профессор
Макаркина М.А., д. с.-х. н., гл. научный сотрудник
Мамаев А.В., д. б. н., профессор
Мельник А.Ф., д. с.-х. н., доцент
Петрова С.Н., д. с.-х. н., доцент
Резвякова С.В., д. с.-х. н., доцент
Родимцев С.А., д.т.н., доцент
Степанова Л.П., д. с.-х. н., профессор
Харитонов С.Н., д. с.-х. н., профессор
Яровая Н.И., д. б. н., профессор

Червонова И.В., к с.-х. н, секретарь

Содержание

стр.

Актуальные вопросы зоотехнии и ветеринарии

Шендаков А.И., **Шендакова Т.А.** Динамика живой массы молодняка и коров чёрно-пёстрой породы в АО «Агрофирма Мценская» Орловской области (***Shendakov A.I., Shendakova T.A.*** *Dynamics of live weight of young animals and cows of Black-and-White breed in JSC "Agrofirma Mtsensk" of the Oryol region*)..... 2

Буяров В.С., Буяров А.В., Талалаева М.А., Мощанец А.С. Технология содержания и кормления родительского стада мясных кур и цыплят-бройлеров (***Buyarov V. S., Buyarov A.V., Talalaeva M.A., Moshchanets A.S.*** *Technology of keeping and feeding the parent herd of meat hens and broiler chickens*)…… 5

Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Сравнительная оценка быков-производителей по экстерьерным и воспроизводительным качествам (***Murlenkov N.V, Shendakov A.I.*** *Comparative evaluation of bulls-sires by exterior and reproductive qualities*)..... 12

Мамаев А.В., **Коновалов К.В.**, **Мамаева О.А**., **Самусенко Л.Д.** Способ оценки уровня контаминантов в продуктах убоя овец (***Mamaev A.V.***, ***Konovalov K.V.***, ***Mamaeva O.A.***, ***Samusenko L.D.*** *Bioenergetic assessment of the level of contaminants in sheep slaughter products*)……..... 15

Актуальные вопросы биологии

Кузнецова Е.А., Учасов Д.С. Биотехнологические подходы в регулировании биологических систем (***Kuznetsova E.A.***, ***Uchasov D.S.*** *Biotechnological approaches in the regulation of biological systems*)..... 20

Крюков В.И., Жучков С.А., Лазарева Т.Н., Киреева О.С. Влияние низкочастотного импульсного электромагнитного поля на мутагенность ионов меди для личинок амфибий (***Kryukov V.I., Zhuchkov S. A., Lazareva T.N., Kireeva O.S.*** *Effect of a low-frequency pulsed electromagnetic field on the mutagenicityof copper ions in amphibian tadpoles*)..... 24

Актуальные вопросы растениеводства

Хоконова М.Б., Скрипин П.В., Козликин А.В. Урожайность и технологические свойства различных форм ячменя (***Khokonova M.B., Skripin P.V., Kozlikin A.V.*** *Yield and technological properties of various forms of barley*)..... 32

Адрес издателя и редакции: 302019, Орловская обл., г. Орёл, ул. Генерала Родина, д. 69
Свидетельство о регистрации СМИ выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), ПИ №ФС 77-70557 от 03.08.2017 г. (предыдущее свидетельство ПИ №ФС 77-54372 от 29.05.2013 г.)
Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.
Адрес издательства (типографии): 302028, г. Орёл, бульвар Победы, 19, лицензия ЛР№021325 от 23.02.1999 г.
Язык: русский, английский
Телефон: гл. редактор – 8-953-816-78-84, **факс:** +7 (4862) 76-41-01
E-mail: bio413@ya.ru (для материалов), ai.shendakov@orelsau.ru (для переписки)
Сдано в набор: 02.06.2023 г. **Подписано в печать:** 16.06.2023 г.
Дата выхода: 23.06.2023 г.
Периодичность выхода, объём: 4 раза в год, до 100 страниц.
Тираж: 300 экземпляров. Цена свободная.
Формат: 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Фото на обложке: техника АО «Агрофирма Мценская» на полях (https://agrofm.ru/About_Firma.html)
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.
Перепечатка материалов с письменного разрешения главного редактора.
Адрес в сети Интернет: http://www.orelsau.ru/science/zhurnal-biologiya-v-selskom-khozyaystve/ (свободный доступ к архиву номеров журнала).

16+

© ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2023

УДК 636.2.034

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, professor
Шендакова Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Shendakova T.A., Candidate of Agricultural Sciences
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia
e-mail: aish78@yandex.ru

ДИНАМИКА ЖИВОЙ МАССЫ МОЛОДНЯКА И КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ В АО «АГРОФИРМА МЦЕНСКАЯ» ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

(Dynamics of live weight of young animals and cows of Black-and-White breed in JSC "Agrofirma Mtsensk" of the Oryol region)

В структуре поголовья молочного скота Орловской области чёрно-пёстрая порода занимает ведущее место, однако она была поглощена голштинскими быками-производителями. В результате в разводимом массиве доля генов голштинской породы возросла до 90% и выше. Возникла необходимость регистрации этого массива в качестве голштинской породы. Для этого нами была проведена оценка интенсивности роста разводимого молодняка и коров в АО «Агрофирма Мценская» Орловской области. В результате исследований было определено, что в последние годы в хозяйстве к 18 месяцам тёлки достигали 432-446 кг. В 2020 году живая масса коров от 1 к 3 лактации возрастала по зависимости, которую можно выразить полиноминальным уравнением регрессии $y=22x^2-44x+562$, в 2021 году живая масса коров от 1 к 3 лактации возрастала линейно – $y=43,5x+515$, а показатели коров по живой массе к 3 лактации стали несколько выше – 647 кг. Таким образом, можно сделать вывод о значительном влиянии голштинов на увеличение живой массы разводимого поголовья и его соответствии стандартам голштинской породы.

Ключевые слова: чёрно-пёстрая порода, динамика живой массы, молодняк скота, лактации

In the structure of the number of dairy cattle in the Oryol region, the Black-and-White breed occupies a leading place, but it was absorbed by Holstein sires. As a result, the proportion of Holstein breed genes in the breeding array increased to 90% and more. There was a need to register this massif as a Holstein breed. To do this, we assessed the intensity of growth of bred young animals and cows in JSC Agrofirma Mtsensk, Oryol region. As a result of the research, it was determined that in recent years on the farm, by the age of 18 months, heifers reached 432-446 kg. In 2020, the live weight of cows from 1 to 3 lactations increased according to the dependence that can be expressed by a polynomial regression equation $y=22x2-44x+562$, in 2021, the live weight of cows from 1 to 3 lactations increased linearly - $y=43.5x+515$, and the indicators of cows in terms of live weight by the 3rd lactation became slightly higher - 647 kg. Thus, we can conclude that the Holsteins have a significant impact on the increase in the live weight of the bred livestock and its compliance with the standards of the Holstein breed.

Key words: Black-and-White breed, live weight dynamics, young cattle, lactations

В последние десятилетия в России проходила активная голштинизация чёрно-пёстрой породы молочного скота, что привело к увеличению не только удов, но и живой массы молодняка и коров [1, 2, 6], однако вопрос изучения интенсивности роста в стадах не утратил своей значимости при сравнении с другими породами. Так, ***Перепелкина В.А.*** (2015) даёт сравнение особенностей экстерьера и показателей роста молочного крупного рогатого скота черно-пестрой и джерсейской пород [4]. ***Приступа В.Н., Торосян Д.С.*** (2021) приводят результаты оценки влияния разных факторов на скорость роста молодняка и качество говядины [5]. ***Забашта Н.Н. с соавт. (2019)*** отмечает, что живая масса к 18-месячному возрасту у швицезебувидного скота составила 381,7 кг, у сверстников таджикского типа черно-пестрой породы – 402,6 кг [3]. В связи с этим нами была изучена динамика живой массы молодняка и коров чёрно-пёстрого скота на примере одного из ведущих племенных предприятий Орловской области с целью определения соответствия разводимого массива стандартам голштинской породы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2021-2022 году в АО «Агрофирма Мценская» Орловской области, в стаде чёрно-пёстрых голштинизированных коров, кровность по голштинам (%HF) у которых составила на период исследований 86% в среднем. Кормление производилось в соответствии с физиологическими нормами и потребностями. Была исследована характеристика выращивания молодняка за 6 лет разведения – с 2016 по 2021 год, динамика интенсивности роста чёрно-пёстрых тёлок от 10 до 18 месяцев (кг), живая масса коров по 1, 2 и 3 лактациям (кг), также были построены уравнения нелинейной регрессии для прогноза живой массы у тёлок и коров. Обработка первичных данных проводилась в компьютерной программе «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение

Из таблицы 1 следует, что в последние годы в хозяйстве к 18 месяцам тёлки достигали 432-446 кг. Это является отличным показателем для пёстрой породы. На 01.01.2019 года и на 01.01.2020 года в стаде у тёлок в возрасте 18 месяцев наметилось некоторое снижение живой массы – до 432 и 434 кг соответственно, однако и эти цифры являлись довольно-таки высоким показателем для чёрно-пёстрого голштинизированного скота.

Таблица 1 – Характеристика выращивания молодняка за 6 лет разведения

Группа животных	Средняя живая масса учтенного поголовья в возрасте, месяцев								
	10			12			18		
	Кол-во, голов	кг	В том числе голов, с живой массой не ниже 1 класса	Кол-во, голов	кг	В том числе голов, с живой массой не ниже 1 класса	Кол-во, голов	кг	В том числе голов, с живой массой не ниже 1 класса
на 01.01.2016 года									
Телки	23	272	23	94	323	94	176	433	176
на 01.01.2017 года									
Телки	28	275	28	80	325	80	187	443	187
на 01.01.2018 года									
Телки	22	272	23	122	324	122	167	445	167
на 01.01.2019 года									
Телки	27	283	27	89	327	89	155	432	155
на 01.01.2020 года									
Телки	26	277	26	112	332	112	143	434	143
на 01.01.2021 года									
Телки	33	280	33	87	336	87	159	446	159

Согласно данным рисунка 1, можно подчеркнуть, что в 2021 году тёлки несколько превзошли аналогичные показатели в 12 и 18 месяцев по предыдущим годам. Приведённые данные по увеличению живой массы тёлок можно выразить нелинейными экспоненциальными уравнениями регрессии $y=218,16e^{0,2328x}$, $y=224e^{0,2115x}$ и $y= 218,12e^{0,2245x}$ с достоверностью R^2=0,98-0,99 (рис. 1).

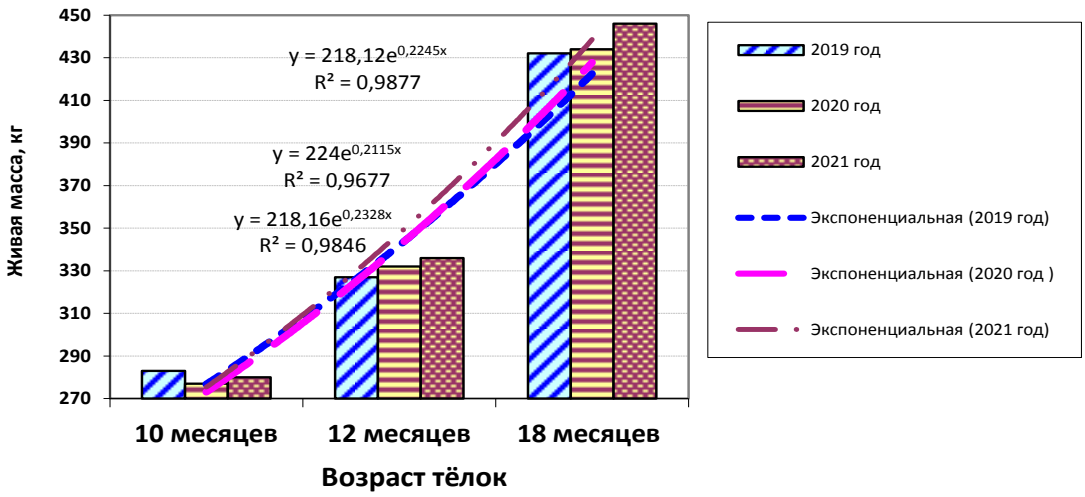


Рис. 1 – Динамика интенсивности роста чёрно-пёстрых тёлок от 10 до 18 месяцев, кг

Следовательно, в хозяйстве используется интенсивная технология выращивания молодняка, что впоследствии отражается на живой массе коров. Анализ живой массы которых за предыдущие годы показал, что коровы дойного стада в хозяйстве обладают достаточно высокой живой массой. Согласно данным рисунка 2, в 2020 году живая масса коров от 1 к 3 лактации возрастала по зависимости, которую можно

выразить полиноминальным уравнением регрессии $y=22x^2-44x+562$, в 2021 году живая масса коров от 1 к 3 лактации возрастала линейно – $y=43,5x+515$, а показатели коров по живой массе к 3 лактации стали несколько выше.

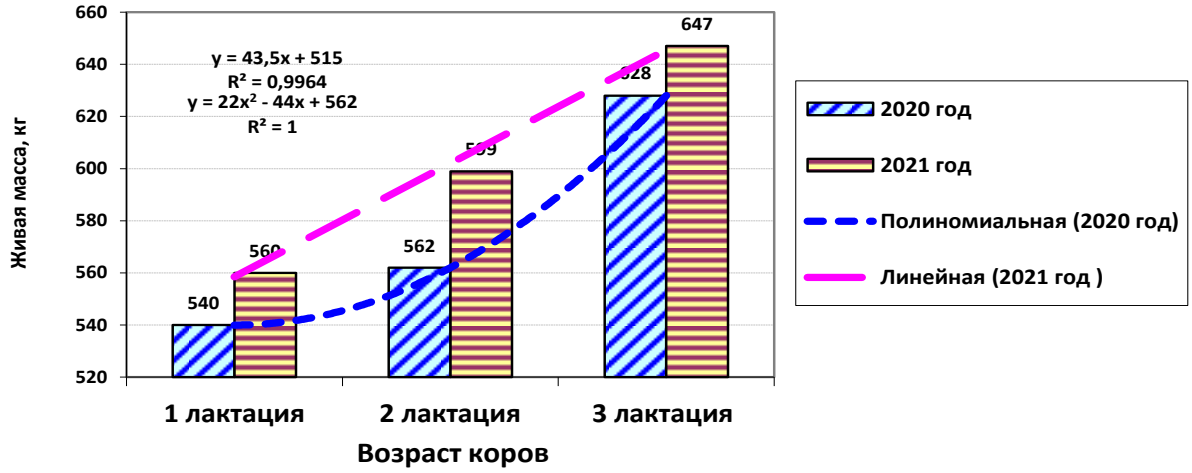


Рис. 2 – Живая масса коров по 1, 2 и 3 лактациям, кг

Вместе с тем, живая масса у некоторых животных к третьей и последующим лактациям может увеличиваться незначительно или даже уменьшаться, что среди зоотехников называется “сдаиванием живой массы”. В действительности это может быть объяснено не только увеличением удоя, но и комплексом физиологических и биохимических процессов, которые происходят в организме коров при увеличении нагрузки на организм.

В целом, следует отметить, что голштинизация чёрно-пёстрого скота способствовала увеличению живой массы тёлок и коров, а сам изученный массив по этим показателям стал соответствовать стандартам голштинской породы.

Литература

1. ***Абашева А.Д.*** Динамика роста и развития бычков черно-пестрой породы в СПК "Коммунар" Глазовского района Удмуртской республики // В сборнике: Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Сборник статей. Отв. за выпуск Н.М. Итешина. Ижевск, 2022. С. 287-290.
2. ***Горелик О.В., Лиходеевская О.Е., Жаркенов А.К., Жиляев А.А.*** Динамика весового роста ремонтного молодняка голштинизированного черно-пестрого скота // В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - Нальчик, 2021. С. 167-170.
3. ***Забашта Н.Н., Тиллоев И.Т., Тузова С.А., Забашта А.В.*** Особенности роста голштинизированного и швицезебувидного молодняка // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 81. С. 251-255.
4. ***Перепелкина В.А.*** Особенности экстерьера и показатели роста молочного крупного рогатого скота черно-пестрой и джерсейской пород // Аграрная Россия. 2015. № 10. С. 26-30.
5. ***Приступа В.Н., Торосян Д.С.*** Влияние разных факторов на скорость роста молодняка и качество говядины // Главный зоотехник. 2021. № 3 (212). С. 28-39.
6. ***Ткачева Е.С., Яковлева О.О.*** Влияние продуктивности и возраста матерей на рост и развитие телят черно-пестрой породы // Молочно-хозяйственный вестник. 2022. № 4 (48). С. 95-107.

Поступила в редакцию: 20.04.2023 г.
Принята к публикации: 02.05.2023 г.

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Шендакова Т.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru

УДК 636.52/.58.053.033:[338.43 +631.17]

Буяров В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Буяров А.В., кандидат экономических наук, доцент
Талалаева М.А., магистрант 2 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния
Мощанец А.С., магистрант 2 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
Buyarov V. S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Buyarov A.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Talalaeva M.A., Master student of the 2nd year of training direction 36.04.02 Zootechnics
Moshchanets A.S. , master student of the 2nd course of the direction of preparation 36.04.02 Zootechnics
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», Orel, Russia, E-mail: bvc5636@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА МЯСНЫХ КУР И ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

(Technology of keeping and feeding the parent herd of meat hens and broiler chickens)

Динамичное развитие и повышение конкурентоспособности птицеводства направлено на достижение ключевых индикаторов Доктрины продовольственной безопасности и решение проблемы импортозамещения. Несмотря на санкционное давление со стороны недружественных государств, отрасль птицеводства не только сохранила свои позиции, но и закончила 2022 год с приростом производства яиц (102,67% к уровню 2021 г.) и мяса птицы (104,33% к уровню 2021 г.). Это стало возможным благодаря созданному потенциалу в птицеводстве по племенной базе, технологическому оборудованию, производству кормовых добавок, ветеринарных препаратов, и самое главное – подготовленному за десятки лет профессиональному управленческому потенциалу отрасли, который имеет опыт работы в кризисных ситуациях. Новые вызовы, с которыми столкнулось в последние годы отечественное птицеводство, будут носить долгосрочный характер, и на них нужен адекватный ответ. Современные кроссы яичной и мясной птицы обладают высоким генетическим потенциалом, реализация которого зависит, в первую очередь, от условий кормления и содержания птицы, соблюдений требований биологической и ветеринарной безопасности на птицефабриках. Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при оптимальных условиях кормления и содержания в ООО «ПОЗЦ Свеженка» составляет: живая масса в конце выращивания в возрасте 40 дней – 2600 г, среднесуточный прирост живой массы – 64,0 г., сохранность - 96%, затраты корма на 1 кг прироста – 1,60 кг, Европейский индекс продуктивности – 390 единиц. С позиций системного подхода разработаны приоритетные направления (точки роста) развития птицеводства, реализация которых позволит повысить продуктивность птицы и конкурентоспособность отрасли.

