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

Biology in Agriculture

Биология в сельском хозяйстве

№3, 2024

Научно-практический и теоретический журнал

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук



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

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции, генетике, биотехнологии, физиологии, 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»

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

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
Сазонова В.В., д. в. н., доцент
Сахно Н.В., д. в. 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

Комоликова И.В.,
к с.-х. н, секретарь

Содержание

стр.

Актуальные вопросы зоотехнии и ветеринарии

Балашов В.В., Буяров В.С. Эффективность применения органического цинка и хрома в кормлении цыплят-бройлеров в условиях промышленной птицефабрики (***Balashov V.V., Buyarov V.S.*** *Effectiveness of using organic zinc and chrome in the feeding of broiler chickensin industrial poultry factory conditions*)…… 2

Ройтер Я.С., Дегтярева О.Н. Окраска оперения как признак сексирования цесарок (***RoiterYa.S., Degtyareva O.N.*** *Plumage color is a trait for separation by sex in guinea fowls*).. 7

Зиннатов Ф.Ф., Николаева К.Ю., Ахметов Т.М., Зиннатова Ф.Ф., Якупов Т.Р. Ген лептина (lep) и его ассоциация с молочной продуктивностью первотелок голштинской породы ***(Zinnatov F.F., Nikolaeva K.Yu., Akhmetov T.M., Zinnatova F.F., Yakupov T.R.*** *Leptin gene (LEP) and its association with milk productivity of Holstein cows)*..... 10

Шендаков А.И., **Шендакова Т.А.** Взаимосвязь иммуногенетического сходства по локусам групп крови с общим иммуногенетическим сходством у молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота ***(Shendakov A.I., Shendakova T.A.*** *Relationship between immunogenetic similarity at blood group loci and general immunogenetic similarity in dairy and dairy-and-meat cattle breeds)*..... 15

Пиксайкин А.И., Никитин Д.А., Гладких Л. П. Иммунокоррекция организма в комплексе мероприятий по профилактике респираторного симптомакомплекса свиней (***Piksaykin A.I., Nikitin D.A., Gladkikh L.P.*** *Immunocorrection of the body in the complex of measures for the prevention of the respiratory symptom complex of pigs*)..... 21

Киреев И.В., Пьянов Б.В. Влияние нового противовоспалительного препарата на продуктивный и репродуктивный потенциал коров, больных гнойно-катаральным эндометритом (***Kireev I.V., P'yanov B.V.*** *Influence of a new anti-inflammatory drug on the productive and reproductive potential of cows with purular-catarhal endometritis*)..... 25

Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Сравнительный анализ результатов племенной оценки голштинских бычков немецкого происхождения в зависимости от возраста (***Murlenkov N.V., Shendakov A.I.*** *Comparative analysis of the results of the breeding assessment of Holstein young sires of German origin, depending on age*)..... 29

Актуальные вопросы растениеводства

Кирсанова Е.В., Мельник А.Ф., Митина Е.В. Эффективность фунгицидной защиты семян озимой пшеницы (***Kirsanova E.V., Melnik A.F., Mitina E.V.*** *The effectiveness of fungicidal protection of winter wheat seeds*)..... 34

Резвякова С.В., Митина Е.В., Евдакова М.В. Влияние подготовки семян на урожайность сои (***Rezvyakova S.V., Mitina E.V., Evdakova M.V.*** *Effect of seed preparation on soybean yield*)..... 38

Актуальные вопросы производства и переработки с.-х. продукции

Корнева Е.С., Дерканосова Н.М., Василенко О.А. Влияние продукта переработки якона (*Smallanthus sonchifolius*) на хлебопекарные свойства муки (***Korneva E. S., Derkanosova N.M., Vasilenko O.A.*** *The effect of the yacon (Smallanthus sonchifolius) processing product on the baking properties of flour*)…… 44

Ковалева О.А., Шалимов Г.Э., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю. Перспективы применения йодсодержащих полисахаридов в технологии получения энергетических гелей (***Kovaleva O.A., Shalimov G.E., Rodina N.D., Sergeeva E.Yu.*** *Prospects for the use of iodine-containing polysaccharides in the technology of energy gels*)…….. 48

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: 11.09.2024 г. **Подписано в печать:** 18.09.2024 г. **Дата выхода:** 27.09.2024 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: Стадо овец на выпасе. https://www.yandex.ru/images/
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, 2024

УДК / UDC 636.5.033

Балашов В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, эксперт по птицеводству
Zinpro Corporation, г. Москва, Россия, e-mail: VBalashov@zinpro.com
Balashov V.V., Candidate of Agricultural Sciences, poultry expert Zinpro Corporation, Moscow, Russia
Буяров В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Buyarov V.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin», Orel, Russia, e-mail: bvc5636@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЦИНКА И ХРОМА В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПТИЦЕФАБРИКИ

(Effectiveness of using organic zinc and chrome in the feeding of broiler chickens in industrial poultry factory conditions)

Аннотация. В бройлерном птицеводстве актуальной задачей является поиск и производственная апробация инновационных кормовых добавок, стимулирующих продуктивность птицы, положительно влияющих на ее здоровье и сохранность. Для максимальной реализации генетического потенциала продуктивности современных кроссов бройлеров необходимо включать в рационы микроэлементы. Наибольший интерес исследователей вызывают органические соединения микроэлементов. Целью работы явилось изучение эффективности использования в рационах бройлеров кормовых добавок «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c. Птица, содержащаяся в шести контрольных птичниках, получала комбикорм в соответствии с рекомендациям «Aviagen» для кросса Ross 308. Бройлерам, выращиваемым в пяти опытных птичниках, дополнительно вводили в комбикорм 50 мг органического цинка из «Availa® Zn 120c и 0,3 мг органического хрома из «Availa® Cr 1000» на 1 кг комбикорма. Использование в рационах бройлеров данных кормовых добавок оказало положительное влияние на продуктивные качества и сохранность птицы. Об этом свидетельствует сравнительный анализ средних значений зоотехнических показателей выращивания бройлеров в подопытных птичниках. Так, среднесуточный прирост живой массы цыплят в опытных птичниках был на 2,47% выше, чем в контрольных. Показатель выхода живой массы бройлеров с 1 м² пола в опытных птичниках был на 5,01% выше, чем в контрольных птичниках. Сохранность птицы в опытных птичниках в среднем превышала контроль на 0,53%. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы бройлеров в опытных птичниках были на 0,74% ниже, чем в контрольных. Европейский индекс эффективности выращивания бройлеров в опытных птичниках превышал контроль на 3,81%. Использование различных органических форм микроэлементов в технологиях производства продукции птицеводства требует более глубокого научного обоснования, а также последующей широкой производственной апробации и оценки экономической эффективности их применения в рационах бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление бройлеров, органические соединения микроэлементов, кормовые добавки «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c, технология, продуктивность бройлеров, эффективность.

Abstract: In broiler poultry farming, an urgent task is the search and production testing of innovative feed additives that stimulate poultry productivity and have a positive effect on its health and safety. To maximize the genetic productivity potential of modern broiler crosses, it is necessary to include microelements in diets. Organic compounds of microelements are of greatest interest to researchers. The purpose of the work was to study the effectiveness of using feed additives “Availa® Cr 1000” and “Availa® Zn 120c” in broiler diets. Birds kept in six control houses received feed in accordance with Aviagen recommendations for the Ross 308 cross. Broilers raised in five experimental houses were additionally introduced into the feed with 50 mg of organic zinc from Availa® Zn 120c and 0.3 mg of organic chromium from Availa® Cr 1000 per 1 kg of feed. The use of these feed additives in broiler diets had a positive effect on the productive qualities and safety of poultry. This is evidenced by a comparative analysis of the average values of zootechnical indicators for raising broilers in experimental poultry houses. Thus, the average daily increase in live weight of chickens in experimental poultry houses was 2.47% higher than in control ones. The yield of live weight of broilers per 1 m² of floor in experimental poultry houses was 5.01% higher than in control poultry houses. The safety of poultry in experimental poultry houses on average exceeded the control by 0.53%. Feed costs per 1 kg of increase in live weight of broilers in experimental poultry houses were 0.74% lower than in control ones. The European index of efficiency of raising broilers in experimental poultry houses exceeded the control by 3.81%. The use of various organic forms of microelements in poultry production technologies requires a deeper scientific justification, as well as subsequent extensive industrial testing and assessment of the economic efficiency of their use in broiler diets.

Key words: broiler chickens, broiler feeding, organic compounds of microelements, feed additives Availa® Cr 1000 and Availa® Zn 120c, technology, broiler productivity, efficiency.

Введение. В современных экономических условиях успешное функционирование бройлерного птицеводства возможно лишь на основе ресурсосберегающих технологий содержания и кормления птицы. При этом необходима оптимизация технологических параметров выращивания (сроки выращивания, плот-

ность посадки, фронт кормления, фронт поения), а также обеспечение нормативного микроклимата в птичниках, воздухообмена, режима освещения, биологической безопасности птицеводческих предприятий [1-3].

В промышленном птицеводстве актуальными задачами являются поиск и апробация новых кормовых добавок и биологически активных веществ, стимулирующих продуктивность птицы, положительно влияющих на ее здоровье и сохранность. Мировой рынок кормов, кормовых добавок, биологически активных веществ, используемых в кормлении сельскохозяйственных птицы, развивается бурными темпами. Этому способствует интенсификация всех отраслей сельского хозяйства, в том числе промышленного птицеводства, рост населения и потребления продуктов питания животного происхождения. Необходимо учитывать мировые тенденции в кормлении бройлеров и актуальные направления в развитии науки о питании птицы: повышение усвояемости кормов с целью оптимизации конверсии корма, управление микрофлорой и здоровьем кишечника, забота об окружающей среде [4, 5].

Для максимальной реализации генетического потенциала продуктивности современных кроссов цыплят-бройлеров необходимо включать в рационы микроэлементы [6, 7]. В птицеводстве, чаще всего, в составе комбикормов (премиксов) используются неорганические формы микроэлементов, однако они обладают рядом существенных недостатков и не отличаются высокой биологической доступностью для птицы [8, 9].

В связи с этим поиск других источников микроэлементов для быстрорастущих цыплят-бройлеров, является актуальным. В настоящее время, большой интерес вызывают органические соединения микроэлементов, так как известно, что их усвояемость гораздо выше сульфатной и оксидной форм. Органические формы микроэлементов были разработаны в качестве альтернативы традиционным неорганическим формам и могут обладать более высокой биологической доступностью для организма, благодаря чему снижается себестоимость продукции, а также уменьшается выброс вредных веществ в окружающую среду [10 - 14].

На сегодняшний день перспективным направлением для расширения кормовой базы при производстве комбикормов является введение новых органоминеральных добавок в полнорационные комбикорма для птицы. Одними из таких добавок являются «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c (организация - производитель «Zinpro Corporation» / «Зинпро Корпорейшн», США). В 2017 году в России было открыто и работает в настоящее время дочернее предприятие ООО «Зинпро Интернешнл» [15].

Целью данной работы явилось изучение эффективности использования в рационах цыплят-бройлеров кормовых добавок «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c.

Материалы, методы и условия проведения исследования. Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях бройлерного производства Липецкой области. Схема исследований по изучению эффективности использования в рационах цыплят-бройлеров кросса Ross 308 кормовых добавок «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Общая схема исследований

Птичники	Принято на выращивание	Продолжительность выращивания, дни	Условия эксперимента
Контрольные:			Основной рацион (ОР) - комбикорм, сбалансированный по всем питательным веществам по рекомендациям Aviagen для кросса Ross 308
1	82 200	39	
2	92 000	38	
3	103 740	37	
4	102 080	37	
10	88 720	39	
11	100 000	38	
Опытные:			ОР+50 мг органического цинка из «Availa® Zn 120c на 1 кг комбикорма и 0,3 мг органического хрома из «Availa® Cr 1000» на 1 кг комбикорма методом смешивания с кормом для ежедневного кормления
5	92 470	39	
6	84 080	40	
7	102 200	37	
8	101 170	39	
9	93 700	40	

Кормление бройлеров осуществлялось полнорационными комбикормами в соответствии рекомендациям Aviagen для кросса Ross 308. Технологические и зоогигиенические параметры выращивания соответствовали рекомендациям Aviagen для кросса Ross 308 и были одинаковыми для всех групп.

«Availa® Zn 120c» - добавка кормовая для обогащения и балансирования рационов сельскохозяйственных животных, в том числе птиц, по цинку. Содержит действующее вещество: аминокислотный комплекс цинка - 62,8%, в том числе цинк - не менее 12,0%; вспомогательные вещества: карбонат кальция - 7,4%, целлюлоза - 29,8%. По внешнему виду представляет собой гранулы темно-коричневого цвета.

«Availa® Zn 120c» содержит аминокислотный комплекс цинка, который обладает более высокой биологической доступностью по сравнению с неорганическими источниками цинка. Цинк входит в состав многих ферментов, он необходим для формирования костей, стимулирования обмена углеводов и белков,

активации действия гормонов, поддержания иммунной системы и репродуктивной функции, а также способствует увеличению темпов роста и эффективности кормления сельскохозяйственных животных и птиц [4, 7].