Ключевые слова: птицеводство, родительское стадо, цыплята-бройлеры, технология, кормление, содержание, генетический потенциал, продовольственная безопасность.

The dynamic development and increase in the competitiveness of the poultry industry is aimed at achieving the key indicators of the Food Security Doctrine and solving the problem of import substitution. Despite the sanctions pressure from unfriendly states, the poultry industry not only maintained its position, but also ended 2022 with an increase in the production of eggs (102.67% compared to 2021) and poultry meat (104.33% compared to 2021).). This became possible thanks to the created potential in the poultry breeding base, technological equipment, the production of feed additives, veterinary drugs, and most importantly, the professional management potential of the industry, which has been trained over decades and has experience in crisis situations. The new challenges that the domestic poultry industry has faced in recent years will be of a long-term nature, and they need an adequate response. Modern crosses of egg and meat poultry have a high genetic potential, the implementation of which depends, first of all, on the conditions of feeding and keeping the birds, compliance with the requirements of biological and veterinary safety at poultry farms. The productivity of broiler chickens of the cross "Ross-308" under optimal conditions of feeding and keeping in LLC "POZTS Svezhenka" is: live weight at the end of rearing at the age of 40 days - 2600 g, average daily live weight gain - 64.0 g, safety - 96 %, feed costs per 1 kg of growth - 1.60 kg, European productivity index - 390 units. From the standpoint of a systematic approach, priority areas (points of growth) for the development of poultry farming have been developed, the implementation of which will increase the competitiveness of the industry.

Key words: poultry farming, parent flock, broiler chickens, technology, feeding, maintenance, genetic potential, food security.

Введение. Динамичное развитие и повышение конкурентоспособности животноводства направлено на достижение ключевых индикаторов Доктрины продовольственной безопасности и решение проблемы импортозамещения. Промышленному птицеводству как наиболее скороспелой и наукоемкой подот-

расли животноводства принадлежит важнейшая роль в обеспечении продовольственной безопасности в Российской Федерации [1-3]. Изменения социально-экономической и внешнеполитической ситуации, связанные с санкционным давлением со стороны недружественных государств, создали для экономики в целом и для отрасли птицеводства, в частности, значительные сложности в обеспечении предприятий необходимыми для производства ресурсами. Несмотря на санкционное давление со стороны недружественных государств, отрасль птицеводства не только сохранила свои позиции, но и закончила 2022 год с приростом производства яиц (102,67% к уровню 2021 г.) и мяса птицы (104,33% к уровню 2021 г.). Всеми категориями хозяйств Российской Федерации в 2022 гг. было произведено 46,1 млрд. шт. яиц, что обеспечило потребление яиц на уровне 293 шт. на душу населения. Экспорт яиц вырос с 506 млн. шт. в 2021 г. до 570 млн. шт. в 2022 г. Несмотря на высокие темпы прироста производства свинины, мясо птицы сохраняет лидирующие позиции – 44% на рынке мяса всех видов скота и птицы. Потребление мяса птицы на душу населения достигло 35,0 кг, что на 12,9% выше рекомендованной рациональной нормы (31 кг). Уровень самообеспеченности мясом птицы собственного производства в 2022 г. составил 120%. Экспорт мяса птицы вырос с 305 до 377 тыс. т, что составляет 65% экспорта мяса всех видов скота и птицы [4-8]. Это стало возможным благодаря созданному потенциалу в птицеводстве, в первую очередь, по племенной базе, технологическому оборудованию, производству кормовых добавок, ветеринарных препаратов, и самое главное – подготовленному за десятки лет профессиональному управленческому потенциалу отрасли, который имеет опыт работы в кризисных ситуациях. Новые вызовы, с которыми столкнулось в последние годы птицеводство, будут носить долгосрочный характер, и на них нужен адекватный ответ [9-15].

Современные кроссы яичной и мясной птицы обладают высоким генетическим потенциалом, реализация которого зависит, в первую очередь, от условий кормления и содержания птицы, соблюдений требований биологической и ветеринарной безопасности на птицефабриках [16-20].

В связи с этим, целью исследований было изучение технологии кормления и содержания родительского стада мясных кур и цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» и разработка приоритетных направлений (точек роста) развития мясного птицеводства, реализация которых позволит повысить продуктивность птицы и конкурентоспособность отрасли.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований были использованы общепринятые зоотехнические и зоогигиенические методы исследований. Экспериментальная часть работы выполнена на кафедре частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, а также в производственных условиях ООО «ПОЗЦ Свеженка» и «Тиняковский племенной репродуктор».

Результаты и обсуждение.

Птицефабрика располагает цехами для содержания родительского стада мясного кросса кур и рядом других вспомогательных помещений. Параметры цехов: 3 цеха - 12 х 93 м, 2 цеха - 18 х 93 м, 3 цеха - 12 х 87 м, 3 цеха - 21 х 93 м. Вместимость птичников от 5,5 до 11 тыс. голов. Оборудование птичников: «VDL» (Нидерланды). Ниже представлено описание паспорта птичника для содержания кур родительского стада.

Паспорт птичника:

Размеры: 87 х 12 м. Площадь: общая – 1044 м², в том числе полезная – 1008 м². Стены: кирпичные, толщиной 51 см. Потолок: плиты ребристые, утеплённые пленкой и минеральной ватой. Крыша: шифер. Оборудование – VDL (Нидерланды). Гнезда: автоматический яйцесбор, ленточный транспортер. Система вентиляции: 4 крышных вентилятора мощностью по 12 тыс. м³ в час; 5 торцевых вентиляторов мощностью по 35 тыс. м³ в час; 44 воздушных клапана мощностью по 4100 м³ в час; 2 приточных жалюзи мощностью по 35 тыс. м³ в час. Система кормления: для кур – 6 линий по 79 метров, для петухов – 2 линии по 42 кормушки (7 кормомест). Система поения: всего 782 ниппеля, в том числе: 2 линии – по 391 ниппелю. Вместимость птичника для кросса «Росс-308»: в соответствии с плотностью посадки - до 5540 голов, в том числе кур – до 5040 голов, петухов – 500 голов.

Плотность посадки поголовья на период яйцекладки 140-448 дней (20-64 недели) составляет 3,5-5,5 петухов и кур на 1 м ². Фронт кормления для кур – 15 см на 1 голову, для петухов – 18 см на 1 голову. Фронт поения - один ниппель на 8 голов.

Применяется технология раздельного кормления кур и петухов родительского стада, что позволяет регулировать живую массу и однородность, как петухов, так и кур. Для кормления кур используется желобковая цепная система кормораздачи, для петухов - подвесные круглые кормушки. Рецепты комбикормов для кур и петухов родительского стада представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Рецепт комбикорма: № ПК-1-1-151. Для кладки - 1-5% продуктивности до 245 дней

Состав рецепта	В рецепте %
Пшеница	42,370
Кукуруза	27,500
Шрот подсолнечный СП 36%, СК 19%	10,500
Известняковая мука	7,000
Шрот соевый СП 46%	7,000
Кукурузный глютен	2,100
Ровимикс кладка дсм	2,000
Монокальцийфосфат	0,750
Масло подсолнечное	0,400
Подкислитель «Биотек»	0,200
Соль поваренная	0,180

Показатели качества			Дополнительно введено БАВ в 1 кг комбикорма		
Наименование	Ед. из.	Знач.	Наименование	Ед. изм.	Знач.
ОЭ Птицы	ккал/100г	280	Витамин A	тыс. МЕ	15,00
Сырой протеин	%	15,00	Витамин D3	тыс. МЕ	4,50
Сырой жир	%	2,49	Витамин E	мг	120,00
Линолевая кис.	%	1,26	Витамин K3	мг	6,00
Сырая клетчат.	%	3,42	Витамин B1	мг	3,60
Лизин	%	0,74	Витамин B2	мг	12,00
Метионин	%	0,42	Витамин B3	мг	20,00
Треонин	%	0,60	Витамин B4	мг	500,00
Мет.+Цистин	%	0,70	Витамин B5	мг	60,00
Мет+Цист усв.	%	0,63	Витамин B6	мг	5,00
Лизин усв.	%	0,67	Витамин B12	мг	0,030
Метионин усв.	%	0,40	Витамин H	мг	0,30
Треонин усв.	%	0,53	Fe	мг	50,00
Ca	%	3,08	Cu	мг	16,00
P	%	0,36	Zn	мг	110,00
K	%	0,53	Mn	мг	120,00
Na	%	0,20	Орг. селен	мг	0,30
Cl	%	0,22	I	мг	2,00

Таблица 2 - Рецепт комбикорма: № ПК-1-1-145. Для кладки 2 - более 245 дней

Состав рецепта	В рецепте %
Пшеница	52,140
Кукуруза	21,000
Шрот подсолнечный СП 36%, СК 19%	9,000
Известняковая мука	7,400
Шрот соевый СП 46%	5,000
Кукурузный глютен	2,000
Ровимикс кладка дсм	2,000
Монокальцийфосфат	0,680
Масло подсолнечное	0,400
Подкислитель «Биотек»	0,200
Соль поваренная	0,180

Показатели качества			Дополнительно введено БАВ в 1 кг комбикорма		
Наименование	Ед. из.	Знач.	Наименование	Ед. изм.	Знач.
ОЭ Птицы	ккал/100г	280	Витамин A	тыс. МЕ	15,00
Сырой протеин	%	14,00	Витамин D3	тыс. МЕ	4,50
Сырой жир	%	2,22	Витамин E	Мг	120,00
Линолевая кис.	%	1,25	Витамин K3	Мг	6,00
Сырая клетчат.	%	3,12	Витамин B1	Мг	3,60
Лизин	%	0,68	Витамин B2	Мг	12,00
Метионин	%	0,40	Витамин B3	Мг	20,00
Треонин	%	0,56	Витамин B4	Мг	500,00
Мет.+Цистин	%	0,67	Витамин B5	Мг	60,00
Мет+Цист усв.	%	0,61	Витамин B6	мг	5,00
Лизин усв.	%	0,62	Витамин B12	мг	0,030
Метионин усв.	%	0,38	Витамин H	мг	0,30
Треонин усв.	%	0,49	Fe	мг	50,00
Ca	%	3,08	Cu	мг	16,00
P	%	0,36	Zn	мг	110,00
K	%	0,53	Mn	мг	120,00
Na	%	0,20	Орг. селен	мг	0,30
Cl	%	0,22	I	мг	2,00

Таблица 3 - Рецепт комбикорма: №ПК-1-1-132 (для петухов)

Состав рецепта			В рецепте %		
Пшеница			55,800		
Отруби пшеничные			15,000		
Шрот подсолнечный СП 34%, СК 19%			2,000		
Ячмень			12,000		
Пшеница цельная			10,000		
Кукуруза			2,000		
Ровимикс петухи дсм			2,000		
Монокальцийфосфат			0,770		
Подкислитель «Биотек»			0,200		
Соль поваренная			0,230		
Показатели качества			Дополнительно введено БАВ в 1 кг комбикорма		
Наименование	Ед. из.	Знач.	Наименование	Ед. изм.	Знач.
ОЭ Птицы	ккал/100 г	270	Витамин А	тыс. МЕ	15,00
Сырой протеин	%	11,80	Витамин D3	тыс. МЕ	4,50
Сырой жир	%	1,58	Витамин Е	Мг	120,00
Линолевая кис.	%	1,00	Витамин К3	Мг	6,00
Сырая клетчат.	%	3,61	Витамин В1	Мг	3,60
Лизин	%	0,52	Витамин В2	Мг	12,00
Метионин	%	0,34	Витамин В3	Мг	20,00
Треонин	%	0,40	Витамин В4	Мг	500,00
Мет.+Цистин	%	0,59	Витамин В5	Мг	60,00
Мет+Цист усв.	%	0,54	Витамин В6	мг	5,00
Лизин усв.	%	0,45	Витамин В12	мг	0,030
Метионин усв.	%	0,32	Витамин Н	мг	0,30
Треонин усв.	%	0,33	Fe	мг	50,00
Ca	%	0,74	Cu	мг	16,00
P	%	0,37	Zn	мг	110,00
K	%	0,58	Mn	мг	120,00
Na	%	0,18	Орг. селен	мг	0,30
Cl	%	0,23	I	мг	2,00

Исключительно важным для птиц является одновременное увеличение продолжительности светового дня и интенсивности освещения (освещенности), что стимулирует достижение половой зрелости птицы и получение высоких показателей яичной продуктивности. Следует отметить, что освещенность в период яйцекладки должна быть на уровне 60 люкс на уровне нахождения птицы, однако внутри птичника допустимой является освещенность в пределах 30-60 люкс (табл. 4). Яйценоскость и активность петухов могут быть увеличены повышением освещенности в птичнике до 100 люкс.

Таблица 4 - Световой режим для кур родительского стада кросса «Росс-308»

Возраст, дней	Световой день, час	Освещенность, люкс	Время вкл., час-мин.	Время выкл., час-мин.
135-145	8	6-8	8-00	16-00
146-150	9,5	15-20	7-30	17-00
151-155	11	25	7-30	18-30
156-162	12	30	7-30	19-30
163-176	13	30	7-30	20-30
176 и далее	14	40-60	7-30	21-30

Открытие гнезд - за 1 час до включения света. Закрытие гнезд - через 1 час после выключения света. Оптимальная амплитуда температуры в течение всего периода яйцекладки - 18-22 ^{0}С, относительная влажность должна находиться на уровне 60-70%. В летний период в закрытом птичнике при температуре воздуха выше 27 ^{0}С для предупреждения теплового стресса может понадобиться система охлаждения. Половое соотношение кур и петухов родительского стада приведено в табл. 5.

Таблица 5 - Половое соотношение кур и петухов родительского стада

Возраст, недель	Число качественных петухов на 100 кур	
	минимальное	максимальное
до 24 недель	9,5	10,0
24-30	9,0	10,0
30-35	8,5	9,75
35-40	8,0	9,5
40-50	7,5	9,25
50 и до убоя	7,0	9,0

Продуктивность, жизнеспособность и сохранность цыплят-бройлеров в значительной мере определяются условиями их кормления и содержания, в том числе параметрами микроклимата. Анализ параметров микроклимата в подопытных птичниках показал, что они практически соответствовали зоогигиеническим нормативам для цыплят-бройлеров (табл. 6).

Этому способствовало внедрение нового прогрессивного технологического оборудования, эффективной вентиляции с использованием локальных газовых источников обогрева птичников.

Таблица 6 - Показатели микроклимата птичников для напольного выращивания цыплят-бройлеров

Период выращивания бройлеров, дни	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Содержание в воздухе	
				углекислоты, %	аммиака, мг/м^3
1 – 7	28,4 - 32,2	51,7	0,11	0,10	3,5
8 – 14	27,3 - 28,6	52,5	0,14	0,12	5,0
15 – 21	25,1 - 27,0	53,1	0,19	0,14	5,5
22 – 28	23,1 - 24,7	55,8	0,20	0,15	7,5
29 – 35	21,4 - 23,3	58,7	0,24	0,19	8,0
36 – 40	19,7 - 21,3	60,2	0,32	0,20	9,8

Температура воздуха в птичниках постепенно снижалась с 32,2°С в первую неделю жизни до 19,7°С в конце выращивания бройлеров. Относительная влажность воздуха составляла 51,7-60,2%, подвижность воздуха – 0,11-0,32 м/с. Концентрация углекислоты и аммиака в течение всего технологического цикла выращивания бройлеров не превышала предельно допустимого уровня. Необходимо отметить, что при оптимальных условиях содержания более полно реализуется генетический потенциал мясной птицы современных кроссов, которая отличатся высокой требовательностью к качеству воздушной среды птичник.

С учетом биологических особенностей мясной птицы, продолжительности выращивания, нормативной живой массы бройлеров по периодам откорма, периода года, возможностей отопительно-вентиляционной системы нами были разработаны графики обеспечения микроклимата в птичниках для выращивания цыплят-бройлеров, способствующие в максимальной степени реализации генетического потенциала цыплят-бройлеров (табл. 7 и 8).

Таблица 7 - Требуемые по нормам показатели микроклимата в птичниках для выращивания цыплят-бройлеров (летний режим)

Показатели	Возраст, дней						
	0	7	14	21	28	35	40
Нормативная живая масса, г	40	178	464	901	1436	2046	2501
Установленная влажность для работы вентиляции, %	50	50	50	55	55	60	60
График вентиляции и отопления							
Возраст, дней	0	7	14	21	28	35	40
Температура внутри помещения, °С	32	28	27	25	23	21	19
Min. вентиляция (м^3 /ч на 1гол.)	0,2	0,3	0,5	1	1,6	2,5	3
Max. вентиляция, %	8	20	50	85	100	100 +дополнительная	100 +дополнительная
Ограничение вентиляции по влажности, %	8	10	25	50	60	70	80

Таблица 8 - Требуемые по нормам показатели микроклимата в птичниках для выращивания цыплят-бройлеров (зимний режим)

Показатели	Возраст, дней						
	0	7	14	21	28	35	40
Нормативная живая масса, г	40	178	464	901	1436	2046	2501
Установленная влажность для работы вентиляции, %	50	50	50	55	55	60	60
График вентиляции и отопления							
Возраст, дней	0	7	14	21	28	35	40
Температура внутри помещения, °С	32	28	27	25	23	21	19
Min. вентиляция (м^3 /ч на 1гол.)	0,2	0,3	0,5	1	1,6	2,5	3
Max. вентиляция, %	5	15	35	50	80	100	100+ дополнительная
Ограничение вентиляции по влажности, %	5	10	30	40	60	80	90

Большое влияние на продуктивные качества бройлеров, их сохранность оказывает режим освещения. Программа освещения в подопытных птичниках приведена в табл. 9.

В настоящее время на многих бройлерных фабриках применяется система энергосберегающая светодиодного освещения.

В структуре себестоимости прироста живой массы бройлеров наибольший удельный вес занимают комбикорма. На их долю приходится до 70-75% всех производственных затрат. Потому успешное развитие мясного птицеводства в решающей мере зависит от обеспеченности полнорационной сбалансированности комбикормом и их стоимости.