Стандартная дозировка цинка в соответствии с рекомендациями по кормлению бройлерного поголовья Ross в период проведения опыта составляла 110 мг/ кг корма во все фазы кормления.

«Availa® Cr 1000» - добавка кормовая для обогащения рационов сельскохозяйственных животных, в том числе птиц, хромом. Состоит из хром-метиониноваго комплекса - 3,4% (содержит хрома не менее 0,1%), наполнителя (карбоната кальция) - 95,1% и растительного (соевого) масла - 1,5%. По внешнему виду представляет собой порошок желто-коричневого цвета. Биологические свойства добавки обусловлены входящими в ее состав компонентами. Аминокислотный комплекс хрома обладает более высокой биологической доступностью по сравнению с неорганическими источниками хрома. Хром является важным микроэлементом, стимулирующим активность инсулина, метаболизм глюкозы и синтез белков. Он является активатором ферментов, которые принимают участие в обмене веществ и образовании энергии из углеводов, жиров и белков. Установлено, что кормление животных аминокислотными комплексами «Availa® Cr» способствует повышению их устойчивости к воздействию теплового и других видов стресса, поскольку хром снижает уровень кортизола и кортикостерона, участвующих в регуляции процессов энергетического обмена, иммунных и стрессовых реакций [4, 6].

При проведении исследований на цыплятах-бройлерах учитывались общепринятые производственно-зоотехнические показатели.

Результаты и обсуждение. Продолжительность выращивания цыплят-бройлеров в контрольных птичниках составляла 37-39 дней (табл. 2). Сохранность контрольной птицы варьировала от 93,0 до 96,6%. Живая масса одной головы в конце выращивания находилась в пределах от 2178,4 г до 2 508,3 г, среднесуточный прирост - 58,1-63,5 г, выход живой массы с 1 м² пола - 43,33 - 50,70 кг. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы были на уровне 1,516 - 1,600 кг. Европейский индекс эффективности выращивания цыплят-бройлеров в контрольных птичниках достигал 349 - 386 ед.

Таблица 2 - Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров в контрольных птичниках (без применения кормовых добавок)

Показатель	Птичники (контроль)					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 10	№ 11
Продолжительность выращивания, дни	39	38	37	37	39	38
Принято на выращивание, гол.	82200	92000	103740	102080	88720	100000
Поголовье в конце выращивания, гол.	78794	88450	98576	98609	83559	92988
Сохранность бройлеров, %	95,86	96,14	95,02	96,60	94,18	92,99
Произведено бройлеров на убой в живой массе, кг	190309,7	192683,7	217769,2	222680,4	209594,9	218612,5
Живая масса 1 гол. в конце выращивания, г	2415,3	2178,4	2209,2	2258,2	2508,3	2351,0
Среднесуточный прирост живой массы, г	61,9	58,1	59,0	60,7	63,5	61,4
Выход живой массы с 1 м² пола, кг	43,33	43,87	49,58	50,70	47,72	49,78
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,569	1,600	1,599	1,516	1,570	1,595
Европейский индекс эффективности, ед.	378	349	351	386	381	358

Таблица 3 - Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров в опытных птичниках (с применением кормовых добавок)

Показатель	Птичники (опытные)				
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Продолжительность выращивания, дни	39	40	37	39	40
Принято на выращивание, гол.	92470	84080	102200	101170	93700
Поголовье в конце выращивания, гол.	89456	80124	98187	96271	88919
Сохранность бройлеров, %	96,74	95,29	96,07	95,16	94,90
Произведено бройлеров на убой в живой массе, кг	215802,5	201365,4	220595,0	232817,8	224853,5
Живая масса 1 гол. в конце выращивания, г	2412,4	2513,2	2246,7	2418,4	2528,7
Среднесуточный прирост живой массы, г	62,2	63,4	60,3	62,1	63,6
Выход живой массы с 1 м² пола, кг	49,14	45,85	50,23	53,01	51,20
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,552	1,568	1,528	1,586	1,582
Европейский индекс эффективности, ед.	388	385	379	373	381

Анализ производственно-зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров в опытных птичниках показал, что при продолжительности выращивания цыплят-бройлеров 37-40 дней их сохранность составила 94,9-96,7%, живая масса одной головы в конце выращивания 2 246,7 г - 22 528,7 г, среднесуточный прирост - 60,3-63,6 г, выход живой массы с 1 м² пола - 45,85 - 53,01 кг (табл. 3). Затраты корма

на 1 кг прироста живой массы были в пределах от 1,552 кг до 1,586 кг. Европейский индекс эффективности выращивания цыплят-бройлеров в опытных птичниках достигал 373 - 388 ед.

Таблица 4 - Средние значения зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров в подопытных птичниках

Показатели	Контрольные птичники (в среднем)	Опытные птичники (в среднем)	Отклонение (опыт к контролю)	
			(+,–)	%
Продолжительность выращивания, дни	38*	39*	1	2,63
Живая масса 1 гол. в конце выращивания, г	2320,1	2423,9	103,8	4,47
Среднесуточный прирост живой массы, г	60,8	62,3	1,5	2,47
Сохранность бройлеров, %	95,13	95,63	0,50	0,53
Выход живой массы с 1 м² пола, кг	47,50	49,88	2,38	5,01
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,575	1,563	-0,012	-0,74
Европейский индекс эффективности, ед.	367	381	14	3,81

* *Точный возраст убоя цыплят-бройлеров в контрольных птичниках - 38,16 дней, в опытных птичниках - 38,87 дней.*

Использование в рационах цыплят-бройлеров кормовых добавок «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c оказало положительное влияние на продуктивные качества и сохранность цыплят-бройлеров. Об этом свидетельствует сравнительный анализ средних значений зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров в опытных и контрольных птичниках. Так, среднесуточный прирост живой массы цыплят в опытных птичниках был на 2,47% выше, чем в контрольных. Показатель выхода живой массы бройлеров с 1 м² пола в опытных птичниках был на 5,01% выше, чем в контрольных птичниках. Сохранность птицы в опытных птичниках в среднем превышала контроль на 0,53%. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы цыплят-бройлеров в опытных птичниках были на 0,74% ниже, чем в контрольных. Европейский индекс эффективности выращивания цыплят-бройлеров в опытных птичниках превышал контроль на 14 единиц, или 3,81%.

Выводы и перспективы дальнейшей разработки темы. Цыплята-бройлеры современных промышленных кроссов отличаются высокой интенсивностью роста, низкими затратами корма на 1 кг прироста живой массы, высоким выходом мяса с единицы полезной площади птичника. В результаты исследований, проведенных в производственных условиях на большом поголовье цыплят-бройлеров, установлено, что использование в рационах цыплят-бройлеров кормовых добавок «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c обосновано важной биологической ролью микроэлементов, в частности, цинка и хрома, значение которых на фоне дальнейшего совершенствования промышленных мясных кроссов, трудно переоценить. В промышленном птицеводстве часто наблюдаются заболевания костей, хромота, пододерматиты, задержка в развитии оперения, наличие незащищенных участков кожи, царапины и прочие проблемы. Кормление бройлеров комплексами «Availa® Cr 1000» и «Availa® Zn 120c в определенной степени способствует решению вышеперечисленных проблем, что положительно влияет на продуктивность, сохранность, качество тушек цыплят-бройлеров.

Сбалансированный корм по всем питательным и биологически активным веществам, в том числе по микроэлементам, оптимальные условия содержания, нормируемый микроклимат в птичниках способствуют разведению здоровой, высокопродуктивной птицы без профилактической антибиотикотерапии. В последние годы внимание ученых и практиков приковано к обеспечению благополучия птицы в условиях промышленной технологии содержания. В связи с этим важным и перспективным направлением исследований является изучение эффективности применения органических соединений микроэлементовдля высокопродуктивных кроссов цыплят-бройлеров в стрессовых условиях, которые часто проявляются в промышленном птицеводстве (технологические, тепловые, кормовые и др. виды стрессов) [3, 15, 16, 17].

Вместе с тем, следует подчеркнуть, что использование различных органических форм микроэлементов в технологиях производства продукции птицеводства требует более глубокого научного обоснования и последующей широкой производственной апробации для оценки экономической эффективности их применения в рационах цыплят-бройлеров.

Литература

1. ***Буяров В.С., Комоликова И.В., Буяров А.В., Меднова В.В.*** Достижения в современном птицеводстве: исследования и инновации // Зоотехния. 2023. № 11. С. 32-36.
2. ***Буяров В.С.*** Продуктивность бройлеров и сроки их откорма // Животноводство России. 2005. Февраль. С.22-23.
3. ***Околелова Т.М., Енгашев С.В.*** Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы: монография. М.: РИОР, 2021. 439 с.
4. ***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.

5. ***Буяров В.С., Комоликова И.В., Буяров А.В., Меднова В.В.*** Влияние хитозанового комплекса на зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров в условиях промышленной птицефабрики // Вестник аграрной науки. 2023. № 6 (105). С. 70-78.
6. ***Борисов Н.*** Органические микроэлементы - дань моде или серьезная перспектива // Эффективное животноводство. 2020. №9 (166). С. 87-91.
7. ***Петросян А.*** Микроэлементы в жизни птицы // Животноводство России. 2014. Июнь. С.13-14.
8. ***Аверина Е.В.*** Источники микроэлементов в производстве премиксов // FEED TIMES. 2011. Октябрь. №2. С. 1-6.
9. ***Папазян Т.*** Почти забытые микроэлементы // Комбикорма. 2020. №10. С. 56-60.
10. ***Айдинян Г., Быкова А.*** Органические микроэлементы: как разобраться в критериях, определяющих их эффективность? // Комбикорма. 2020. №11. С.68-72.
11. ***Быкова А.*** Органические микроэлементы и их влияние на птицу: от родительского стада до качества продукции // Комбикорма. 2020. №12. С. 48-52.
12. ***Егоров И.А.*** Органические формы микроэлементов в кормлении сельскохозяйственной птицы: методические рекомендации / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.Б. Петросян, А.В. Манукян, Т.Т. Папазян, Л.М.Присяжная, Б.Л. Розанов, Т.В. Егорова, С.М. Юдин, С.М. Соколов, А.И. Панин, под ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад, 2010. 44 с.
13. ***Жилочкина Т.И., Егоров И.А., М.А. Мкртчан, Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А.*** Применение в рационах различных источников микроэлементов в сочетании с фитазой и без нее и их влияние на зоотехнические показатели и микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров // Вестник КрасГАУ. 2023. №7. С. 125-133.
14. ***Крюков В.С., Кузнецов С.Г., Некрасов Р.В., Зиновьев С.В.*** Особенности действия органических и неорганических источников микроэлементов в питании животных (обзор) // Проблемы биологии продуктивных животных. 2020. № 3. С. 27-54.
15. Инновационные микроминеральные комплексы для животных // Комбикорма. 2018. №2. С. 38-41.
16. 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.
17. ***Шацких Е., Нуфер А., Галиев Д.*** Биологически активные добавки как альтернатива кормовым антибиотикам // Комбикорма. 2020. № 7-8. С. 76-78.

Поступила в редакцию: 15.07.2024 г.
Принята к публикации: 15.08.2024 г.

Балашов В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, эксперт по птицеводству Zinpro Corporation, г. Москва, Россия, e-mail: VBalashov@zinpro.com, **Буяров В.С.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия, e-mail: bvc5636@mail.ru

УДК 636.593:636.082.23

Ройтер Я.С., доктор с.-х. наук, профессор, e-mail: roiter@vnitip.ru
(**RoiterYa.S.,** Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the scientific field of genetic and breeding)
Дегтярева О.Н., кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, e-mail: fncvnitip@mail.ru
(**DegtyarevaO.N.,** Candidate of Agricultural Sciences, Researcher)
ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), г. Сергиев Посад, Россия
(Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" (FSC ARRTPI), Sergiev Posad, Russia)

ОКРАСКА ОПЕРЕНИЯ КАК ПРИЗНАК СЕКСИРОВАНИЯ ЦЕСАРОК

(Plumage color is a trait for separation by sex in guinea fowls)

Аннотация. Исследование проведено в ООО «Генофонд» Московской области на потомстве цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения. Целью данной работы являлся поиск приемов увеличения точности сексирования цесарок по полу в раннем возрасте, основанном на проявлении генов маркеров, сцепленных с полом птицы. Оценка воспроизводительных и продуктивных показателей аутосексных цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения. Результаты отбора и подбора цесарок по степени пигментации оперения, обеспечили повышение воспроизводительных, продуктивных показателей и точности сексирования потомства. За поколение отбора выход цесарят от несушки с кремовой окраской оперения увеличили на 3,6 головы (4,5%), по серебристым цесаркам на 2,1 головы (2,7%), живая масса в убойном возрасте у цесарок опытных групп за поколение изменялась незначительно. При этом преимущество кремовых над серебристыми цесарками составляло 6,8 % соответственно. В тоже время потомство серебристых цесарок превосходило сверстников с кремовой окраской оперения по точности сексирования в суточном возрасте на 1,4 %, в 12 недель на 1,0 %, в 20 недель на 0,3 % соответственно.

Ключевые слова: цесарки, пигментация пуха, сексирование, живая масса, оплодотворенность, выводимость.