Таблица 9 - Программа освещения птичников для выращивания цыплят-бройлеров

Возраст, дни	Освещение вкл., час	Освещение выкл., час	Интенсивность, люкс
0-2	24	0	30-40
3-9	23	1	30
10-15	20	4	10
16-34	18	6	5-10
35-до убоя	24	0	10-15

При выращивании подопытных цыплят применялось 4-фазное кормление бройлеров полнорационными комбикормами. Рецепты комбикормов для бройлеров представлены в таблице 10.

Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при оптимальных условиях кормления и содержания в ООО «ПОЗЦ Свеженка» составляет: живая масса в конце выращивания в возрасте 40 дней - 2600 г, среднесуточный прирост живой массы - 64,0 г., сохранность - 96%, затраты корма на 1 кг прироста - 1,60 кг, Европейский индекс продуктивности - 390 единиц.

Таблица 10 - Рецепты полнорационных комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Сырьевой компонент	Старт	Рост	Финиш-1	Финиш-2
Премикс 1,5% (рост/финиш 12204610+)	-	1.500	1.500	-
Премикс 1,5% (рост/финиш 12296210-)			-	1.500
10% престартер (11696514)	10.000	-		
Моно-Са-Р (17/22.5)	0.178	1.056	1.145	1.372
Дрожжи (52)	-	2.000	3.000	3.000
Известняк (35)	1.684	0.871	0.962	1.049
Кукуруза (8/11)	20.000	20.000	15.000	15.000
Масло подсолнечное	3.163	4.177	4.435	2.824
Подсолнечный жмых (31/18)	3.000	5.000	7.000	9.000
Полножирная соя (32/18)	-	2.000	2.000	20.000
Пшеница + фермент (11/12)	35.597	40.180	49.343	42.545
Рыбная мука (66)	-	3.000	2.000	-
Сода	-	0.150	0.150	0.150
Соевый шрот (46)	26.377	19.881	13.277	3.315
Соль	-	0.186	0.188	0.244
В 100 г комбикорма содержится, %:				
Обменная энергия птиц, ккал	300.00	315.00	320.00	321.50
Протеин, %	23.579	20.750	18.750	18.500
Жир, %	5.961	7.555	7.926	9.463
Клетчатка, %	3.526	3.459	3.655	3.888
Зола, %	4.215	5.223	5.193	5.459
Влажность, %	10.003	12.161	12.112	12.363
Лизин, %	1.440	1.284	1.116	1.089
Метионин, %	0.661	0.582	0.552	0.532
Метионин + цистин, %	1.039	0.917	0.865	0.846
Треонин, %	0.928	0.798	0.716	0.707
Триптофан, %	0.276	0.236	0.210	0.210
Аргинин, %	1.480	1.298	1.138	1.216
Изолейцин, %	0.790	0.855	0.757	0.788
Валин, %	0.874	0.959	0.860	0.884
Лизин усвояемый, %	1.270	1.141	0.994	0.998
Метионин + цистин усвояемый, %	0.922	0.815	0.772	0.766
Треонин усвояемый, %	0.799	0.670	0.601	0.614
Триптофан усвояемый, %	0.244	0.195	0.167	0.173
Метионин усвояемый, %	0.247	0.540	0.514	0.502
Кальций, %	1.000	0.900	0.900	0.900
Натрий, %	0.151	0.160	0.150	0.150
Калий, %	0.972	0.827	0.741	0.742
Хлор, %	0.246	0.219	0.209	0.214
Фосфор, %	0.774	0.715	0.713	0.737
Фосфор усвояемый, %	0.500	0.450	0.450	0.450
Всего:	100.00	100.00	100.00	100.00

Заключение. Таким образом, важнейшим условием реализации генетического потенциала продуктивности родительского стада мясных кур и цыплят-бройлеров являются условия кормления и содержания, которые должны соответствовать научно обоснованным нормам кормления и технологическим параметрам выращивания. Основными тенденциями и потенциальными точками роста в развитии рынка яиц и мяса птицы в ближайшее десятилетие будут оставаться: освоение современных ресурсосберегающих технологий выращивания и содержания птицы в клетках и на полу; дальнейшее укрепление и развитие селекционно-генетических центров (СГЦ «Смена», кросс «Смена 9») и повышение их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках; внедрение новых методов селекции птицы; создание на территории РФ заводов по производству биологически активных добавок (витаминов, микроэлементов, аминокислот, пробиотиков, пребиотиков, фитобиотиков, синбиотиков, вакцин, диагностикумов и т.д.); создание российского государственного резерва кормового зерна; глубокая переработка мяса птицы; организация экологически безопасного производства яиц и мяса птицы; значительное расширение ассортимента конечной продукции и повышение ее качества; производство функциональных пищевых продуктов; развитие рынка органической продукции птицеводства; формирование здорового типа питания; обеспечение внедрения системы прослеживаемости производства продукции в целях гарантии качества и безопасности продукции и возможности поставок на экспорт; наращивание экспортного потенциала, развитие несырьевого экспорта; дальнейшее развитие информационных технологий в отрасли; внедрение цифровых

систем управления производством; включение помета как источника органических веществ в воспроизводство плодородия почвы; составление комплексных карт организации труда, адаптированных для новых технико-технологических решений при создании современных кроссов мясной птицы отечественной селекции, и оптимизированных с учетом изменения рабочего процесса и способов выполнения работ, норм нагрузок.

Литература

1. ***Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации.*** Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года №20 // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ (дата обращения 11.05.2023).
2. ***Буяров А.В., Буяров В.С.*** Роль отрасли птицеводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 7. С. 84-95.
3. ***Фисинин В.И.*** Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография. М.: Хлебпродинформ, 2019. 470 с.
4. ***Бобылева Г.А., Гущин В.В***. Результаты работы птицеводов в 2021 году определяют задачи на будущее // Птица и птицепродукты. 2022. №1. С. 4-7.
5. ***Бобылева Г.А.*** Результаты работы птицеводческой отрасли в 2022 году и перспективы ее развития // Птица и птицепродукты. 2023. №1. С. 13-17.
6. ***Национальный доклад*** *о ходе и результатах реализации в 2021 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.* URL: https:// mcx.gov.ru/ upload/iblock/60d/60d8f2347d3eb724ab9b57c61a9ac269.pdf (дата обращения: 11.02.2023).
7. ***Фисинин В.И.*** Наращиваем производство мяса и яйца // Животноводство России. 2023. Январь. С. 12-14.
8. ***Фисинин В.И.*** Уровень динамики развития мясного и яичного птицеводства России. Результаты работы отрасли в 2022 г. // Птицеводство. 2023. №4. С. 4-8.
9. ***Барчо М.Х.*** Технико-технологическая модернизация как фактор развития отечественного мясного птицеводства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. №4 (49). С. 81-85.
10. ***Буяров А.В., Буяров В.С.*** Формирование конкурентоспособной базы отечественного племенного птицеводства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 105-111.
11. ***Буяров, В.С. Сахно О.Н., Буяров А.В.*** Ресурсосберегающие технологии как основа импортозамещения в животноводстве и птицеводстве // Вестник Орел ГАУ. 2016. №2(59). С. 21-32.
12. ***Новый подход кормления мясных пород кур (Gallus gallus domesticus) без применения кормовых антибиотиков*** / И.А. Егоров, Т.А. Егорова, Т.Н. Ленкова [и др.] // Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных: материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 158-174.
13. ***Кросс мясных кур селекции СГЦ «Смена» с аутосексной материнской родительской формой /*** А.А. Комаров, Ж.В. Еманyйлова, А.В. Егорова, Д.Н. Ефимов // Птица и птицепродукты. 2020. №5. С. 14-17.
14. ***Федорова Е.С., Станишевская О.И., Дементьева Н.В.*** Современное состояние и проблемы племенного птицеводства в России (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 21 (3). С. 217-232.
15. ***Эффективность инновационных технологий промышленного производства мяса бройлеров*** / В.С. Буяров, В.И. Гудыменко, А.В. Буяров, А.Е. Ноздрин // Вестник Орел ГАУ. 2017. №2 (65). С. 36-47.
16. ***Новый высокопродуктивный отечественный кросс мясных кур «Смена 9»*** / Ж.В. Еманyйлова., А.В., Егорова, Д.Н. Ефимов, А.А. Комаров // Аграрная наука. 2021. № 7-8. С. 33–36.
17. ***Джавадов Э.Д., Дмитриева М.Е.*** Особенности вакцинопрофилактики в промышленном птицеводстве // Птица и птицепродукты. 2011. № 5. С. 37-39.
18. ***Дмитриева М.*** Ветеринарное благополучие в промышленном птицеводстве // Животноводство России. Спецвыпуск по птицеводству. 2016. С. 46-48.
19. ***Пономаренко Ю.А. Фисинин В.И., Егоров И.А***. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность: монография. Минск: Белстан, 2020. 764 с.
20. ***Шацких Е., Нуфер А., Галиев Д.*** Биологически активные добавки как альтернатива кормовым антибиотикам // Комбикорма. 2020. № 7-8. С. 76-78.

Поступила в редакцию: 27.03.2023 г.
Принята к публикации: 20.05.2023 г.

Буяров В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор**, Буяров А.В.**, кандидат экономических наук, доцент**, Талалаева М.А.,** магистрант 2 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния**, Мощанец А.С.,** магистрант 2 курса направления подготовки 36.04.02 Зоотехния**,** ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия, e-mail: bvc5636@mail.ru

УДК 636.237.21.06

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук
Murlenkov N.V., Candidate of Agricultural Sciences
Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, professor
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
г. Орёл, Россия, e-mail: chr98@yandex.ru
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia, e-mail: chr98@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО ЭКСТЕРЬЕРНЫМ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ КАЧЕСТВАМ

(Comparative evaluation of bulls-sires by exterior and reproductive qualities)

Важнейшим фактором, влияющим на воспроизводство стада, является отбор быков-производителей. В результате выявления высокоценных быков существует возможность значительно усилить наследственные признаки. Согласно данным представленной статьи, оценка быков-производителей демонстрировала наилучшие показатели у голштинской породы. Выражалось это при изучении промеров: по глубине груди (5,4%), ширине груди (13,2%), ширине в маклаках (12%), обхвату груди (10,5%) и пясти (10,5%), которые превосходили значения опытной группы. В тоже время от голштинов был получен наибольший объем эякулята, который имел положительную корреляцию с ведущими показателями промеров.

Ключевые слова: быки-производители, голштинская порода, черно-пестрая порода, промеры, объем семени, корреляция.

Main factor influencing the reproduction of the herd is the selection of sires. As a result of identifying high-value bulls, it is possible to significantly enhance hereditary traits. According to the presented article, the evaluation of sires showed the best performance in the Holstein breed. This was expressed in the study of measurements: chest depth (5.4%), chest width (13.2%), width in maklaks (12%), chest girth (10.5%) and metacarpus (10, 5%), which exceeded the values of the experimental group. At the same time, the largest volume of ejaculate was obtained from Holsteins, which had a positive correlation with the leading measurements.

Key words: bulls-sires, Holstein breed, Black-and-White breed, measurements, semen volume, correlation.

Введение. Животноводство – одно из основных направлений сельского хозяйства, оказывающее значимое влияние на развитие экономики в отдельных странах и на мировой арене. Однако для развития данного направления, а именно получения в больших объёмах конкурентоспособной продукции высокого качества, которую можно реализовать не только для нужд страны, но для выхода на мировой рынок, следует постоянно совершенствовать производственные процессы.

Важным процессом в получении продукции животноводства является племенная работа – комплекс мероприятий, направленных на исследование и улучшение существующих пород и помесей сельскохозяйственных животных [3]. В связи с разнообразием и сложностью поставленных задач в племенной работе используются два классических подхода – отбор и подбор [6]. Особое значение имеет отбор – как основная двигающая единица разведения наиболее ценных по своим продуктивным и племенным качествам животных.

В скотоводстве племенная работа связана с увеличением живой массы крупного рогатого скота, повышению их скороспелости, молочных и мясных качеств, снижению кромозатрат на единицу продукции [1, 2]. Помимо этого, особое внимание уделяют совершенствованию экстерьера и конституции [4].

Значимым фактором в селекции скота является отбор производителей. Отбор быков производится по нескольким продуктивным и племенным характеристикам: по родословной (по происхождению), экстерьеру, живой массе, воспроизводительным качествам и, непосредственно, по потомству. Так, оценка родословной производителям производиться по данным о продуктивных качествах женских предков на протяжении 2-3 поколений [2]. Оценка качеств быков-производителей подразумевает, в первую очередь, индивидуальный отбор [1].

Для грамотного планирования использования быков в индивидуальном подборе необходимо проводить подробную оценку их телосложения, что согласуется с требованиями инструкции по проверке и оценке молочных и молочно-мясных пород быков (1980) [5]. Оценка быков по их телосложению позволяет определить, в какой степени они улучшают экстерьер и конституцию своего потомства, приближая их к идеальному типу для данной породы или стада. Также можно оценить насколько устойчиво бык-производитель передает своему потомству специфические особенности своей линии, а устойчивость передачи морфологических признаков в некоторой степени гарантирует передачу потомству и других полезных свойств.

Цель исследований – дать сравнительную оценку быкам-производителям голштинской и черно-пестрой породам по экстерьерным признакам.

Материалы и методы исследований

Исследования приводились на базе ОАО «Орловское» по племенной работе в 2021 году по принципу пар-аналогов в 2-х группах быков-производителей - голштинской и черно-пестрой пород в 3-летнем возрасте (см. рисунок 1).

Изучение величин общих промеров на предприятии проводилось с помощью мерной палки, ленты и циркуля – в соответствии с принятыми в зоотехнии методами; объем эякулята изучался в соответствии с ГОСТ 20909.5-75 – путем взвешивания. Степени достоверности оценивали с применением критерия Стьюдента (по Г.Ф. Лакину, при $p<0,05$; $p<0,01$; $p<0,001$). Степень колебания вариационного ряда (коэффициент изменчивости, C_v) определяли с помощью отношения среднего квадратичного отклонения (σ) к среднему показателю выборки, полученные данные выражали в процентах.

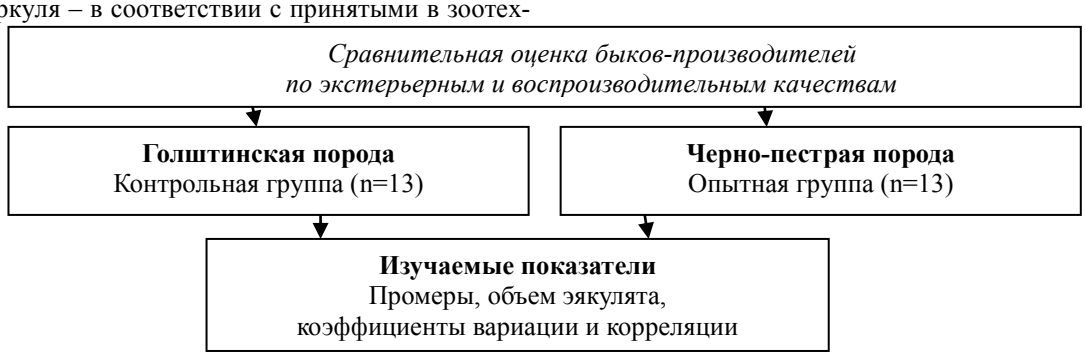


Рис 1. - Схема опыта

Результаты исследований и их обсуждение

Определение экстерьерных особенностей телосложения быков-производителей позволило выявить динамику линейных различий между породами, в тоже время полученные данные также дают представление о количественном значении отдельных статей.

Таблица 1 – Показатели величин промеров быков, см

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Высота в холке	147,1±1,8	146,7±3,2
Глубина груди	81,6±1,3	77,4±1,5*
Ширина груди	53,1±0,8	46,9±1,1***
Ширина в маклаках	48,8±1,1	43,6±0,8**
Косая длина туловища	167,5±2,1	161,9±3,6
Обхват груди	224,4±3,4	203,1±6,1**
Обхват пясти	23,1±0,3	20,9±0,4***

Примечание: при * - $p<0,05$; при ** - $p<0,01$; при *** - $p<0,001$

При изучении промеров груди, ширины в маклаках и обхвата пясти в таблице 1 были получены достоверные значения. Чистопородные чёрно-пёстрые быки-производители достоверно уступали голштинкой породе по большинству промеров: по глубине груди – 4,2 см, по ширине груди – 6,2 см, по ширине в маклоках – 5,2 см, по обхвату груди – 21,3 см, по обхвату пясти – 2,2 см.

Изучаемые признаки характеризовались достаточно низкой степенью изменчивости у быков-производителей обоих групп (см. таблицу 2), что говорит об однородности поголовья и высокой стабильности экстерьерных качеств, за исключением обхвата груди у чёрно-пёстрой породы – 10,4%.

Поскольку при оценке племенной ценности быков-производителей также учитывают качество семяпродукции, нами били изучены показатели объема эякулята и его взаимосвязь с экстерьерными параметрами быков-производителей.

Таблица 2 – Изменчивость промеров быков, Cv (%)

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Высота в холке, см	4,3	4,9
Глубина груди, см	5,7	6,7
Ширина груди, см	5,4	8,4
Ширина в маклаках, см	8,1	6,7
Косая длина туловища, см	4,3	7,7
Обхват груди, см	5,3	10,4
Обхват пясти, см	5,4	7,1

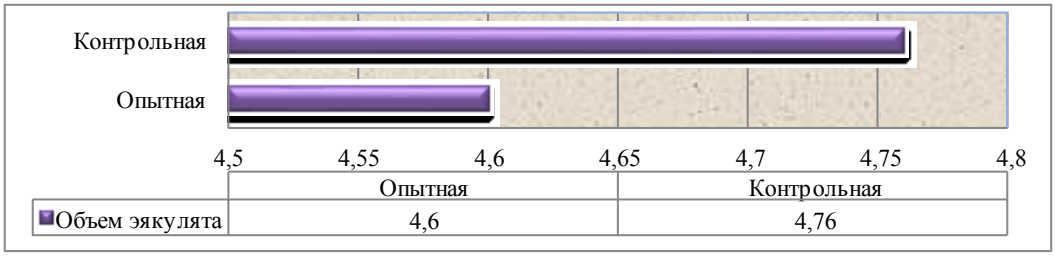


Рис. 2 – Объем эякулята быков-производителей

Оценка спермограммы быков по объему эякулята (рисунок 2) показала, что у животных контрольной группы количество семенной жидкой, выделяемой при эякуляте, на 3,5% было больше, чем у представителей опытной. Эти данные свидетельствуют, что степень разбавления семени у животных контрольной группы выше, что позволяет получить большее количество биоматериала, пригодного для воспроизводства.