Annotation. The study was conducted at Genofond LLC, Moscow region, on the offspring of guinea fowl with cream and silver colored plumage.The purpose of this work was to find methods for increasing the accuracy of sexing guinea fowls by sex at an early age, based on the manifestation of the genes of markers linked to the sex of the bird. Assessment of reproductive and productive indicators of autosex guinea fowl with cream and silver colored plumage. The results of selection and selection of guinea fowls according to the degree of plumage pigmentation ensured an increase in reproductive, productive indicators and accuracy of sexing offspring. Over the generation of selection, the yield of guinea fowl from laying hens with cream-colored plumage increased by 3.6 heads (4.5%), for silver guinea fowls by 2.1 heads (2.7%), live weight at slaughter age in guinea fowls of the experimental groups per generation changed slightly. At the same time, the advantage of cream over silver guinea fowl was 6.8%, respectively. At the same time, the offspring of silver guinea fowls were superior to their peers with cream-colored plumage in sexing accuracy at one day of age by 1.4%, at 12 weeks by 1.0%, and at 20 weeks by 0.3%, respectively.

Key words: guinea fowl, down pigmentation, sexing, live weight, fertility, hatchability.

Введение. Как известно в практике разведения сельскохозяйственной птицы четко прослеживается тенденция использования аутосексных кроссов. Это связано не только с возможностью быстро и легко разделить суточный молодняк сельскохозяйственной птицы на самцов и самок по цвету пуха или быстроте оперяемости, но открывает перспективы для совершенствования технологии содержания и удешевления производства получаемой продукции в целом [1, 2].

Особый интерес в получении аутосексной птицы возникает при разведении цесарок. Благодаря оригинальным вкусовым и пищевым свойствам получаемой продукции этот вид птицы вызывает интерес у потребителей птицеводческой продукции, как в нашей стране, так и в мире в целом [3, 4].

Достоинством цесарок также является их устойчивость к большинству болезней характерных другим видам сельскохозяйственной птицы, в частности они, свободны от болезней лейкозного комплекса и других распространенных болезней.

Цесарки характеризуются крепкой конституцией, у них хорошо развиты грудные и ножные мышцы. По размерам тела цесарки близки к яичным курам. Живая масса взрослых цесарок в среднем по породам, в пределах 1,7-2,0 кг. [5, 6]. Это позволяет использовать для их содержания оборудование, выпускаемое для промышленного содержания кур, требуется лишь небольшая его модернизация.

Однако сдерживающим фактором разведения цесарок является сложность определения пола птицы практически до начала ее полового созревания [7, 8].

В наших предыдущих исследованиях в геноме кремовых и серебристых цесарок разводимых в ООО «Генофонд» были выявлены гены золотистости «s» и серебристости «S» с помощью которых, цесарок можно разделить по полу в суточном возрасте. Однако на точность их сексирования отрицательное влияние оказывает ген Ig (Inhibitor) [9].

В связи с вышесказанным целью данной работы являлся поиск приемов увеличения точности разделе-

ния цесарок по полу в раннем возрасте, основанном на проявлении генов маркеров, сцепленных с полом птицы. Оценка воспроизводительных и продуктивных показателей аутосексных цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения.

Материал и метод исследований

Исследование проведено в ООО «Генофонд» Московской области на потомстве цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения.

Для проведения опыта в 20 недельном возрасте цесарок было скомплектовано по 5 селекционных гнезд птицы с кремовой и 5 гнезд с серебристой окраской оперения. В гнезда подбирали птицу с контрастной окраской, самцов с минимальной пигментацией оперения самок с максимальной.

Результаты первой закладки яиц проведенной в начале продуктивного периода F_1 подробно описаны в журнале «Биология в сельском хозяйстве» №1 (42)2024 [10]. Как следует из представленных в статье данных подбор производителей с контрастной пигментацией (самцы со слабой, самки сильной) обеспечили повышение точности сексирования как по кремовым, так и серебристым цесаркам в сравнении с F_0. Точность сексирования по кремовым цесаркам составляла 91,5%, а по серебристым 94,7%. Индивидуальный анализ показал, что птица с сомнительной окраской (среднепигментированные) по кремовым цесаркам составила 18 по серебристым 12 голов. Большая часть этой птицы приходилась на 4 цесарки в группе кремовых и на 3 самки в группе с серебристой окраской оперения. В связи с этим была произведена замена этих цесарок на птицу аналогичную по окраске оперения и происхождения.

В период проведения опыта учитывали воспроизводительные показатели (яйценоскость за 60 недель в жизни, массу яйца в 40 недельном возрасте, оплодотворенность яиц, вывод цесарят, выход цесарят от несушки). В период выращивания оценивали живую массу в суточном, 12 и 20 недельных возрастах цесарок. В эти же возрастные периоды определяли пол птицы по степени пигментации оперения. Кормление и содержание цесарок в F_0 и F_1 были идентичны и соответствовали принятым в хозяйстве нормам [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты данного опыта в сравнительном аспекте с показателями птицы в F_0 приведены в таблице 1 и рисунке 1.

Таблица 1 - Воспроизводительные и продуктивные показатели кремовых и серебристых цесарок

Показатель	Кремовые			Серебристые		
	F_0	F_1	±	F_0	F_1	±
Яйценоскость за 60 нед., шт.	123,7	125,8	2,1	121,5	122,7	1,2
Масса яйца в 40 недель, г	45,1	45,2	0,1	44,7	44,8	0,1
Выход инкубационных яиц, %	86,3	87,0	0,7	85,9	86,9	1,0
Оплодотворенность яиц, %	88,1	90,2	2,1	87,9	90,1	2,2
Вывод цесарят, %	74,2	75,5	1,9	72,0	74,0	2,0
Выход цесарят от несушки, гол.	79,2	82,8	3,6	77,2	79,3	2,1
Живая масса в 12 недель, кг.						
самцы	1,17	1,19	0,2	1,10	1,12	0,2
самки	1,14	1,18	0,4	1,09	1,10	0,1
Живая масса в 20 недель, кг.						
самцы	1,59	1,63	0,4	1,62	1,64	0,2
самки	1,51	1,53	0,2	1,50	1,52	0,2
Сохранность молодняка, %	93,5	94,4	0,9	92,8	93,7	0,9

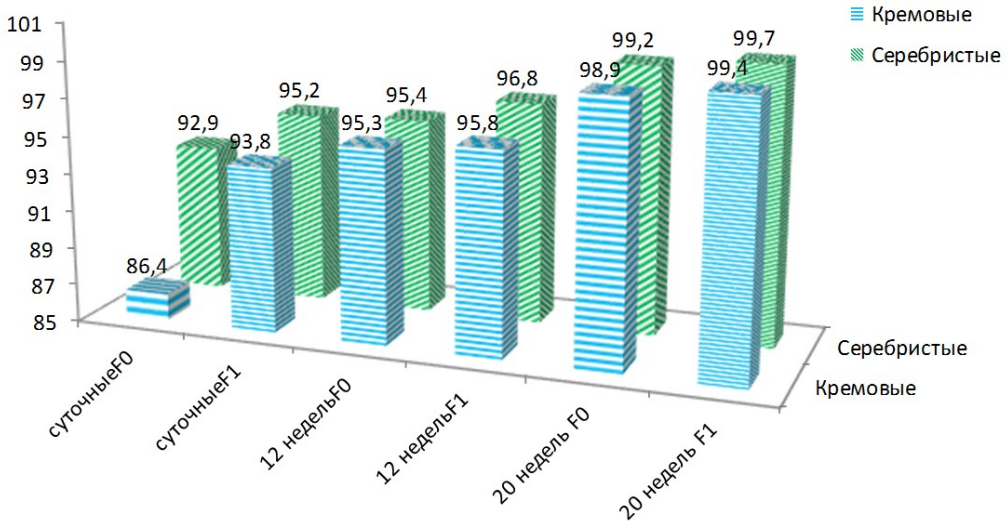


Рис. 1 - Оценка точности сексирования цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения

Как следует из приведенных в таблицы 1 данных отбор кремовых и серебристых цесарок положительно сказался на их воспроизводительных и продуктивных показателях. При этом практически по всем учитываемым воспроизводительным и продуктивным показателям, преимущество отмечено по кремовым цесаркам над серебристыми. Так, выход цесарят от несушки у кремовых цесарок был выше, чем у сверстников с серебристой окраской на 4,4%, а живая масса в возрасте убоя 12 недель на 6,8% соответственно.

Оценка точности сексирования цесарок с кремовой и серебристой окраской оперения приведены на рисунке 1, из данных которго следует, что подбор цесарок с контрастной окраской оперения положительно сказался на точности сексирования, как кремовых, так и серебристых цесарок. В сравнении с F_0 по кремовым цесаркам точность сексирования в суточном возрасте в F_1 была выше на 7,4 по серебристым на 2,3% соответственно. При этом различия между группами в пользу серебристых цесарок в суточном возрасте составили 1,4% в более старшем возрасте (12 недель) 1,0%, в 20 недель различия были незначительны, всего 0,3%.

Заключение. Результаты отбора и подбора цесарок по степени пигментации оперения, обеспечили повышение воспроизводительных, продуктивных показателей и точности сексирования потомства. За поколение отбора выход цесарят от несушки с кремовой окраской оперения увеличили на 3,6 головы (4,5%), по серебристым цесаркам на 2,1 головы (2,7%), живая масса в убойном возрасте у цесарок опытных групп изменялась незначительно. При этом преимущество кремовых над серебристыми цесарками составляло 6,8 % соответственно. В тоже время потомство серебристых цесарок превосходило сверстников с кремовой окраской оперения по точности сексирования в суточном возрасте на 1,4%, в 12 недель на 1,0%, в 20 недель на 0,3 % соответственно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00007, https://rscf.ru/ project//23-26-00007/

Литература

1. ***Буяров В.С., Ройтер Я.С., Ляшук Р.Н., Комаров В.Ю.*** Организация племенной работы с сельскохозяйственной птицей// В сборнике: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва". у 2-х ч.. 2019. С. 110-113.
2. ***Бычаев А.Г.*** Методы селекции в племенномразведении птицы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2022. -№2(67). -С. 125-133.
3. ***Шопинская М.И, Соловьева А.А., Парашутина А.А.*** Цесарки - одно из перспективных направлений развития современного птицеводства в России// Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 8-2 (54). – С. 139-140.
4. **Salgado R. P.,** ***Ortega J. B., Chay Canul A. J., Sánchez Casanova R. E., Correa J.S., Cigarroa F. A.*** Factors affecting productive performance of guinea fowl: a review *Vázquez //* Tropical and Subtropical Agroecosystems . – 2022. – V. 25 № 2.
5. ***Хубулури И.Д.*** Хозяйственно-полезные качества цесарок// В сборнике: Студенческая наука - агропромышленному комплексу. Научные труды студентов Горского Государственного аграрного университета. – 2018. – С. 155-157.
6. ***Вихарева М.И.***, ***Чепуштанова О.В.*** Экстерьерно-конституциональная особенность цесарок// В книге: Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК. Сборник тезисов. – 2022. – С. 109-110.
7. ***Забиякин В.А.*** Разведение цесарок - проблемы и перспективы// В сборнике: Научные основы производства сельскохозяйственной продукции. Материалы научно-практической конференции. 2006. С. 385-388.
8. ***Abdul-Rahman Iddriss I.*** Sexing in guinea fowls (Numida meleagris) // Poultry Science. – 2015. – Vol. 94 No. 2. – P.311-318.
9. ***Ройтер Я.С.***, ***Дегтярева О.Н.*** Генетическая характеристика окраски оперения цесарок//Птицеводство. – 2023. – № 5. – С.27-31.
10. ***Ройтер Я.С.***, ***Дегтярева О.Н.*** Оценка точности сексирования потомства цесарок по пигментации пуха// Биология в сельском хозяйстве. – 2024. -№1(42). – С.9-12.
11. Методические рекомендации. Производство мяса и яиц цесарок// Сергиев Посад: ВНИТИП, 1993. – 21 с.

Поступила в редакцию: 15.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

Ройтер Я.С., доктор с.-х. наук, профессор, e-mail: roiter@vnitip.ru, **Дегтярева О.Н.,** кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, e-mail: fncvnitip@mail.ru, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»), г. Сергиев Посад, Россия

УДК 636.2.034

Зиннатов Ф.Ф.[1], к.б.н., доцент, **Николаева К.Ю.**[1], аспирант, **Ахметов Т.М.**[1], д.б.н., профессор, **Зиннатова Ф.Ф.**[2] – к.б.н., ведущий научный сотрудник, **Якупов Т.Р.**[1], д.в.н., профессор
[1]Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия
[2]Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия, e-mail: kn261200@gmail.com
Zinnatov F.F.[1], Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Nikolaeva K.Yu.[1], PhD student, Akhmetov T.M.[1], Doctor of Biological Sciences, Professor, Zinnatova F.F.[2],Candidate of Biological Sciences, leading researcher, Yakupov T.R.[1], Doctor of Veterinary Sciences, Professor
[1]Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman
[2]Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences

ГЕН ЛЕПТИНА (LEP) И ЕГО АССОЦИАЦИЯ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ПЕРВОТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

(Leptin gene (LEP) and its association with milk productivity of Holstein cows)

Аннотация. Проблема и цель работы. Молочное скотоводство активно развивается в последнее десятилетие. Количество коров голштинской породы растет каждый день, поэтому важно работать над их улучшением. Молочная продуктивность зависит от количества и качества молока, поэтому есть интерес в увеличении удоя и жирности молока. Генотипирование помогает селекционерам определить генетический потенциал животных и выявить первотелок, которые являются носителями желательных аллелей для использования в качестве родительских пар.