Таблица 3 – Корреляции объема эякулята и основных промеров

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Объем эякулята, мл – Высота в холке, см	-0,18	-0,39
Объем эякулята, мл – Глубина груди, см	+0,46	-0,31
Объем эякулята, мл – Ширина груди, см	+0,74	-0,46
Объем эякулята, мл – Косая длина туловища, см	+0,10	-0,51
Объем эякулята, мл – Обхват груди, см	+0,70	-0,29

Из таблицы 3 следует, что у быков контрольной группы наблюдались наиболее желательные корреляции между объемом эякулята и основными промерами. Так, коэффициенты корреляций в контроле составили от +0,10 до +0,74, в опытной группе наблюдалась отрицательная связь между признаками. У быков-производителей чёрно-пёстрой породы коэффициенты корреляции были отрицательными. Возможно, полученные результаты связаны в небольшой выборкой животных.

Выводы. Оценка быков-производителей на 3-й год использования демонстрировала наилучшие показатели у голштинской породы. Выражалось это при изучении промеров, которые по глубине груди (5,4%), ширине груди (13,2%), ширине в маклаках (12%), обхвату груди (10,5%) и пясти (10,5%) превосходили значения опытной группы. В тоже время от голштинов был получен наибольший объем эякулята, который имел положительную корреляцию с ведущими показателями промеров. Приведённые данные объяснят тот факт, что в последние десятилетия селекционеры отдавали предпочтение именно быкам-производителям голштинской породы при закреплении к стадам.

Литература

1. ***Абрамова Н.И., Хромова О.Л.*** Оценка племенной ценности быков-производителей различными методами // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 12. С. 42-49.
2. ***Качество семени быков-производителей разных пород*** / А.И. Шендаков [и др.] // Главный зоотехник. 2018. № 11. С. 16-22.
3. ***Мулявка К.К., Овчинникова Л.Ю.*** Оценка быков-производителей по типу телосложения дочерей в условиях племенного завода // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 59-70.
4. ***Попов Н.А.*** Значимость разведения по линиям крупного рогатого скота молочных пород // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 7. С. 44-50.
5. ***Смотрова Е.А., Тулинова О.В.*** Использование экстерьерных индексов в качестве критериев отбора быков-производителей // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 6. С. 12-16.
6. ***Харитонова А.С., Ильиничева Т.Г., Шендаков А.И.*** Воспроизводительные способности голштинских коров-первотелок разной линейной принадлежности // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 2. С. 167.

Поступила в редакцию: 25.04.2023 г.
Принята к публикации: 16.05.2023 г.

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук**, Шендаков А.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»**,** г. Орёл, Россия, e-mail: chr98@yandex.ru

УДК 636.32/.38.035:611.81:612.014.4

Мамаев А.В., д.б.н., профессор
Коновалов К.В., менеджер
Мамаева О.А, аспирант
Самусенко Л.Д., кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени
Н.В. Парахина, г. Орел, Россия
Mamaev A.V., Doctor of Biological Sciences, Professor
Konovalov K. V., manager
Mamaeva O. A., graduate student
Samusenko L.D., candidate of biological sciences, associate professor
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia, e-mail: shatone@mail.ru

СПОСОБ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КОНТАМИНАНТОВ В ПРОДУКТАХ УБОЯ ОВЕЦ

(Bioenergetic assessment of the level of contaminants in sheep slaughter products)

Реферат. В настоящее время известно много способов определения содержания контаминантов в пищевых продуктах (мышечная ткань, внутренние органы и другие ткани), которые можно использовать только после убоя животных. Недостатком этих способов является невозможность прижизненного определения в раннем возрасте степени накопления загрязнителей в организме животных с целью оценки и коррекции экологической безопасности будущего животного сырья. Целью исследований являлось зучение содержания контаминантов- мышьяк As, кадмий Cd, медь Cu, свинец Pb, цинкZn, в организме овец с разной биоэлектрической активностью поверхностно локализованных биологически активных центров и разработка простого способа прижизненной физиологически обоснованной оценки накопления этих контаминантов. Изучали количество контаминантов в образцах печени, длиннейшей мышце спины и бедренних костей баранчиков романовской породы в возрасте 6-6,5 месяцев с разным уровнем биоэлектрического потенциала поверхностно локализованных биологически активных центров. В опытах установлено, что у животных с более высокой концентрацией тяжелых металлов и мышьяка в органах, средний биоэлектрический потенциал центров достоверно выше, чем у животных с низким средним биоэлектрическим потенциалом центров. Самые высокие концентрации контаминантов зафиксированы в костной ткани животных с более низким биоэлектрическим потенциалом центров, достоверно отличавшихся по этому показателю от баранчиков с более высоким средним биоэлектрическим потенциалом. В результате проведенных исследований установлена обратная коррелятивная взаимосвязь среднего уровня биоэлектрического потенциала поверхностно локализованных биологически активных центров и содержания контаминантов в организме овец романовской породы, выращиваемых в Ливенском районе Орловской области. Предлагаемый способ экспресс оценки степени накопления контаминантов в организме овец позволяет в раннем возрасте, и своевременно принять меры для корректировки концентрации контаминантов в продуктах убоя.

Ключевые слова: *биоэлектрический потенциал; поверхностно локализованные биологически активные центры; овцы; романовская порода; контаминанты; тяжелые металлы; мышьяк; токсиканты.*

Abstract. *Currently, there are many methods for determining the content of contaminants in food products (muscle tissue, internal organs and other tissues), which can only be used after the slaughter of animals; The disadvantage of these methods is the impossibility of in vivo determination at an early age of the degree of accumulation of contaminants in the body of animals in order to assess and correct the environmental safety of future animal raw materials. The aim of the research was to study the content of contaminants - arsenic As, cadmium Cd, copper Cu, lead Pb, zinc Zn, in the body of sheep with different bioelectrical activity of surface localized biologically active centers and to develop a simple method for in vivo physiologically based assessment of the accumulation of these contaminants. The number of contaminants in samples of the liver, longissimusdorsi muscle and femurs of rams of the Romanov breed at the age of 6-6.5 months with different levels of bioelectric potential of superficially localized biologically active centers was studied. In experiments it was found that in animals with a higher concentration of heavy metals and arsenic in the organs, the average bioelectric potential of the centers is significantly higher than in animals with a low average bioelectric potential of the centers. The highest concentrations of contaminants were recorded in the bone tissue of animals with a lower bioelectric potential of the centers, which significantly differed in this indicator from rams with a higher average bioelectric potential. As a result of the research, an inverse correlation was established between the average level of the bioelectric potential of superficially localized biologically active centers and the content of contaminants in the body of the Romanov breed sheep grown in the Livensky district of the Oryol region. The proposed method for rapid assessment of the degree of accumulation of contaminants in the body of sheep allows at an early age and in a timely manner to take measures to adjust the concentration of contaminants in slaughter products.*

Keyword: *bioelectric potential; superficially localized biologically active centers; sheep; Romanov breed; contaminants; heavy metals; arsenic; toxicants.*

Введение. В последнее время приобретает актуальное значение вопросы техногенного характера, связанные с проблемой загрязнения окружающей среды. Для предприятий сельского хозяйства, а особенно животноводческих организаций, данный вопрос является первостепенным [9]. В некоторых городах России, и в частности Орловской области все чаще наблюдается превышения уровня предельно допустимой концентрация токсических веществ – контаминантов (пестицидов, тяжелых металлов, бытовых отходов) в воде, воздухе, почве, и животных кормах [7, 11]. К тяжелым металлам по мнению большинства исследователей относятся свинец Pb, медь Cu, цинк Zn, никель Ni, кадмий Cd, кобальт Co, сурьма Sb, олово Sn, висмут Bi, ртуть Hg. Например, тяжелые металлы при превышенной концентрации попадая в окружающую среду проявляют себя как токсиканты (яды) и экотоксиканты [1]. В свою очередь к токсикантам относятся элементы и соединения, оказывающие негативное воздействие на отдельный организм или биологическую систему, а экотоксикантамиявляются отравляющие вещества, способные загрязнять окружающую среду и накапливаться в ее компонентах. Среди токсических металлов специалисты в области охраны окружающей среды выделяют приоритетную группу, в которую входят свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, медь, никель, хром и цинк как наиболее вредоносные для живых организмов, как человека, так и животных. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны. Поступление данных токсичных загрязнителей в окружающую среду непосредственно связано с динамичной деятельностью людей: промышленные выбросы, выхлопные газы автотранспорта, установки по сжиганию мусора, котельные установки и предприятия сельского хозяйства. К загрязняющим окружающую среду контаминантами, относятся такие отрасли промышленности, как: производство керамики, стекла, черных и цветных металлов, предприятия по добыче топлива (твердого и жидкого), горно-обогатительные комбинаты, электроэнергетическое производство и др. В сельском хозяйстве пестициды и удобрения характеризуют как контаминанты, загрязняющие почву [8]. Идентификация и содержание, оценка распространения, и действия негативных факторов внешней среды, а также поиск методов и путей по снижения отрицательного воздействия на организм животных и человека является актуальной задачей для сельского хозяйства как с научной точки зрения так и на практике [10].

Чрезмерное накопление контаминантов в питьевой воде и кормах, потребляемых животными, доходит до отметок, способных оказать негативное влияние на продуктивные характеристики и общее состояние здоровья животных [4, 12, 13]. Тяжелые металлы и их соединения занимают особое место среди экотоксикантов. В отличие от других веществ они не разлагаются и имеют тенденцию к накоплению [3, 8].

Цель исследования. Цель настоящей работы – изучение содержания контаминантов (мышьяк As, кадмий Cd, медь Cu, свинец Pb, цинк Zn) в организме овец с разной биоэлектрической активностью поверхностно локализованных биологически активных центров и разработка простого способа прижизненной физиологически обоснованной оценки накопления этих контаминантов.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в животноводческом предприятии ООО СельхозИнвест, сельского поселения Навесное, Ливенского района Орловской области, на поголовье овец романовской породы.

В результате обследования баранчиков, осеннего окота, романовской породы, 6 - 6,5 месячного возраста, методом пар-аналогов были сформированы две опытные группы по уровню биопотенциала - высокий и низкий (контроль), по семь голов в каждой.

Основываясь на метамерно-структурной организации центров, сегментарной теории взаимосвязинервных центров с разными органами и системами животного организма, были выбраны поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ) молодняка овец №5,10,59,64, расположенные в зонах прохождения наибольшего числа сплетений симпатической и парасимпатической нервных систем [6]. Измерение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ проводили в утренние часы (до кормления) 3 дня подряд с помощью прибора ЭЛАП[2,5,6].

Топографический поиск и измерение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ проводили по методике А.М. Гуськова, А.В. Мамаева (1996). Электрод с зажимом надежно закрепляли на безволосой части тела животного (внутренняя поверхность тела, пах). Места контактирования электродов смачивали водой, прикладывали щуповой электрод надавливая до максимального отклонения стрелки, фиксировали измеряемый биопотенциал ПЛБАЦ [2, 5].

Места локализации ПЛБАЦ:

№5.(Грудная клетка) - на дорсомедиальной линии между 8-м и 9-м остистыми отростками грудных позвонков;

№10.(Пояснично-брюшной отдел) - на дорсомедиальной линии между 3-м и 4-м остистыми отростками поясничных позвонков;

№59.(Грудная клетка) - билатерально, в 6-ом межреберьекраниально 13-го ребра, на уровне верхнего края плечевого сустава;

№64.(Пояснично-брюшной отдел) - билатерально, каудально 13-го ребра на 1 ширину ладони и 2 поперечника пальца и дорсально БАЦ 63 на два поперечника пальцев[6].

По окончании процедур по измерению уровня биоэлектрического потенциала в ПЛБАЦ, проводили убой по три головы опытных животных из каждой группы и отбор образцов органов и тканей для дальнейших исследований. В день убоя отобранные образцы (печень, длиннейшая мышца спины и бедренная кость) были переданы в лабо-

раторию для определения содержания мышьяка As, кадмия Cd, меди Cu, свинца Pb, и цинка Zn на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICAP 6300 Duo.

Результаты и обсуждение. В результате исследований было установлено, что концентрация мышьяка и тяжелых металлов в печени, костной ткани и мясе были выше, чем в образцах полученных от молодняка овец романовской породы с низким средним уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ. Так же установлено, что у животных первой опытной группы (низкий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ) была максимальная концентрация свинца в костной ткани (бедренная кость), которая в 6-6,5 месячном возрасте составила 0,068±0,003 мг/кг, это превышало аналогичные показатели у животных второй опытной группы, с более высоким средним уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ на 11,27%, при достоверных различиях относительно контроля (P<0,01) (таблица 1, рисунок 1). Концентрация Pb в печени и длиннейшей мышце спины животных контрольной группы превышал показатели второй опытной группы на 27,3% и 4,8%, соответственно. Содержание мышьяка в печени, костной ткани и в длиннейшей мышце спины у животных контрольной группы также превышали показатели концентрации этих контаминантов у животных второй опытной группы. Самое большое содержание цинка обнаружено в длиннейшей мышце спины животных второй опытной группы и составило 13,65±0,08 мг/кг, что отмечается как тенденция к увеличению относительно контрольных животных.

Таблица 1 - Концентрация контаминантов в организме опытных овец

Показатели		1группа, низкий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ (контроль, n=3)	2группа, высокий уровень биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ (n=3)
Биоэлектрический потенциал ПЛБАЦ, мкА		44,3±0,43	48,73±0,12**
Печень, мг\кг	As	0,013±0,002	0,011±0,002
	Pb	0,031±0,002	0,022±0,002**
	Cd	0,018±0,002	0,016±0,001
	Zn	6,1±0,15	6,01±0,14
	Cu	0,85±0,02	0,76±0,03*
Костная ткань, мг\кг	As	0,009±0,001	0,008±0,001
	Pb	0,068±0,003	0,061±0,002**
	Cd	0,008±0,001	0,004±0,002**
	Zn	16,95±0,14	16,83±0,2
	Cu	1,2±0,03	1,17±0,01**
Длиннейшая мышца спины, мг\кг	As	0,026±0,005	0,024±0,002
	Pb	0,02±0,001	0,018±0,002
	Cd	0,013±0,002	0,011±0,002
	Zn	13,2±0,3	13,65±0,08
	Cu	0,97±0,05	0,96±0,06

Разница статистически достоверны: *-P<0,05; **-P<0,01; ***-P<0,001.

В итоге, сравнивая показатели содержания контаминантов в отобранных образцах внутренних органах баранчиков с разным уровнем биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ, установлено, что у животных с более высокой концентрацией тяжелых металлов и мышьяка в органах, средний биопотенциал центров достоверно выше, чем у животных с низким средним биоэлектрическим потенциалом ПЛБАЦ.

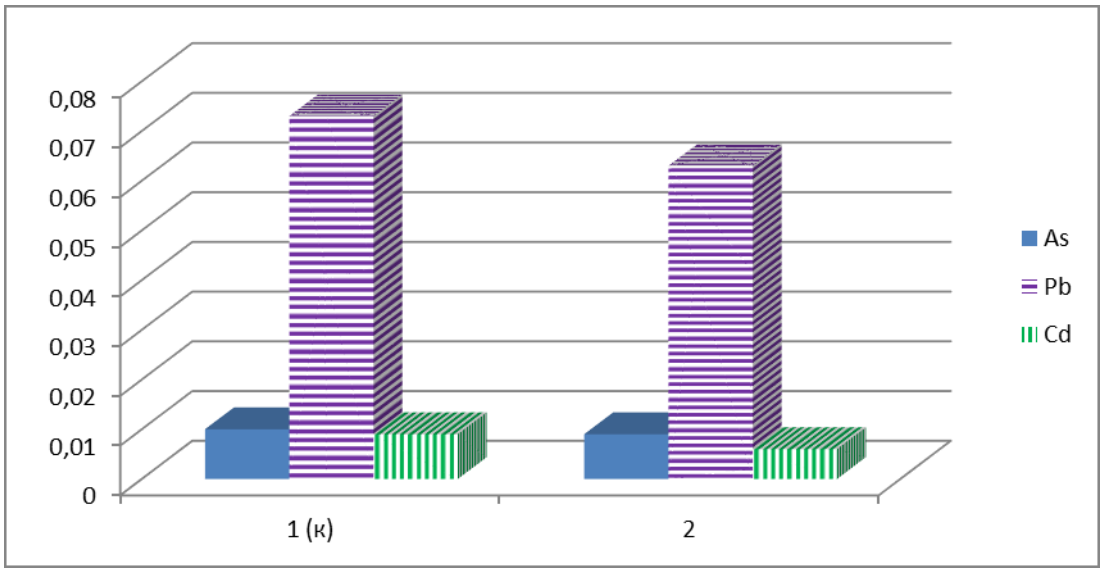


Рис. 1 - Концентрация As, Pb, Cd в бедренных костях баранчиков, мг\кг

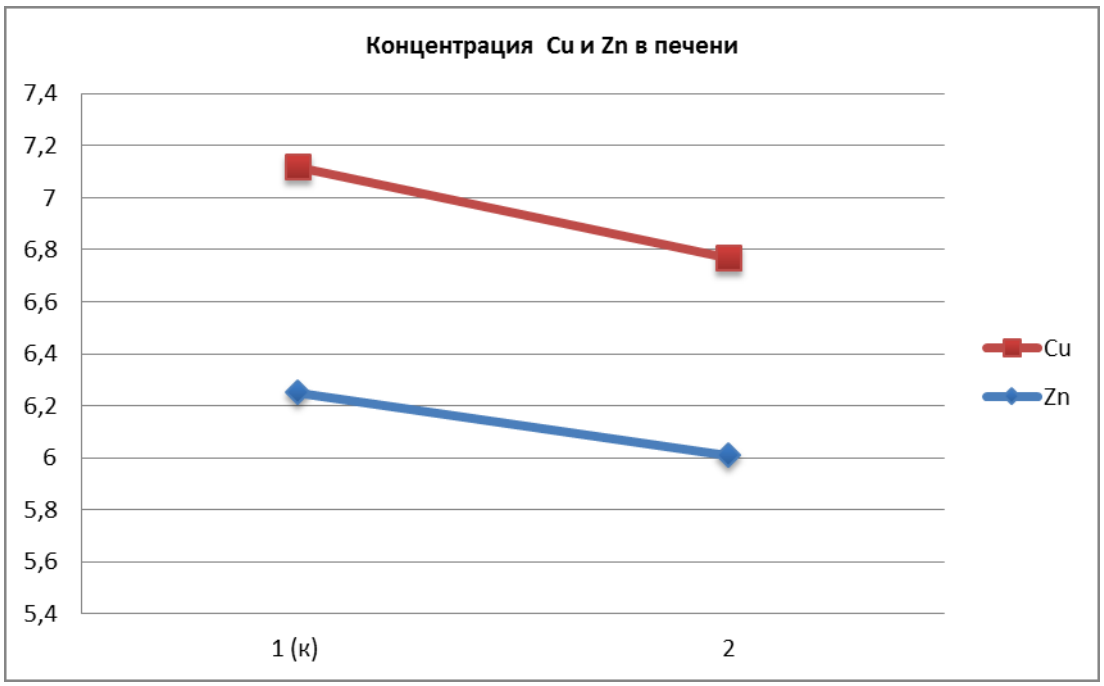


Рис. 2 - Концентрация Cu и Zn в печени баранчиков, мг\кг

Необходимо отметить, что самые высокие концентрации контаминантов наблюдаются в костной ткани животных контрольной группы, достоверно отличавшихся более низким средним биоэлектрическим потенциалом ПЛБАЦ от баранчиков с более высоким средним биоэлектрическим потенциалом.