Методы и методология проведения работы. Для амплификации ДНК первотелок использовался метод тетрапраймерной ПЦР. Анализ продуктов амплификации проводили с помощью горизонтального электрофореза.

Результаты и область их применения. Результаты исследования позволили оценить генетический потенциал голштинской породы и отдельных животных в отношении молочной продуктивности. Анализ полиморфизма по гену LEP показал, что коровы с генотипом LEP^{TT} имеют наибольшую жирность молока и высший удой. Эти данные будут полезны для контроля и корректировки селекционных процессов в скотоводстве.

Выводы. Для улучшения молочной продуктивности и жирности молока следует использовать животных, которые являются носителями желательной аллели T по гену LEP при выборе родительских пар для разведения.

Ключевые слова: ген, ДНК, лептин, LEP, первотелки, голштинская порода, молочная продуктивность

Problem and Purpose. Dairy cattle farming have been actively developing in the last decade. The number of Holstein cows is increasing every day, so it is important to work on their improvement. Milk productivity depends on the quantity and quality of milk, so there is an interest in increasing milk yield and fat content. Genotyping helps breeders determine the genetic potential of animals and identify first-calvers that are carriers of desirable alleles for use as parental pairs.

Methodology. The tetraprimer PCR method was used for DNA amplification of first-calvers. The analysis of amplification products was performed using horizontal electrophoresis.

Results. The results of the study allowed for the assessment of the genetic potential of Holstein breed and individual animals in terms of milk productivity. Polymorphism analysis of the LEP gene showed that cows with the LEP^{TT} genotype have the highest milk fat content and higher milk yield. These data will be useful for monitoring and adjusting breeding processes in cattle farming.

Conclusions. To improve milk productivity and fat content, animals that are carriers of the desirable T allele in the LEP gene should be used when selecting parental pairs for breeding.

Keywords: gene, DNA, leptin, LEP, cows, Holstein breed, milk productivity.

Введение. В АПК нашей страны молочное животноводство играет огромную роль. В последние десятилетия мы прикладываем значительные усилия для улучшения сельского хозяйства. Особое внимание уделяется молочному животноводству, поскольку молочные продукты широкодоступны населению. По этой причине доля молока и его продукции в объеме сельскохозяйственной продукции является значимой. В настоящее время в формировании молочного стада чаще всего используются животные голштинской породы, которых в России насчитывается более четверти общего числа молочного скота. Молочная продукция улучшается благодаря выделению лучших кандидатов среди первотелок, работающих с голштинскими коровами. Изучение генетического потенциала этих животных имеет практическую ценность. Оно позволяет определить желаемые гене-

тические характеристики у животных и выделить лучшие родительские пары. Маркерная селекция является эффективным методом для этого. Она позволяет определить желаемые генетические характеристики у животных.

Целью исследования является решение множества селекционных задач с помощью генетических маркеров для оценки молочной продуктивности крупного рогатого скота. Это позволяет точнее определить генетический потенциал коров голштинской породы и отдельных животных, а также эффективно контролировать и корректировать селекционные процессы.

Гормон лептин также играет важную роль в производстве высокопродуктивного потомства. Он влияет на жировой обмен, потребление и баланс энергии, живую массу, показатели воспроизводства и молочную продуктивность.

Исследование генома сельскохозяйственных животных на наличие генов, таких как гены лептина (LEP), связанных с молочной продуктивностью, играет важную роль в этом процессе.

Условия, материалы и методы исследований. В феврале 2023 года было проведено исследование, в ходе которого были собраны образцы ДНК из лейкоцитов крови 102 первотелок голштинской породы. Эти первотелки были предоставлены Сельскохозяйственным производственным кооперативом племенному заводу имени Ленина Атнинского района Республики Татарстан. Для сбора крови использовались вакуумные пробирки, которые помещались в хвостовую вену. Для выделения ДНК использовался комплект реагентов «АмплиПрайм ДНК-сорб-В», а также специальное оборудование, включая термостат Гном, вортекс Vortex V-1, миницентрифугу MiniSpin, автоматические дозаторы, микропробирки и наконечники различного объема. Амплификация фрагментов ДНК проводилась с использованием амплификатора T100 Thermal Cycler. В состав ПЦР-смеси входили дистиллированная вода, Taq-полимераза, образец ДНК и буферный раствор. Для амплификации фрагментов гена LEP использовались соответствующие праймеры.

LEP-F1: 5'-GAC-GAT-GTG-CCA-CGT-GTG-GTT-TCT-TCT-GT-3',

LEP-R1: 5'-CGG-TTC-TAC-CTC-GTC-TCC-CAG-TCC-CTC-C-3',

LEP-F2: 5'-TGT-CTT-ACG-TGG-AGG-CTG-TGC-CCA-GCT-3',

LEP-R2: 5'-AGG-GTT-TTG-GTG-TCA-TCC-TGG-ACC-TTT-CG-3'.

ПЦР проводили с 2 мкл ДНК-образца, общий объем реакционной смеси в одной пробирке составлял 20 мкл.

Таблица 1 – Состав реакционной смеси тетрапраймерной амплификации фрагментов гена LEP

Реагенты	Исходная концентрация	Рабочая концентрация	На 1 пробу (мкл)
dH_2O			12,6
dNTPs	2,5 мМ	0,25мМ	2
Буфер	×10	×1	2
Taq ДНК полимераза	5 ед	1 ед	0,2
LEP-F1	50 мкМ	0,5 мкМ	0,2
LEP-R1	50 мкМ	0,5 мкм	0,2
LEP-F2	50 мкМ	1 мкМ	0,4
LEP-R2	50 мкМ	1 мкМ	0,4
ДНК			2
Всего			20

С помощью метода горизонтального электрофореза в 2,5% агарозном геле был определен молекулярный вес продуктов ПЦР анализа. Гель был приготовлен из агарозы, трисборатного буфера (TBE-буфер) и 10%-ного этидия бромистого (5мкл). Результаты были зафиксированы с помощью видеодокументирующей системы GelDoc.