Выводы. В результате проведенных исследований установлена обратная коррелятивная взаимосвязь среднего уровня биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ и содержания контаминантов в организме овец романовской породы, выращиваемых в Ливенском районе Орловской области. Полученные данные позволяют разработать недорогой способ экспресс оценки степени накопления контаминантов в организме овец в раннем возрасте, и своевременно принять меры для корректировки концентрации контаминантов в продуктах убоя.

Литература

1. ***Авакаянц, Б.М.*** Отравление животных солями тяжелых металлов и мышьяка / Б.М. Авакаянц, Л.А. Попова, Т.И. Коток // Ветеринарный консультант. – 2006. – №15. - С.12 - 17.
2. ***Гуськов А.М., Мамаев А.В.*** Методическое пособие для проведения научных исследований аспирантами, соискателями и студентами в области животноводства. - Орел, 1996. - С.39.
3. ***Донник, И.М.*** Оценка здоровья сельскохозяйственных животных при техногенном загрязнении среды /И.М. Донник, А.Г. Исаева // Агроэкологические проблемы сельхоз. производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем. – Казань, 2002. - Ч.2. - С.253-255.
4. ***Епимахов В.Г., Козьмин Г.В.*** Установление количественных закономерностей исхода острого лучевого поражения овец / EastEuropeanScientificJournal (WschodnioeuropejskieCzasopismoNaukowe) Варшава, Польша Biologia № 6. 2016. С. 144-148.
5. ***Коновалов К.В,*** Identification and morphological features of biologically active centers of sheep / К.В. Коновалов, Л.Д. Самусенко, А.В.Мамаев// материалымеждународной-научно-практическойконференции. - Орел 2019. С. 111-114.
6. ***Коновалов К.В.*** Биоэнергетическая оценка потенциала мясной продуктивности баранчиков северокавказской и романовской пород [Текст]/ К.В. Коновалов, А.В. Мамаев// Вестник аграрной науки. -2021.-№2(89).-С.93-99
7. ***Митрохин О.В.*** Оценка транслокального загрязнения как составная часть социально- гигиенического мониторинга / О.В. Митрохин // Здоровье населения и среда обитания. 2001. - № 9. - С. 11- 14.
8. ***Новиков В.А.*** Техногенное воздействие тяжелых металлов на окружающую среду и животных / В.А. Новиков, М.Я. Тремасов // Ветеринария. –2004. - №11. – С. 51 – 55.
9. ***Папуниди К. Х., Шкуратова И. А.*** Техногенное загрязнение окружающей среды как фактор заболеваемости животных // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2005. No 6. С. 80.
10. ***Ревич Б.А.*** Проблемы прогнозирования, «горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России // под ред. В.М. Захарова. 2007. - С. 15/
11. ***Савельев С.И., Морозов В.Н., Свиридова Н.А., Харламов А.П., Шепелева О.А.*** Гигиеническая оценка выполненных мероприятий по организации санитарно-защитных зон предприятиями Липецкой области //Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения. – Вып. 12. – Рязань, 2008. – С.110- 112.
12. ***Федяева, Ю.А.*** Токсикокинетика тяжелых металлов в организме овец /Ю.А. Федяева // Материалы международной научной конференции, посвященной 125-летию КГАВМ. – Казань, 1998. - Ч.2. – 168 с.
13. ***Kisdayova, S.*** Effects of cadmium on the rumen protozoan population in sheep / S. Kisdayova, P. Sviatco, I. Zelenak // Vet. Med. 2000. -45, №12.- P. 343-346.

Поступила в редакцию: 20.03.2023 г.
Принята к публикации: 15.05.2023 г.

Мамаев А.В., д.б.н., профессор, **Коновалов К.В.**, менеджер, **Мамаева О.А**, аспирант, **Самусенко Л.Д.,** кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, г. Орел, Россия, e-mail: shatone@mail.ru

УДК 664.6

Кузнецова Е.А., доктор технических наук, доцент
Учасов Д.С., доктор биологических наук, доцент
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл, Россия
Kuznetsova E. A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol Russia, e-mail: elkuznetcova@yandex.ru
Uchasov D. S., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol Russia

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В РЕГУЛИРОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Biotechnological approaches in the regulation of biological systems)

Изучена возможность регулирования показателей оксидантно-антиоксидантного статуса биологических систем путем биотехнологической обработки зерна пшеницы и гречихи. Зерно пшеницы и гречихи ферментировали с помощью сухого комплексного ферментного препарата, растворенного в буфере на основе янтарной кислоты. Под действием препарата изменилась микроструктура поверхности зерна, увеличилось количество биологически активных веществ антиоксидантного действия. Из ферментированного зерна получили зерновой концентрат, который вводили в течение 30 дней в рацион лабораторных животных крыс-самцов линии Wistar. Полученные экспериментальные данные показали, что введение в рацион лабораторных животных зернового концентрата из модифицированного зерна оказало положительное влияние на окислительно-антиоксидантное состояние организма крыс: снизился в сыворотке крови индекс окислительного стресса - уровень малонового диальдегида и повысилось содержание антиоксидантов – каталазы, витаминов А и Е, микроэлементов по сравнению с контролем. Определение наиболее важных показателей антиоксидантной активности пищевого компонента или пищевого рациона позволяет прогнозировать состояние окислительно-антиоксидантной системы организма животных и человека.

Ключевые слова: антиоксиданты, зерно, пшеница, гречиха, ферментация, окислительно-антиоксидантное состояние.

The possibility of regulating the indicators of the oxidant-antioxidant status of biological systems by biotechnological processing of wheat and buckwheat grains has been studied. Wheat and buckwheat grains were fermented using a dry complex enzyme preparation dissolved in a buffer based on succinic acid. Under the action of the drug, the microstructure of the grain surface has changed, the amount of biologically active substances of antioxidant action has increased. A grain concentrate was obtained from fermented grain, which was introduced for 30 days into the diet of laboratory animals of male rats of the Wistar line. The experimental data obtained showed that the introduction of grain concentrate from modified grain into the diet of laboratory animals had a positive effect on the oxidative-antioxidant state of the rat organism: the oxidative stress index in the blood serum decreased - the level of malondialdehyde and increased the content of antioxidants - catalase, vitamins A and E, trace elements compared with the control. Determination of the most important indicators of the antioxidant activity of a food component or a food diet allows predicting the state of the oxidative-antioxidant system of the animal and human body.

Keywords: antioxidants, grain, wheat, buckwheat, fermentation, oxidative-antioxidant state

Введение. Одной из важнейших проблем, которую вынуждены решать ученые, занимающиеся направлениями регуляции биологических систем – это проблема борьбы с окислительным стрессом.

В организме человека существует специальная система защиты (антиоксидантная система), которая устраняет нарушения клеточных структур и обезвреживает свободные радикалы. Антиоксидантная система организма включает ряд ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, ферменты системы глутатиона), ряд витаминов и коферментов.

В природе вокруг нас существует множество факторов, способных нарушить упорядоченую работу антиоксидантной системы, что приводит к возникновению разнообразных патологий.

Что же является источником использованных организмом человека резервов антиоксидантов?

Разработаны эффективные синтетические антиоксиданты: ионол, эмоксипин, пробукол и другие. Однако сегодня физиологи во всем мире выступают против применения синтетических средств защиты против свободных радикалов. Ученые предлагают множество препаратов биологически активных веществ, получаемых из природного сырья. В то же время, исследования показывают, что живые организмы, в которых экспериментально установлено высокое содержание антиоксидантов, не всегда могут защитить биоло-

гические мембраны и клетки от перекисного окисления. Это связано с тем, что антиоксиданты находятся в составе комплексов с высокомолекулярными биополимерами и недоступны для реакций защиты против окислительных агентов [1].

Источником природных антиоксидантов является зерно злаковых и крупяных культур, которое издавна используют для создания продуктов лечебно-профилактического питания. В зерне соединения, обладающие антиоксидантной активностью сосредоточены в периферических частях, где сконцентрированы полифенолы, фитиновая кислота, витамины и минеральные элементы [2]. Известно, что эти соединения расположены в связанных формах внутри клеточных стенок семян, и для их извлечения требуются щелочная, кислотная или ферментативная обработка [3, 4].

Большинство антиоксидантов зерна связаны сложноэфирными связями с компонентами клеточной стенки арабиноксиланами. Также фенольные соединения образуют в семенах растений комплексы с минеральными элементами, переводя их в недоступное состояние [5].

Для повышения доступности растительных антиксидантов можно рекомендовать биотехнологические приемы обработки семян растений. Так как большинство антиоксидантов прочно связано с некрахмальными полисахаридами клеточных стенок растений, то их модификацию можно осуществить с помощью ферментных препаратов на основе целлюлаз. После деградации ксилановой цепи эндо-ксиланазой антиоксидантная активность зерновых субстратов возрастает за счет высвобождения феруловой кислоты [6, 7].

Цель исследования − изучение возможности регулирования показателей оксидантно-антиоксидантного статуса биологических систем путем биотехнологической обработки зерна злаковых и крупяных культур.

Условия, материалы и методы

Для ферментирования зерна применяли сухой комплексный ферментный препарат, продуцентом которого является гриб *Penicillium canescens*. Препарат получили в лаборатории физико-химической трансформации полимеров химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Ферменты, входящие в состав препарата, имели активности: целлюлаза – 58711нкат/г, ксиланаза – 12135 нкат/г, β-глюканаза – 51317 нкат/г. Обработкузерна пшеницы и гречихи ферментным препаратом проводили раздельно. Препарат в виде порошка смешивали 0,5 часа с помощью магнитной мешалки с буфером на основе янтарной кислоты (pH 4,6) и затем в раствор помещали зерно. Для обработки зерна пшеницы использовали концентрацию 0,6 г/л, для зерна гречихи - 0,4 г/л. В качестве образца для сравнения использовали раствор ферментного препарата в воде. Целое зерно пшеницы и гречихи ферментировали, используя следующие параметры гидролиза: соотношение зерно: раствор 1:1,5, продолжительность процесса – 8 часов при температуре 50°С в термостате. После инкубации инактивация ферментов не проводилась. По завершении ферментативного гидролиза зерно промывали проточной водой при комнатной температуре в течение 5-10 мин. Затем промытое зерно пшеницы и гречихи подвергали сушке при температуре не более 50-60°С до влажности не более 11-14% и измельчению до дисперсности частиц не более 0,08 мм.

В качестве лабораторных животных использовали 15 крыс-самцов линии Wistar с исходной массой тела 200-220 г. Были сформированы три группы животных по 5 особей в каждой. Первая группа животных была контрольной и получала обычный рацион кормления – комбикорм. Крысам второй опытной группы в течение 30 дней в составе кормового рациона скармливали разработанный зерновой концентрат из ферментированного зерна, который составлял 20% от массы обычного комбикорма.

Результаты и обсуждение

Для установления миграции антиоксидантов в пределах разных анатомических частях зерна использовали спектрофотометрические методы анализа, энергодисперсионную спектрометрию, атомно-абсорбционный анализ и ВЭЖХ. Сочетание этих инструментальных методов позволило получить достоверную картину распределения биологически активных веществ в объектах исследования.

Микрофотографии поверхности зерна пшеницы и гречихи были выполнены с помощью электронного сканирующего микроскопа ZEISS EVO LS. Микрофотографии показали изменение поверхности зерна пшеницы и гречихи в процессе гидролиза комплексным ферментным препаратом в динамике. Прежде всего, микрофибриллы, имеющие продольную ориентацию, обнажились из-за того, что защитный слой гемицеллюлозы подвергся разрушающему воздействию. Углубления, имеющие радиальную ориентацию, появились на поверхности оболочек зерен после 6-8 часов гидролиза. Это означает, что происходят более глубокие процессы, затрагивающие как молекулы арабиноксилана, так и микрофибриллы целлюлозного матрикса. Установлено, что характер изменения микроструктуры поверхности зерен пшеницы и гречихи идентичен.

Определение антиоксидантной активности зерна пшеницы и гречихи, обработанного в течение 8 часов комплексным ферментным препаратом, показало, что процент ингибирования свободных радикалов DPPG увеличивается с увеличением продолжительности гидролиза.

Состав фенольных соединений в экстракте зерна пшеницы и гречихи после ферментативного гидролиза комплексным ферментным препаратом определяли методом ВЭЖХ. Хроматограмма спиртового экстракта ферментированного зерна

пшеницы позволила идентифицировать органические и гидроксикоричневые кислоты. Была идентифицирована феруловая кислота (VR = 9,6; RS = 0,533). Хроматограмма спиртового экстракта ферментированного зерна гречихи показала присутствие рутина и кварцетина. Установлено, что в процессе ферментации комплексным ферментным препаратом количество фенольных соединений в зерне пшеницы и гречихи увеличилось в среднем в 1,6 раз.

Использование комплексного ферментного препарата для приготовления зернового концентрата возволило увеличить содержание витамина Е с 10,9 до 16,9%, флавоноидов с 25,0 до 36,3%, показателя антиоксидантной активности в зерновом концентрате с 24,91 до 75,3%. Статистическая обработка результатов показывает целесообразность использования ферментного препарата целлюлаз в буферном растворе на основе янтарной кислоты для предварительной обработки зерен пшеницы и гречихи с целью повышения их антиоксидантной активности.

Определение методом ВЭЖХ некоторых микроэлементов показало, что содержание железа в зерновом концентрате составило 58,12 мг/кг, цинка – 10,50 мг/кг, меди – 2,62 мг/кг и марганца – 3,25 мг/кг.

Процесс высвобождения антиоксидантов из зернового концентрата изучали в модельной системе. Установлено, что деструктуризация некрахмальных полимеров покровов зерна приводит к высвобождению связанных форм биологически активных соединений, например, флавоноидов, и к увеличению антиоксидантной активности зернового продукта.

Введение в рацион лабораторных животных зернового концентрата из ферментированного зерна оказало положительное влияние на окислительно-антиоксидантное состояние организма крыс: снизился в сыворотке крови индекс окислительного стресса - уровень малонового диальдегида и повысилось содержание антиоксидантов - каталазы, витаминов А и Е, микроэлементов по сравнению с контролем. При изучении микроэлементного состава печени подопытных крыс было установлено, что содержание железа в печени животных опытной группы было выше по сравнению с контролем на 6,1%, содержание меди в печени крыс опытных групп было выше, чем в печени животных контрольной группы на 2,7%. Концентрация марганца в печени крыс опытной группы была выше, чем в контроле, на 7,2%.

Таким образом, экспериментальные данные по содержанию основных показателей антиоксидантной активности компонента корма и окислительно-антиоксидантной системы у лабораторных животных могут быть использованы для оценки состояния организмов животных.

Выводы

Биотехнологические приемы, в частности, направленная, регулируемая модификация полисахаридов оболочек семян растений с помощью биокатализаторов на основе целлюлаз, может лежать в основе процесса регуляции показателей оксидантно-антиоксидантного статуса животных и человека, при включении модифицированного растительного сырья в рационы кормления и питания.

Разработанный зерновой концентрат может быть использован для приготовления зерновых продуктов, в том числе злакового хлеба, включаемых в рацион людей, живущих в условиях окислительного стресса.

Литература

1. ***Vitaglione, P.*** Whole-grain wheat consumption reduces inflammation in a randomized controlled trial on overweight and obese subjects with unhealthy dietary and lifestyle behaviors: role of polyphenols bound to cereal dietary fiber / P. Vitaglione, I. Mennella, R. Ferracane, A. Rivellese, R. Giacco, D. Ercolini, S.M. Gibbons, A. La Storia, J. Gilbert, S. Jonnalagadda // The American Journal of Clinical Nutrition. -2015. - vol. 101. - p. 251–261.
2. ***Jeszka-Skowron, M.*** Determination of antioxidant activity, rutin, quercetin, phenolic acids and trace elements in tea infusions: Influence of citric acid addition on extraction of metals. / M. Jeszka-Skowron, M. Krawczyk and A. Zgoła-Grześkowiak // Journal of Food Composition and Analysis. - 2015. - vol. 40. - p. 70–77.
3. ***Hung, P.V.*** Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities / P.V. Hung, N. Morita // Food Chemistry. - 2008. - vol. 109. - p. 325-331.
4. ***Ragaee, S.*** Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread / S. Ragaee, I. Guzar, N. Dhull, K. Seetharaman // LWT – Food Science and Technology. - 2011. - vol. 44. - p. 2147-2153.
5. ***Liyana-Pathirana, C.M.*** Importance of insoluble-bound phenolics to antioxidant properties of wheat. / C.M. Liyana-Pathirana, F. Shadidi // Journal of Agricultural and Food Chemistry . - 2006. - vol. 54. - p. 1256-1264.
6. ***De Vries, R. P.*** Synergy between enzymes from *Aspergillus* involved in the degradation of plant cell wall polysaccharides. / R. P. De Vries, H. C. M. Kester, CH. H. Poulsen, J. A. E. Benen, J. Visser // Carbohydrate Research. – 2000. - vol. 327. - no. 4. - p. 401-410

7. ***Kuznetsova, E.*** Composition and microstructure alteration of triticale grain surface after processing by enzymes of cellulase comple. / E. Kuznetsova, S. Motyleva, M. Mertvischeva, V. Zomitev, J. Brindza // Potravinarstvo® Scientific Journal for Food Industry. – 2016 – no.1 – p.23-29

Поступила в редакцию: 20.03.2023 г.
Принята к публикации: 15.05.2023 г.

Кузнецова Е. А., д.т.н., доцент Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, **Учасов Д.С.,** д.б.н., доцент Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл, Россия**,** e-mail: elkuznetcova@yandex.ru

УДК: 575.224.46.044 : 575.224.46

Крюков В.И., доктор биологических наук, профессор, ст.н.с
Жучков С.А., кандидат медицинских наук, доцент, н.с.
Лазарева Т.Н., кандидат технических наук, директор ИНИИ ЦКП
Киреева О.С., кандидат технических наук, н.с.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина», e-mail: iniic@mail.ru
Kryukov V.I., Doctor of Biological Sciences, Professor
Zhuchkov S. A., Candidate of Medical Sciences, associate professor
Lazareva T.N., Candidate of Technical Sciences, Director
Kireeva O.S., Candidate of Technical Sciences, Researcher
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education
"Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МУТАГЕННОСТЬ ИОНОВ МЕДИ ДЛЯ ЛИЧИНОК АМФИБИЙ

(Effect of a low-frequency pulsed electromagnetic field on the mutagenicity of copper ions in amphibian tadpoles)

Резюме. Целью исследования являлся анализ сочетанного действия различных концентраций ионов меди (II) и низкочастотного импульсного магнитного поля на индукцию микроядер и ядерных аномалий в эритроцитах головастиков жабы *Bufo viridis*. В исследовании использованы 12 групп головастиков по 5 особей в каждой. Первая группа служила контролем. Головастиков пяти следующих групп в течение 24 часов выдерживали в воде, содержащей ионы Cu^{+2} в концентрациях 0,05, 0,10, 0,15, 0,20 и 0,25 мг/л. Седьмая группа на 8-часов была помещена в низкочастотного импульсного электромагнитное поле (41 мТл, частота – 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс). Головастики последних пяти групп были подвергнуты одновременному (сочетанному) воздействию 8 часовой экспозиции низкочастотного импульсного магнитного поля (указанных выше параметров) и 24-часовой экспозиции в воде, содержащей исследуемые пять концентраций меди. По истечению периода воздействия и суточного интервала, необходимого для реализации цитогенетических нарушений готовивали мазки крови, в которых анализировали частоты эритроцитов с микроядрами и ядерными аномалиями. Установлено что при изолированном воздействии меди статистически достоверное увеличение анализируемых нарушений происходит при концентрациях 0,10-0,25 мг/л. Индивидуальное 8 часовое воздействие низкочастотного импульсного магнитного поля не вызвало статистически достоверного увеличения микроядер, но вело к статистически значимому росту частоты ядерных аномалий. Сочетанное воздействие низкочастотного импульсного электромагнитного поля и ионов меди во всех пяти вариантах эксперимента приводило к статистически достоверному увеличению частоты микроядер и ядерных аномалий.

Ключевые слова: медь (II), низкочастотное импульсное магнитное поле, сочетанное действие, мутагенность, микроядра, амфибии.

Summary. The aim of the study was to analyze the combined effect of various concentrations of copper (II) ions and a low-frequency pulsed magnetic field on the induction of micronuclei and nuclear anomalies in erythrocytes of Bufo viridis tadpoles. The study used 12 groups of tadpoles with 5 individuals in each. The first group served as control. The tadpoles of the next five groups were kept for 24 hours in water containing Cu^{+2} ions at concentrations of 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25 mg/l. The seventh group was subjected to an 8-hour exposure to a low-frequency pulsed magnetic field (41 mT, 16 Hz, pulse duration - 20 ms). The tadpoles of the last five groups were subjected to simultaneous (combined) exposure to an 8-hour of the low-frequency pulsed magnetic field and a 24-hour exposure to water containing the studied five concentrations of copper. At the end of the exposure period and the daily interval necessary for the implementation of cytogenetic disorders, blood smears were prepared. In smears, the frequencies of erythrocytes with micronuclei and nuclear anomalies were analyzed. It has been established that under the isolated effect of copper, a statistically significant increase in the analyzed disorders occurs at concentrations of 0.10-0.25 mg/l. An individual 8-hour exposure to a low-frequency pulsed magnetic field did not cause a statistically significant increase in micronuclei, but led to a statistically significant increase in the frequency of nuclear anomalies. The combined effect of the electromagnetic field and copper ions in all five variants of the experiment led to a statistically significant increase in the frequency of micronuclei and nuclear anomalies.

Key words: copper (II), low-frequency pulsed magnetic field, combined action, mutagenicity, micronuclei, amphibians.

Введение. В настоящее время горнодобывающая промышленность ежегодно извлекает из недр Земли более 120 млрд. тонн различных руд, топлива и строительных материалов. Значительная часть добытого материала поступает в отходы и отвалы, где подвергается водной и ветровой эрозии. Эрозионные продукты, в том числе и соединения тяжёлых металлов (далее сокращённо – ТМ), распыляясь в атмосфере или растворяясь в воде, загрязняют окружающую среду. Не менее мощным источником вредных вы-

бросов и отходов, содержащих ТМ, являются металлургические предприятия, перерабатывающие металлическую руду. Средняя площадь загрязняемых территорий вокруг таких предприятий может превышать 1000 км^2, а уровень загрязнения почвы, в частности, медью – 287 ПДК [1, с. 89-90]. Интенсивным источником водорастворимых соединений меди является сельское хозяйство. Медьсодержащие пестициды широко применяются в качестве фунгицидов в садоводстве и виноградарстве и альгицидов в рисоводстве. Продукты водной эрозии производственных отвалов, промышленные и сельскохозяйственные стоки, загрязнённые соединениями ТМ, попадают в поверхностные водоёмы. В результате среднегодовые концентрации ионов токсичных металлов в них многократно превышают ПДК [1, с. 104-106]. Столь сильное загрязнение природной среды ведёт к хронической интоксикации многих животных, что неизбежно сказывается на их жизнеспособности [2-5]. При поступлении в организм в избыточных количествах ионы металлов могут ингибировать синтез и репарацию ДНК, что неизбежно будет приводить к нарушению генетических структур в клетках.

Многие современные промышленные технологии связаны с использованием мощных электромагнитных полей. В населённых пунктах интенсивными источниками электромагнитных излучений являются кабельные и воздушные линии электропередач, трансформаторные подстанции, телерадиоцентры, ретрансляторы сотовой телефонной связи. Доказано, что возрастание фоновых уровней неионизирующих электромагнитных излучений отражается на гомеостатических и адаптационных возможностях живых организмов [6, с. 454-645]. Кроме того, возможны синергидные эффекты воздействия электромагнитных полей и некоторых химических веществ, в частности – ТМ [7, 8]. В связи с этим проблемы загрязнения окружающей среды ТМ и модифицирования их вредных воздействий другими антропогенными факторами приобретают широкомасштабный характер. Негативные эффекты ТМ и ЭМП активно исследуют, особенно с позиций опасности для человека. Вместе с тем, вопросы влияния техногенного загрязнения окружающей среды ТМ и ЭМП различных частот на животных остаются малоизученными. Таким образом, загрязнение окружающей среды водорастворимыми соединениями ТМ и рост фоновых уровней техногенных электромагнитных полей обусловливают необходимость анализа генетических последствий для животных их острого и хронического воздействий. По этой причине мы исследовали результаты однофакторного воздействия на амфибий различных концентраций ионов 8 ТМ (кадмия, кобальта, меди, никеля, ртути свинца, стронция и хрома) при экспозициях различной продолжительности, а также при сочетанном действии ионов металлов и электромагнитных полей различных частот.

Целью эксперимента, результаты которого приведены в данном сообщении, являлся сравнительный анализ генотоксичности ионов меди для личинок бесхвостых амфибий при индивидуальном её воздействии и в сочетании с воздействием низкочастотного импульсного магнитного поля (НЧ ИМП).

Материалы и методы. Объектом исследования служили эритроциты периферической крови личинок зелёной жабы (*Bufo viridis*), отловленные во временном искусственном водоёме, свободном от каких-либо техногенных или сельскохозяйственных загрязнений. Личинки в течение 3 суток были выдержаны в аквариумах для их адаптации к условиям лабораторного содержания. Температура воды во всех аквариумах поддерживалась на уровне 21±1°С. Во время адаптационного периода и в ходе экспериментов личинок кормили коммерческим сухим кормом для растительноядных рыб. По истечении адаптационного периода личинок разделили на 12 групп по 5 экземпляров. Первая группа служила контролем.

Исследование состояло из двух экспериментов. В первом изучали частоты микроядер (далее сокращённо – МЯ) и ядерных аномалий (ЯА) в эритроцитах после 24-часового воздействия различных концентраций ионов меди. Для этого пять групп личинок помещали в аквариумы с водой, содержащей ионы меди в концентрации 0,05, 0,10, 0,15, 0,20 и 0,25 мг/л. Источником ионов меди служила сернокислая медь ($CuSO_4 \times 5H_2O$ квалификации «х.ч.» с соответствующим перерасчётом на концентрацию соли). По истечении 24 часов личинки пересаживали в аквариумы с чистой водой для реализации индуцированных медью ядерных нарушений.

Во втором эксперименте анализировали влияние сочетанного воздействия ионов меди и НЧ ИМП. Одна группа головастиков, находящаяся в чистой воде (без добавления ионов меди), была подвергнута только воздействию НЧ ИМП в течение 8 часов. Пять других групп личинок были помещены в аквариумы с водой, содержащей указанные выше концентрации ионов меди на 24 часа, из которых первые 8 часов их подвергали воздействию НЧ ИМП, (величина магнитной индукции – 41 мТл, частота – 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс). По истечении времени воздействия обоих факторов личинок на сутки переносили в чистую воду для реализации в эритроцитах МЯ и ЯА.

После окончания суточного периода реализации ядерных нарушений в эритроцитах у головастиков отсекали заднюю треть хвоста и делали мазки крови для анализа МЯ и ЯА. Мазки 30-45 мин. фиксировали в этиловом спирте и после высушивания окрашивали азур-эозином по Романовскому.

В мазках крови от каждой личинки анализировали по 2000 нормальных эритроцитов, учитывая при этом клетки с МЯ и ЯА. Таким образом частоты морфологических нарушений ядер в каждом варианте исследования были рассчитаны после анализа более чем 10000 эритроцитов

Эксперимент был выполнен до опубликования подробной методики типирования МЯ и ЯА [9]. Поэтому для оценки генотоксичности исследуемых факторов использовали схему типирования, описанную в работе [10] (рис. 1). Анализ выполняли с использованием микроскопа Laboval 4 (Carl Zeiss, Jena) при увеличении 10×100×1,5 (окуляр × объектив × бинокулярная насадка).

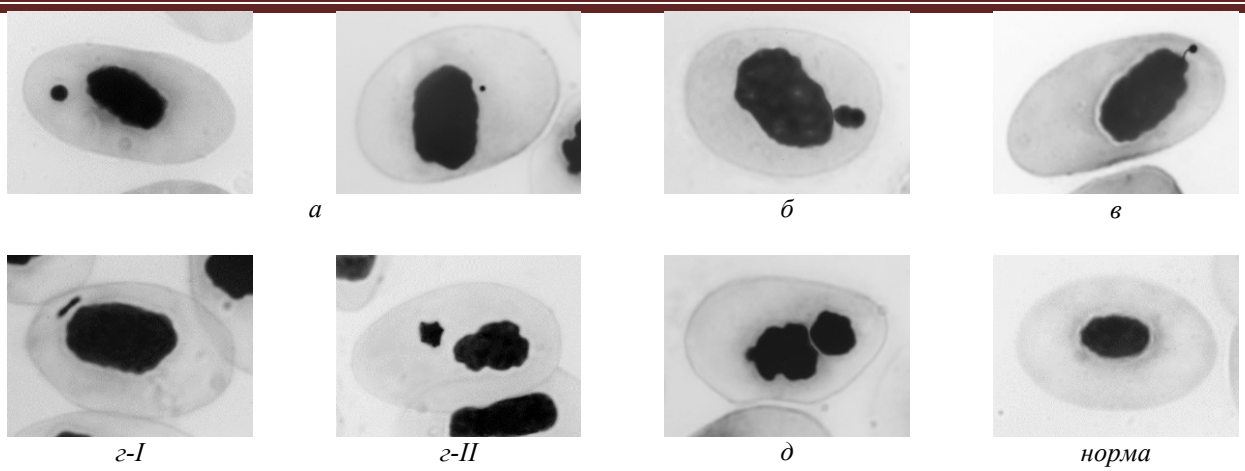


Рис. 1. Микроядра и фрагменты хроматина, учитываемые в эритроцитах головастиков *Bufo viridis*: *а* – два эритроцита с изолированными микроядрами разной величины; *б* – микроядро, примыкающее к ядру; *в* – микроядро, прикреплённое к ядру хроматиновой нитью; *г* – неоформленный ядерный материал в виде палочек (*I*) и клубков (*II*); *д* – округлое образование ядерного материала, довольно больших размеров.

Частоты аномалий в каждом из вариантов опыта сравнивали после их φ-преобразования, применяя **u**-критерий Фишера [11, с. 156-169]. Дисперсионный анализ и интерполяцию закономерностей изменения частот аномалий при изменении интенсивности воздействия факторов выполняли, используя пакет статистических программ STADIA 4.0.

Результаты и обсуждение. Содержащиеся в крови клетки выполняют в организме разнообразные и важные биологические функции. Поэтому они являются очень чувствительными биоиндикаторами внешних воздействий.

Исследуемые концентрации меди были выбраны исходя из того, что ПДК ионов этого металла для воды открытых водоёмов составляет 1 мг/л, а для водоёмов питьевого, хозяйственно-бытового, рекреационного водопользования и для водоёмов рыбоводного назначения – 0,001 мг/л [12, 13]. Таким образом, использованные в экспериментах концентрации меди находились внутри интервала двух значений ПДК, на которые в настоящее время ориентируются природоохранные учреждения. В реках и озёрах, в зависимости от химического состава почв и грунтов их водосборных бассейнов, содержание меди может варьировать в пределах 0,0004-0,0089 мг/л [14, 15]. Однако на территориях природно-техногенных аномалий содержание меди в водоёмах может достигать 200 ПДК [16].

Для водных организмов биодоступность ионов меди очень высока. Воздействие токсичного металла может снижать выживаемость и интенсивность развития икры и личинок амфибий, увеличивая при этом период времени до завершения метаморфоза. Для эмбрионов *Bufo arenarum* полулетальная доза $ЛД_{50}$ в период от 24 до 168 ч воздействия Cu^{2+} составляла ≈0,085 мг/л. Десятипроцентная гибель эмбрионов в такой же период происходила при концентрации Cu^{2+} 0,05 мг/л. [17]. Для головастиков леопардовой лягушки (*Lithobates* (*Rana*) *chiricahuensis*) полулетальная доза меди при 96-часовом воздействии колебалась от 0,22 до 0,34 мг/л в зависимости от стадии развития головастиков [18]. Вместе с тем для головастиков лягушки-быка (*Lithobates catesbeianus*) $ЛД_{50}$ составляла 3,96 мг/л при 96 часовой экспозиции [19].

Токсикологическими исследованиями установлено, что хотя амфибии и могут быть толерантны к кратковременному токсическому воздействию меди, они более чувствительны к хроническому её воздействию, причём чувствительность некоторых видов к хроническому воздействию в 100 раз выше, чем к острому воздействию [20]. Таким образом, воздействие низких концентраций меди в воде природных водоёмов может влиять на продолжительность онтогенеза в личиночной стадии, а также увеличивать нестабильность генома головастиков и претерпевших метаморфоз молодых животных.

Полученные в наших экспериментах результаты воздействия ионов меди на эритроциты головастиков приведены в табл. 1 и на графике (рис. 2, *а*).

Таблица 1 – Количество и частоты эритроцитов периферической крови личинок *B. viridis*, с микроядрами и ядерными аномалиями, индуцированными воздействием ионов меди при 24-часовой экспозиции.

Концентрация Cu^{+2}, мг/л	Всего клеток	Клеток с микроядрами		Клеток с ядерными аномалиями		Сумма аномальных клеток	
		Кол-во аномалий	(p ± σ_p), %	Кол-во аномалий	(p ± σ_p), %	Кол-во аномалий	(p ±), %
0, Контроль	10038	38	0,38±0,06	0	0,00	38	0,38 ±0,06
0,05	10062	56	0,56±0,07	6	0,06±0,05***	62	0,62 ±0,15*
0,10	10089	65	0,64±0,08**	24	0,24±0,05***	89	0,88 ±0,18***
0,15	10098	70	0,69±0,08**	28	0,28±0,05***	98	0,97 ±0,19***
0,20	10103	79	0,78±0,09***	24	0,24±0,05***	103	1,02 ±0,20***
0,25	10149	104	1,03±0,10***	45	0,44±0,07***	149	1,47 ±0,23***

Примечания: 1) σ_p – стандартное отклонение; 2) Различия с контрольными величинами достоверны при: ** P≤0,01; *** P≤0,001

В контрольном варианте частота образования МЯ была равной 0,38±0,06 % при отсутствии ЯА. Пребывание личинок в течение 24 часов в воде с ионами меди в концентрации 0,05 мг/л вызывало рост частоты МЯ до 0,56±0,07 % и появление 0,06±0,05 % эритроцитов с ЯА. Дальнейшее увеличение концентрации ионов меди вело к дальнейшему статистически достоверному росту частот эритроцитов с МЯ и ЯА. Воздействие максимальной концентрации ионов меди (0,25 %) после 24-часовой экспозиции приводило к появлению 1,03±0,10 % эритроцитов с МЯ и 0,44±0,07 % эритроцитов с ЯА.

Из позвоночных гидробионтов мутагенность меди наиболее широко исследована на рыбах. Было установлено, что у рыб низкие концентрации меди в воде не вызывали значительного увеличения МЯ в эритроцитах. У плотвы ионы меди в концентрации 0,1 мг/л после 72-часового не увеличивали частоту МЯ в эритроцитах, но вызывали восьмикратный рост частот амитозов в них [21]. Однонедельное содержание гамбузий в воде, содержащей Cu^{+2} в концентрации 0,1 и 1,0 мг/л, вызывало некоторый, статистически недостоверный рост частоты МЯ. Увеличение срока пребывания рыб в воде с таким же содержанием ионов меди до двух недель вело к восьмикратному и статистически достоверному росту частоты МЯ, но только в варианте с 1,0 мкг Cu^{+2}/л. При сравнении суммарных частот МЯ и ЯА статистически достоверное увеличение частоты ядерных нарушений было установлено во всех четырёх вариантах эксперимента [22]. У краснохвостого синодонтиса (*Synodontis clarias*) и тиляпии (*Tilapia nilotica*) повышенное содержание МЯ в эритроцитах наблюдали при концентрациях меди в воде 0,16, 0,08 и 0,04 мг/л, соответствующих 0,25, 0,125 и 0,0625 $ЛД_{50}$. для этих рыб [23]. Более высокие концентрации ионов меди (46-50 мг/л) при экспозициях от 24 до 96 часов статистически достоверно увеличивали частоту образования микроядерных и двуядерных эритроцитов в крови карасей и тиляпий [24, 25]. При длительном воздействии на рыб медь оказывается мутагенной при значительно меньших концентрациях. Так, пребывание рыб (толстого снука, *Centropomus parallelus*) в течение 30 суток в воде, содержащей ионы меди в концентрациях 0,025 и 0,05 мг/л, приводило к росту частот эритроцитов с МЯ в 3,5 и 9 раз соответственно. При этом уровень частот эритроцитов с МЯ оставался выше контрольной величины спустя 4, 10 и даже 30 суток после окончания воздействия [26].

Публикаций по экспериментальным исследованиям мутагенности меди для амфибий значительно меньше числа экспериментов, выполненных на рыбах. Установлено, что частота МЯ в эритроцитах головастиков лягушки-быка (*Lithobates catesbeianus*) после 24- и 48-часовой экспозиции в воде, содержащей 0,2 и 0,4 мг/л сульфата меди, статистически достоверно ($P \leq 0,05$) возрастала только в одном из вариантов (0,2 мг/л, 24 часа) [27]. У взрослых лягушек *Euphlyctis cyanophlyctis* одноразовое нутрибрюшинное введение сульфата меди в дозах 3,5, 5,0, 6,5 и 8,0 мг/кг на 24, 48, 72 и 96 часов вызывало статистически достоверное увеличение частоты МЯ, причём при максимальных дозах и экспозициях увеличение частот МЯ было почти 50-кратным [28]. Публикации результатов биоиндикационных исследований амфибий, собранных в регионах, загрязнённых медью, мы здесь не анализируем, т.к. обычно водоёмы таких регионов характеризуются сложным комплексом загрязнений, и вклад меди в них определить затруднительно.

Начиная с 60-х годов прошлого столетия, гигиенисты и экологи с растущей тревогой фиксируют факты влияния техногенных неионизирующих электромагнитных излучений на различные функциональные системы человека и животных. Полагают, что всё возрастающие уровни этих излучений являются не менее опасным для живых организмов фактором, чем химическое загрязнение окружающей среды [29]. Результаты многочисленных исследований таких воздействий рассмотрены во многих обзорных работах. Поскольку в окружающий среде воздействие электромагнитных излучений различных частот на человека и биоту происходит одновременно с воздействием многих других факторов, загрязняющих окружающую среду (в том числе – ТМ), необходимо исследовать последствия возможных сочетаний таких факторов. Для решения одного из частных вопросов этой проблемы выполнен эксперимент, в котором головастиков помещали в воду с ионами меди исследуемых концентраций на 24 часа, причём первые 8 часов личинок подвергали ещё и воздействию ИМП (41 мТл, 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс). Для сравнения использовали результаты, полученные при изолированном 24-часовом воздействии меди в эксперименте, описанном выше.

Результаты микроскопического анализа эритроцитов после суточного воздействия различных концентраций меди приведены в табл. 2 и на графике (рис. 2, *б*). Следует подчеркнуть, что частоты ядерных нарушений, представленных в табл. 2 сравниваются с частотами соответствующих нарушений у интактных, контрольных животных.

Установлено, что по сравнению с интактными животными 8-часовое воздействие только НЧ ИМП вызывает небольшое и статистически недостоверное повышение частоты МЯ и ЯА с 0,38±0,06 до 0,50±0,07%. Однако помимо роста частоты МЯ было зарегистрировано появление 0,08±0,03 % эритроцитов с ядерными аномалиями. Таким образом, даже краткосрочное воздействие НЧ ИМП оказывало отрицательное влияние на стабильность морфологической структуры ядер в эритроцитах головастиков *B. viridis*.

Одновременное воздействие на головастиков НЧ ИМП и ионов меди в возрастающих концентрациях вызывало существенный и статистически достоверный рост частот МЯ от 0,89±0,07% при концентраии меди 0,05 мг/л до 2,04±0,11% при максимальной концентрации (0,25%). Одновременно происходило увеличение частот ЯА. Если при минимальной концентрации меди (0,05 мг/л) частота ЯА составляла 0,51±0,07%, то при концентрации ионов меди 0,25 мг/л частота ЯА возрастала до 1,16±0,11%. Во всех вариантах этого эксперимента частоты и МЯ, и частоты ЯА статистически достоверно отличались от контрольных значений, зарегистрированных у интактных животных.

Причиной повышения частот МЯ и ЯА может быть воздействие НЧ ИМП на биологические свойства плазматических мембран клеток, а также на внутриклеточные и межклеточные водорастворимые компоненты.

Таблица 2 – Количество и частоты эритроцитов периферической крови личинок *B. viridis*, с микроядрами и ядерными аномалиями, индуцированными одновременными воздействиями 24-часовой экспозиции различных концентраций меди и 8-часовым воздействием НЧ ИМП (8 ч, 41 мТл, 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс).

Концентрация Cu^{+2}, мг/л + НЧ ИМП	Всего клеток	Клеток с микроядрами		Клеток с ядерными аномалиями		Сумма аномальных клеток	
		Кол-во	частота ($p \pm \sigma_p$), %	Кол-во	частота ($p \pm \sigma_p$), %	Кол-во	частота ($p \pm \sigma_p$), %
0, только ИМП	10058	50	0,50±0,07	8	0,08±0,03***	58	0,58 ±0,15
0,05	10142	90	0,89±0,07***	52	0,51±0,07***	142	1,40 ±0,23***
0,10	10187	132	1,26±0,09***	55	0,54±0,07***	187	1,84 ±0,26***
0,15	10189	133	1,31±0,11***	56	0,55±0,07***	189	1,85 ±0,26***
0,20	10197	136	1,33±0,11***	61	0,60±0,08***	197	1,93 ±0,27***
0,25	10331	211	2,04±0,11***	120	1,16±0,11***	331	3,20 ±0,34***

Примечания: 1) σ_p – стандартное отклонение; 2) *** – различия достоверны при $P \leq 0{,}001$;

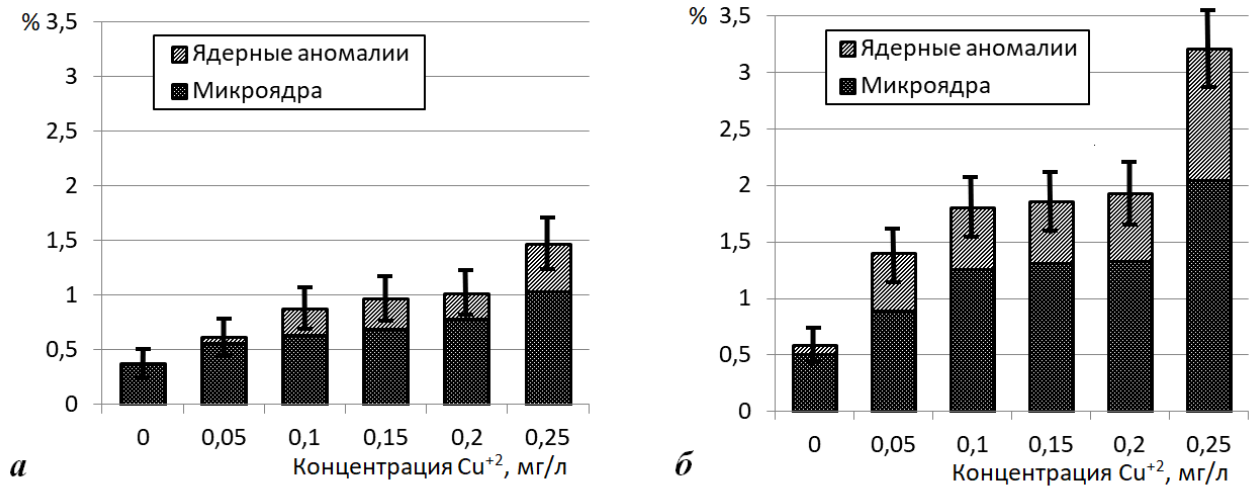


Рис. 2. Частоты микроядер и ядерных аномалий в эритроцитах личинок *B. viridis* при 24 часовом воздействии только ионов меди (*а*) и при сочетанном действии меди и НЧ ИМП (*б*)

Здесь следует отметить, что в экспериментах, в которых тест-объектом служили рыбы (плотва), 72-часовое независимое воздействие двух факторов – ионов меди в концентрации 0,1 мг/л и ЭМП промышленной частоты (50 Гц, 10 мкТл), а также сочетанное действие этих двух факторов не оказывало статистически достоверного влияния на частоты МЯ в эритроцитах и частоты микроцитов в периферической крови рыб по сравнению с контролем [21]. Противоречивость этих данных результатам, полученным нами, может быть обусловлена видовыми различиями животных и различиями физических параметров электромагнитных полей, исследованных в экспериментах.

Результаты регрессионного анализа свидетельствуют, что зависимость суммарных частот МЯ и ЯА от концентрации меди при её сочетанном действии с НЧ ИМП хорошо интерполируется уравнением вида $y=a+bx$, коэффициенты которого существенно больше коэффициентов уравнения, описывающего изолированное действие 24-часовой экспозиции меди (см. табл. 3).

Таблица 3 – Величины коэффициентов уравнения $y=a+bx$ интерполирующего зависимость частоты микроядер в эритроцитах личинок *Bufo viridis* от концентрации меди при индивидуальном воздействии и в сочетании с НЧ ИМП.

Воздействующий фактор	Коэффициенты уравнения		Множественный коэффициент корреляции, R	Значение критерия Фишера, F	Уровень значимости, P
	a	*b*			
Концентрация Cu^{+2}	0,41	3,85	0,960	34,9	<0,001
Концентрация Cu^{+2} + НЧ ИМП	0,75	8,40	0,922	22,7	<0,001

Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ данных показал существование статистически достоверного влияния НЧ ИМП на суммарные частоты ядерных нарушений в эритроцитах, индуцируемых различными концентрациями меди (табл. 4). Сила влияния на изменение частоты МЯ и ЯА увеличивающейся концентрации меди составила 55%, в то время как сила влияния НЧ ИМП оказалась равной 37 %.

Таблица 4 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния меди и НЧ ИМП (41 мТл, 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс) на частоту эритроцитов с МЯ в периферической крови личинок *B. viridis.*

Влияющий фактор	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средняя сумма квадратов	Сила влияния факторов (по Снедекору), %
НЧ ИМП	2,484	1	2,484	37
Концентрация Cu^{+2}	3,724	5	0,745	55
Регрес. остатки	0,598	5	0,120	
Общая вариация	6,806	11	0,619	
F (Экспоз.) = 20,8	P<0,001			Есть влияние
F (Концент.) =6,2	P=0,034			Есть влияние

Водоёмы практически всегда загрязнены сложным комплексом различных веществ и воздействие такого комплекса химических и физических загрязнителей пока трудно прогнозировать. Имеющиеся данные экспериментов свидетельствуют о том, что одновременное воздействие ионов нескольких металлов могут вызывать усиление мутагенного эффекта. Например, в исследовании генотоксичности меди, цинка и их бинарной смеси, выполненном с использованием двух видов рыб (синодонтиса (*Synodontis clarias*) и тиляпии (*Tilapia nilotica*)) наблюдали статистически достоверное увеличение частоты МЯ (P<0,05) когда рыбы подвергались воздействию бинарной смеси ТМ [23]. Подобных публикаций, отражающих мутагенность сложных смесей солей ТМ, выполненных на амфибиях, мы не обнаружили. Поэтому необходимы дальнейшие экспериментальные исследования воздействия сложных смесей различных антропогенных загрязнителей окружающей среды на амфибий и других гидробионтов.

Выводы:

1) Суточное содержание личинок жабы *Bufo viridis*, в воде, содержащей ионы Cu^{+2} в концентрации 0,05 мг/л, вызывало статистически недостоверное увеличение микроядерных эритроцитов, но провоцировало достоверный рост частоты ядерных аномалий.

2) Более высокие концентрации ионов меди (0,10, 0,15, 0,20 и 0,25мг/л) после суточной экспозиции индуцировали в эритроцитах головастиков статистически достоверное увеличение частот микроядер, ядерных аномалий и суммарных частот регистрируемых нарушений.

3) Воздействие на головастиков низкочастотного импульсного магнитного поля (41 мТл, 16 Гц, длительность импульсов – 20 мс) в течение 8 приводило к статистически достоверному (по сравнению с интактными контрольными животными) увеличению микроядерных эритроцитов, ядерных аномалий и суммарных частот этих морфологических нарушений в эритроцитах.

4) Суточная экспозиция головастиков в воде с исследованными концентрациями ионов меди в сочетании с 8 часовым воздействием низкочастотного импульсного магнитного поля приводило к ещё более интенсивному, статистически достоверному (P<0,001) увеличению частот микроядер и ядерных аномалий в эритроцитах и, следовательно, достоверному увеличению суммарных частот этих аномалий.

Литература

1. ***Обзор состояния и загрязнения окружающей среды*** в Российской Федерации за 2021 год. –М.: Росгидромет. 2022. –220 с. URL: https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/dc8/Obzor_2021.pdf (дата обращения: 03.03.2023)
2. ***Silva M.B. et al.*** *In situ* assessment of genotoxicity in tadpoles (Amphibia: Anura) in impacted and protected areas of Chapada Diamantina, Brazil. / M.B. Silva, R.E. Fraga, P.B. Nishiyama, N.L.B. Costa et al. // Scientia Plena. 2021. V.17. №2. Paper. id. 021701.DOI: 10.14808/sci.plena.2021.021701.
3. ***Naidu R. et al.*** Chemical pollution: A growing peril and potential catastrophic risk to humanity. Review. / Ravi Naidu, Bhabananda Biswas, Ian R. Willett, Julian Cribb, et al. // Environment International. 2021. V. 156, Paper.id. 106616
4. ***Ni J.-Q. et al.*** A critical review of advancement in scientific research on food animal welfare-related air pollution. Review. / Ji-Qin Ni, Marisa A. Erasmus, Candace C. Croney, Chunmei Li, Yansen Li // Journal of Hazardous Materials. 2021. V. 408. Paper.id. 124468. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124468
5. ***Baines C. et al.*** Linking pollution and cancer in aquatic environments: A review / Ciara Baines, Adelaide Lerebours, Frederic Thomas, Jerome Fort et al. // Environment International. 2021. V. 149, Paper.id. 106391 https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106391.
6. ***Александров В.В***. Экологическая роль электромагнетизма / В.В. Александров. – СПб.: Изд-во По-

литехн ун-та. 2010. –736 с. ISBN 978-5-7422-2677-2

7. ***Крюков В.И.*** Модифицирование импульсным электромагнитным полем индуцируемых свинцом частот микроядер в эритроцитах личинок бесхвостых амфибий //Экология. 2000. Т. 31, № 3. С. 238-240.
8. ***Бучаченко А.Л. и др.*** Новые механизмы биологических эффектов электромагнитных полей. / Бучаченко А.Л., Кузнецов Д.А., Бердинский В.Л. // Биофизика. 2006. Т. 51. № 3. С. 545-552.
9. ***Крюков В.И.*** Анализ микроядер и ядерных аномалий в эритроцитах рыб, амфибий, рептилий и птиц: критерии выявления и типирования. Научно-методическое пособие. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2023. – 94 с., 37 илл. Библиогр.: 369 назв. ISBN 978-5-907608-05-4. DOI: 10.12731/978-5-907608-05-4. https:// www.elibrary.ru/item.asp?id=50124929
10. ***Жулева Л.Ю., Дубинин Н.П***. Использование микроядерного теста для оценки экологической обстановки в районах Астраханской области // Генетика. 1994. Т. 30. № 7. С. 999-1004.
11. ***Урбах В.Ю.*** Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. М.: Медицина. 1975. 295 с.
12. ***СанПиН 1.2.3685-21.*** Постановление от 28 января 2021 г. № 2. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (в ред. 30.12.2022 № 24). –1025 с.
13. ***Об утверждении*** нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. МСХ РФ. Приказ от 13 декабря 2016 года № 552. (с изменениями на 10 марта 2020 года). URL: https://docs.cntd.ru/document/420389120 (дата обращения: 12-05-2023)
14. ***Белкина Н.А. и др.*** К вопросу о путях естественной миграции меди в Онежское озеро. / Белкина Н.А., Вапиров В.В., Ефременко Н.А., Романова Т.Н. // Принципы экологии. 2012. № 1. С. 25-28. DOI: 10.15393/j1.art.2012.483
15. ***Соромотин А.В. и др.*** Фоновое содержание тяжелых металлов в воде малых рек Надым-Пуровского междуречья. / А.В. Соромотин, А.А. Кудрявцев, А.А. Ефимова и др. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. №2. С. 48–55
16. ***Янтурин С.И. и др***. Содержание тяжёлых металлов в поверхностных водах малых рек западного склона хребта Ирандек. / Янтурин С.И., Хисаметдинова А.Ю., Бускунова Г.Г. // Samara Journal of Science. 2021. V. 10, № 2. С. 131-135. DOI: 10.17816/snv2021102120.
17. ***Herkovits J., Helguero L.A.*** Copper toxicity and copper-zinc interactions in amphibian embryos. / Jorge Herkovits, Luisa Alejandra Helguero // Science of The Total Environment. 1998. V. 221. № 1. P. 1-10.
18. ***Calfee R.D., Little E.E***. Toxicity of cadmium, copper, and zinc to the threatened chiricahua leopard frog (*Lithobates* [*Rana*] *chiricahuensis*). // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2017. V. 99**.** P. 679-683. https://doi.org/10.1007/s00128-017-2188-1.
19. ***Ossana N.A. et al.*** Toxicity of waterborne Copper in premetamorphic tadpoles of *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802). / Natalia A Ossana, Patricia M Castañé, Gisela L Poletta, Marta D Mudry, Alfredo Salibián. // Bull. Environ. Contam. Toxicol. . 2010. V. 84. № 6. P.712-715. DOI: 10.1007/s00128-010-0014-0. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20440472.
20. ***Azizishirazi A. et al.*** Sensitivity of amphibians to copper / Ali Azizishirazi, Jaimie L. Klemish and Gregory G. Pyleb. // Environmental Toxicology and Chemistry. 2021. V. 40. № 7. P. 1808-1819. DOI: 10.1002/etc.5049 https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/etc.
21. ***Заботкина Е.А. и др***. Реакция некоторых гематологических показателей молоди плотвы на действие сублетальной концентрации ионов меди при изменении физических факторов среды / Е.А. Заботкина, И.Л. Голованова, А.С. Белевич, Ю.В. Беренев, В.В. Крылов // Матер. VII Всерос. конф. по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» –Борок: Институт биологии внутренних вод РАН. 2020. С. 65-68.
22. ***Güner U., Muranlı F.D.G.*** Micronucleus Test, Nuclear Abnormalities and Accumulation of Cu and Cd on *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) / Utku Güner, Fulya Dilek Gökalp Muranlı. // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/ 2011 V. 11. P. 615-622. DOI: 10.4194/1303-2712-v11_4_16
23. ***Obiakor M.O. et al.*** Genotoxicology: single and joint action of copper and zinc to *Synodontis clarias* and *Tilapia nilotica* / Obiakor M.O., Okonkwo J.C., Ezeonyejiaku C.D., Ezenwelu C.O. // J. Appl. Sci. Environ. Manage. September. 2010. V. 14. № 3 P. 59-64.
24. ***Jiraungkoorskul W. et al.*** Evaluation of micronucleus test's sensitivity in freshwater fish species. / Wannee Jiraungkoorskul, Piya Kosai, Somphong Sahaphong et al. // Research Journal of Environmental Sciences. 2007. V. 1. № 2. P. 56-63. DOI: 10.3923/ rjes.2007.56.63.
25. ***Верголяс М.Р. и др.*** Вплив іонів міді на гематологічні та цитогенетичні показники прісноводних риб *Carassius auratus gibelio* / М.Р. Верголяс, Н.М. Веялкіна, В.В. Гончарук // Цитология и генетика (Украина). 2010. № 2. С. 65-70.
26. ***Oss R.N. et al.*** Recovery of fat snook, *Centropomus parallelus* (Teleostei: Perciformes) after subchronic exposure to copper / Rodrigo Nunes Oss, Vinícius Dadalto Baroni, Rafael Mendonça Duarte, Adalberto Luis Val, Vera Maria Fonseca Almeida Val, Levy Carvalho Gomes. // Comparative Biochemistry and Physiology, Part C. 2013. V. 157. P. 306-309. http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2013.02.002.

27. ***Rocha C.A.M. et al.*** Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in bullfrog tadpoles (*Lithobates catesbeianus*) treated with copper sulphate/ / Carlos Alberto Machado da Rocha, Vitor Hudson da Consolação Almeida, Artur da Silva Costa, José Corrêa Sagica-Júnior et al. // International Journal of Genetics. 2012 V. 2. № 1. P. 6-11. DOI: 10.5829/idosi.ijg.2012.2.1.61179 .
28. ***Kour P. et. al.*** Evaluation of acute toxicity of copper sulphate in different tissues of *Euphlyctis cyanophlyctis*. / Preetpal Kour, N.K. Tripathi, Poonam P. // Journal of Asian Scientific Research, 2014. V. 4. № 2. P. 59-69.
29. ***Федорович Г.В.*** Экологический мониторинг электромагнитных полей / Г.В. Федорович. - М. - 2004. - 140 с. URL: https://ntm.ru/UserFiles/File/document/EMP/Book/ECOL_EMP.pdf (дата обращения: 21.05.2023 г.)

Крюков В.И., доктор биологических наук, профессор, ст.н.с, **Жучков С.А.,** кандидат медицинских наук, доцент, н.с., **Лазарева Т.Н.,** кандидат технических наук, директор ИНИИ ЦКП, **Киреева О.С.,** кандидат технических наук, н.с. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», e-mail: iniic@mail.ru

УДК 633.161:633.162

М.Б. Хоконова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
П.В. Скрипин*, кандидат технических наук, доцент
А.В. Козликин*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
M.B. Khokonova, Doctor of Agricultural Sciences, professor
P.V. Skripin, Candidate of Technical sciences, associate professor
A.V. Kozlikin, Candidate of Agricultural sciences, associate professor
Кабардино-Балкарский ГАУ, e-mail: dinakbgsha77@mail.ru
*Донской ГАУ, e-mail: skripin.peter@yandex.ru
Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik City, Russia

УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЯЧМЕНЯ

(Yield and technological properties of various forms of barley)

Работа посвящена исследованию и сравнению озимых и яровых форм ячменя по урожайности, структуре урожая и технологическим свойствам. Исследованию подверглись восемь районированных и интродуцируемых сортов озимого и ярового ячменя различных ботанических разновидностей. Установлено, что сорт Мастер имеет высокий коэффициент продуктивной кустистости, благодаря чему на 1 га насчитывалось 3,42 млн. колосьев с наибольшим числом зерен в колосе – 32 шт. – и их абсолютной массой – 42,9 г. Остальные озимые сорта уступают ему по числу растений на 1м^2 на 3,4-13,3%, количеству продуктивных стеблей на 4,4-17,8%, числу зерен в колосе на 3,3-31,2%, абсолютной массе зерна на 1,2-4,0%. Среди сортов ярового ячменя более высокий коэффициент продуктивной кустистости отмечен у сорта Приазовский 9, затем идут Гетьман и Виконт, минимум наблюдался у сорта Мамлюк. По результатам проведенных исследований из сортов озимого ячменя в лучшую сторону выделился сорт Мастер, обладающий наибольшим коэффициентом продуктивной кустистости (1,9), числом зерен в колосе (32 шт.) и урожайностью (3,86 т/га). Из яровых сортов ячменя в лучшую сторону выделился сорт приазовский 9, обладающий наибольшим коэффициентом продуктивной кустистости (1,36), числом зерен в колосе (21 шт.) и урожайностью (3,80 т/га). По технологическим свойствам зерна, а именно по содержанию белка, крахмала и экстрактивности, из озимых сортов лидирует сорт Мастер с экстрактивностью 80,9% и Гетьман из яровых сортов с экстрактивностью 80,2%.

Ключевые слова: ячмень, сорта, характеристика, урожайность, технологические свойства

The work is devoted to the study and comparison of winter and spring forms of barley in terms of yield, crop structure and technological properties. Eight zoned and introduced varieties of winter and spring barley of various botanical varieties were subjected to the study. It has been established that the Master variety has a high coefficient of productive bushiness, due to which there were 3,42 million ears per 1 ha with the largest number of grains per ear - 32 pieces. - and their absolute weight – 42,9 g. The rest of the winter varieties are inferior to it in terms of the number of plants per 1 m2 by 3,4-13,3%, the number of productive stems by 4,4-17,8%, the number of grains in the ear by 3,3-31,2%, absolute mass of grain by 1,2-4,0%. Among the varieties of spring barley, a higher coefficient of productive tillering was noted in the Priazovsky 9 variety, followed by Getman and Vikont, the minimum was observed in the Mamluk variety. According to the results of the research, the Master variety stood out from the winter barley varieties for the better, having the highest coefficient of productive tillering (1,9), the number of grains per ear (32 pcs.) and productivity (3,86 t/ha). Among the spring barley varieties, the Priazovsky 9 variety stood out in the best direction, which has the highest coefficient of productive bushiness (1,36), the number of grains per ear (21 pcs.) and productivity (3,80 t/ha). According to the technological properties of grain, namely the content of protein, starch and extractivity, the leader among winter varieties is the Master variety with an extractivity of 80,9% and Getman of spring varieties with an extractivity of 80,2%.

Key words: ethyl alcohol, raw materials, grinding, heat treatment modes, losses.

Введение. Яровой ячмень – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, что объясняется исключительной кормовой и пищевой ценностью зерна, высокой пластичностью культуры, способностью произрастать почти на всех широтах от зон вечной мерзлоты до полупустынь [4].

Ячмень является одной из основных зерновых культур и в Кабардино-Балкарской республике. Его выращивание не требует больших затрат, экономически выгодно и рентабельно, быстро окупается.

Яровой ячмень широко распространен и часто используют при плохой перезимовке озимых. Его используют как для ремонта пострадавших озимых, так и для пересева [3].

Целью работы являлось исследование и сравнение озимых и яровых форм ячменя по урожайности, структуре урожая и технологическим свойствам.

Материалы и методы исследований

Изучение сортов ячменя проводили в 2021-2022 гг. в условиях ЗАО НП «Шэджэм» Чегемского района Кабардино-Балкарии, что относится к предгорной зоне республики, которая отличается выщелоченными черноземами.

Исследованию подверглись восемь районированных и интродуцируемых сортов озимого и ярового ячменя различных ботанических разновидностей (табл. 1).

Таблица 1. - Биолого-хозяйственная характеристика исследуемых сортов ячменя

Показатели	Озимые				Яровые			
	Мастер	Михайло	Козырь	Добрыня 3	Приазовский 9	Гетьман	Виконт	Мамлюк
Ботаническая разновидность	паллидум	параллелум	параллелум	параллелум	нутанс	нутанс	нутанс	нутанс
Высота растений, см	82-94	90-100	90-100	75-95	76-81	75-80	74-80	70-80
Продолжительность вегетационного периода, дн.	223-267	233-253	240-250	230-252	71-87	79-96	73-96	65-85
Масса 1000 зерен, г	39-51	38-49	38-45	35-40	39-46	42-54	42-54	46-52
Содержание белка в зерне, %	8,1-12,3	10-12	11,5-12,5	9,5-11,5	11-13	11-12,5	11-12,5	12-14
Устойчивость к полеганию	высокая	высокая	высокая	средняя	выше средней	выше средней	высокая	средняя
Сроки созревания	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	среднеспелый	раннеспелый
Направление использования	зернофуражный	зернофуражный	зернофуражный	зернофуражный	ценный по качеству	пивоваренный	зернофуражный пивоваренный	зернофуражный
Засухоустойчивость	высокая	выше среднего	высокая	средняя	средняя	средняя	выше среднего	средняя
Урожайность, т/га	4,6	4,0	4,2	3,3	3,2	3,1	2,8	2,4

На всех опытах посев проводили рядовым способом в I декаде октября озимого ячменя, в I декаде апреля – ярового ячменя, нормой 4,0 млн. всхожих семян на 1 га. В ходе исследований производились фенологические наблюдения за фазами роста и развития ячменя согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур»

Контролем служили сорта ячменя озимого Добрыня 3 и ярового Мамлюк.

Натуру зерна определяли на литровой пурке с падающим грузом при влажности зерна 13-15%.

Массу 1000 зерен – путем подсчета и последующего взвешивания (с точностью до ± 0,01 г) двух порций по 500 зерен при той же влажности. После анализа, обе порции зерна оставляли для определения прорастаемости.

Крупность зерна определяли с помощью комплекта сит, имеющих продолговатые отверстия длиной 20 мм и шириной: верхнего – 2,8; среднего – 2,5 и нижнего – 2,2 мм. Содержание белка определяли по Кьельдалю (ГОСТ 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия).

Содержание крахмала определяли по методу Эверса (ГОСТ 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия).

Результаты и их обсуждение

По результатам исследований приводится структура урожая озимых и яровых сортов ячменя (табл. 2).

Данные таблицы показывают, что сорту Мастер присущи высокий коэффициент продуктивной кустистости, благодаря чему на 1 га насчитывалось 3,42 млн. колосьев с наибольшим числом зерен в колосе – 32 шт. – и их абсолютной массой – 42,9 г. Остальные сорта уступают ему по числу растений на 1м^2 на 3,4-13,3%, количеству продуктивных стеблей на 4,4-17,8%, числу зерен в колосе на 3,3-31,2%, абсолютной массе зерна на 1,2-4,0%. Среди сортов ярового ячменя более высокий коэффициент продуктивной кустистости отмечен у сорта Приазовский 9, затем идут Гетьман и Виконт, минимум наблюдался у сорта Мамлюк [4]. При рассмотрении озимых и яровых форм ячменя такой показатель как число зерен с одного колоса находилось в пределах 19-21 шт. у яровых и 28-32 шт. у озимых сортов. Увеличение этого показателя у озимых объясняется строением колоса, на уступе которых находится по шесть зерновок против двух у ярового.

Таблица 2. - Структура урожая сортов ячменя

Сорт	Число растений, шт./м^2	Коэффициент продуктивной кустистости	Число зерен в колосе
Озимые сорта			
Мастер	180	1,90	32
Михайло	177	1,85	31
Козырь	178	1,84	30
Добрыня 3	156	1,80	28
$НСР_{05}$	4,76		
Яровые сорта			
Приазовский 9	304	1,36	21
Гетьман	309	1,35	21
Виконт	305	1,35	21
Мамлюк	310	1,32	19
$НСР_{05}$	4,54		

При такой структуре урожаеобразующих факторов, сорт Мастер занимает лидирующую позицию по урожайности зерна среди остальных сортов озимого ячменя (табл. 3).

Таблица 3. – Урожайность исследуемых сортов ячменя

Сорт	Урожайность зерна, т/га		Прибавка к контролю	
	биологическая	фактическая	т/га	%
Озимые				
Мастер	4,65	3,86	1,41	36,5
Михайло	4,30	3,46	1,01	29,1
Козырь	4,11	3,56	1,11	31,1
Добрыня 3	3,23	2,45	-	-
Яровые				
Приазовский 9	4,05	3,8	1,0	26,3
Гетьман	3,79	3,6	0,8	22,2
Виконт	3,68	3,2	0,4	12,5
Мамлюк	3,05	2,8	-	-

Данные таблицы 3 показывают, что наивысшей урожайностью среди озимых форм ячменя отличается сорт Мастер, прибавка к контролю составляет 1,41 т/га или 36,5%, затем следует сорт Козырь и Михайло. Наименьшая урожайность отмечена на контроле у сорта Добрыня 3 и равна 2,45 т/га.

По яровым формам лидером по урожайности является сорт Приазовский 9, прибавка к контролю составляет 1,0 т/га или 26,3%, затем следует сорт Гетьман и Виконт. Наименьшая урожайность отмечена на контроле у сорта Мамлюк и равна 2,8 т/га.

Мамлюк отличается от перечисленных сортов меньшей озерненностью колоса – 19 шт. и минимальными среди них абсолютной массой зерна 41,6 г.

Проведенные нами исследования показывают, что крупность зерна озимых и яровых сортов ячменя весьма велика и колеблется в широких пределах - от 65,5-94,0% (табл. 4).

Таблица 4. - Технологические свойства исследуемых сортов ячменя

Наименование сорта	Крупность зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %	Экстрактивность, %
Озимые						
Мастер	82,2	42,4	646	11,3	69,0	80,6
Михайло	68,1	41,9	624	11,8	62,6	78,1
Козырь	71,5	41,7	630	11,6	62,1	79,4
Добрыня 3	65,7	40,7	622	12,2	58,5	76,2
Яровые						
Приазовский 9	95	47,5	684	11,6	60,5	79,7
Гетьман	95	47,7	688	11,4	62,4	80,0
Виконт	91	45,8	686	11,9	58,8	79,0
Мамлюк	92	44,4	681	12,3	57,3	76,8

Данные таблицы показывают, что по крупности зерна из озимых сортов ячменя в лучшую сторону выделился сорт Мастер. Это касается и таких показателей как натура и масса 1000 зерен, содержания крахмала и экстрактивности. Затем следует сорт Михайло и Козырь, а сорт Добрыня 3 имеет низкие показатели по крупности, массе 1000 зерен, натуре зерна, содержанию крахмала и соответственно экстрактивности, а содержание белка превышает 12%. К достоинствам Мастера, как сорта пивоваренного ячменя, следует отнести невысокое содержание белка в его зерне – 11,2% [7].

По яровым сортам, крупность зерна исследуемых сортов весьма высока и колеблется в широких пределах. Сорта Виконт и Мамлюк обладают средней крупностью зерна, а у Приазовского 9 и Гетьмана она выше на 3-4%. Минимальное содержание белка отмечено у сорта Гетьман, что составляет 11,4% при содержании крахмала 62,4%. Минимум отмечен у сорта Мамлюк при содержании белка более 12%, при содержании крахмала 57,3%.

Выводы

Таким образом, по результатам проведенных исследований из сортов озимого ячменя в лучшую сторону выделился сорт Мастер, обладающий наибольшим коэффициентом продуктивной кустистости (1,9), числом зерен в колосе (32 шт.) и урожайностью (3,86 т/га). Из яровых сортов ячменя в лучшую сторону выделился сорт приазовский 9, обладающий наибольшим коэффициентом продуктивной кустистости (1,36), числом зерен в колосе (21 шт.) и урожайностью (3,80 т/га).

По технологическим свойствам зерна, а именно по содержанию белка, крахмала и экстрактивности, из озимых сортов лидирует сорт Мастер с экстрактивностью 80,9% и Гетьман из яровых сортов с экстрактивностью 80,2%.

Литература

1. ***Гончаров С.В., Федотов В.А., Матвеев И.В.*** Пивоваренный ячмень. Монография. М. 2015; 288.
2. ***Кагермазов Ц.Б., Кашукоев М.В., Хоконова М.Б.*** Технология возделывания озимого пивоваренного ячменя. *Аграрная Россия.* 2009; 3:45-46.
3. ***Кашукоев М.В., Хоконова М.Б.*** Продуктивность и технологические свойства зерна ярового ячменя. *Аграрная наука.* 2009; 7:15-15.
4. ***Косых Л.А., Столпивская Е.В., Никонорова Ю.Ю.*** Влияние погодных условий на хозяйственно ценные признаки сортов ячменя ярового в лесостепной зоне Среднего Поволжья. *Вестник КрасГАУ*. 2022; 1:31–38.
5. ***Князев Б.М., Хоконова М.Б.*** Удобрение, урожай и качество зерна ярового ячменя. *Зерновое хозяйство.* 2004; 3:21.
6. ***Хоконова М.Б.*** Оптимизация технологии пивоваренного производства и выращивания ячменя в предгорьях северного Кавказа. *Диссерт. на соиск. уч. степени доктора с.-х. наук.* Махачкала. 2012; 5:32-34.
7. ***Хоконова М.Б., Устова М.А.*** Качество зерна ячменя и солода в зависимости от приемов агротехники. *Техника и технология пищевых производств.* 2014; 4(35):71-75.

Поступила в редакцию: 30.01.2023 г.
Принята к публикации: 28.04.2023 г.

Хоконова М.Б., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», Нальчик, Россия; e-mail: dinakbgsha77@mail.ru. **Скрипин П.В.,** кандидат технических наук, доцент, **Козликин А.В.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО Донской ГАУ, п. Персиановский, Россия.

Для заметок

scientia, virtus, libertas