Результаты и обсуждение. Была проведена серия исследований проб молока от 102 первотелок голштинской породы с использованием анализатора молока "Клевер" и программного пакета "Селекс" для анализа продуктивности. Результаты исследования показали, что средний удой молока коров за 305 дней лактации составляет 6323,5 кг, а за всю лактацию – 7986,5 кг. Среднее содержание жира в молоке составляет 4,22%.

В дальнейшем были проведены анализ ДНК лейкоцитов крови коров с использованием тетрапраймерной ПЦР и метода горизонтального электрофореза для анализа продуктов амплификации. В результате были обнаружены специфические фрагменты гена LEP длиной 239 пар нуклеотидов. Также были выявлены два аллеля лептина – C и T, и три генотипа – LEP^{TT}, LEP^{CT} и LEP^{CC}. Генотипу TT соответствует 239/131 п.н., гетерозиготному генотипу CT – 239/164/131 п.н., а генотипу CC - 239/164 п.н.

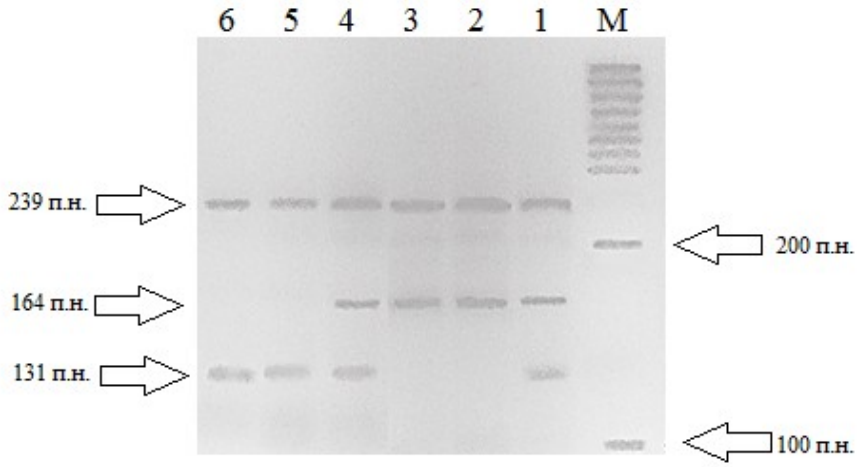


Рис. 1 – Электрофореграмма результата ПЦР-ПДРФ гена лептина крупного рогатого скота с праймерами F1, R1, F2, R2. Обозначения: М – ДНК-маркеры 100 bp + 50 bp; 1, 4 – генотип СТ (239/164/131 п.н.); 2, 3 – генотип СС (239/164 п.н); 5, 6 – генотип ТТ (239/131 п.н.).

Из 102 исследованных животных, 31 коров имели генотип ТТ, 48 – генотип СТ, а 23 – генотип СС. Частота встречаемости генотипа ТТ составила 30%, генотипа СТ – 47%, а генотипа СС – 23%, аллель Т имеет – 0,52, аллель С – 0,48. (таблица 2).

Таблица 2 – Полиморфизм у коров голштинской породы гена лептина

СС		СТ		ТТ		Частота аллелей	
N	%	N	%	N	%	T	C
23	23	48	47	31	30	0,52	0,48

Проведенные исследования воздействия полиморфизма гена лептина на молочную продуктивность 102 первотелок в Атнинском районе Республики Татарстан СХПК ПЗ им. Ленина показало, что коровы с генотипом LEP^{TT} имеют наивысший удой, который в среднем составил 6765,8 кг молока, с генотипом LEP^{CC} удой ниже и составляет в среднем 6562,2 кг, а у коров с гетерозиготным генотипом LEP^{CT} наиболее низкий удой – в среднем 6213,6 кг.

Наибольшее содержание жира характерно для коров с генотипом LEP^{TT} – 4,48%; у коров с генотипом LEP^{CT} он занимает второе место, составляя 4,24%; а у коров с генотипом LEP^{CC} наименьшее содержание – 4,09%. (таблица 3).

Таблица 3 – Продуктивность первотелок с различными генотипами лептина

Генотип LEP	Показатели продуктивности коров		
	Удой, кг	Жир, %	Массовая доля жира, кг
ТТ (n=31)	6765,8±415,4	4,48±0,63	303,1±2,6
СТ (n=48)	6213,6±548,1	4,24±0,72	263,4±4,0
СС (n=23)	6562,2±412,5	4,09±0,58	268,4±2,4

Выводы. В ходе изучения качественных и количественных показателей молочной продуктивности, а также жирномолочности первотелок голштинской породы, принадлежащих Сельскохозяйственному производственному кооперативу племенному заводу имени Ленина Атнинского района РТ, было выяснено, что средний удой коров за 305 дней лактации составляет 6323,5 кг молока, а средняя жирность молока – 4,22 %.

В результате исследования проб крови коров методом ПЦР-ПДРФ анализа, выявлены три генотипа по генам лептина.

Коровы с генотипов LEP^{TT} являются лидерами по удою (6765,8 кг), жирности (4,48%) и выходу жира (303,1 кг).

Для улучшения молочной продуктивности и жирности потомства рекомендуется использовать животных, которые являются носителями желательных аллелей. Необходимо также привлечение высококвалифицированных специалистов в области ветеринарной биотехнологии, чтобы создать и поддерживать базу данных по генетическому материалу скота. Это позволит автоматизировать процесс управления генетической селекцией животных, так как формирование признаков молочной продуктивности является полигенным.

Литература

1. ***Ахметзянова, Ф. К.*** Эффективность концентратов «Проветекс» в кормлении лактирующих коров / Ф. К. Ахметзянова, А.Р. Кашаева, С. Ю. Смоленцев // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2022. – Т. 8. – № 2. – С. 129–136.
2. ***Ежкова, А.М.*** Повышение эффективности молочного скотоводства и улучшение качества молока при использовании природных минералов/А.М. Ежкова, Р.Н. Файзрахманов, Ш.К. Шакиров, Р.Н. Файзрахманов //Вестник Казанского технологического университета. -2014. – Т. 17. – № 10. – С. 149-152.
3. ***Зиннатова, Ф.Ф.*** Взаимосвязь полиморфизма гена бета-лактоглобулина с молочной продуктивностью у коров и коров первотелок / Ф.Ф. Зиннатова, А.М. Алимов, Ф.Ф. Зиннатов //Ученые записки КГАВМ. – 2012. – №211. – С. 206-209.
4. ***Зорина, В. В.*** Основы полимеразной цепной реакции (ПЦР). Методическое пособие / В. В. Зорина. – Москва, ДНК-Технология, 2014. – 151 с.
5. ***Калашникова, Л. А.*** Оценка полиморфизма комплексных генотипов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP и молочной продуктивности у холмогорских коров/ Л. А. Калашникова, Я. А. Хабибрахманова, И. Е. Багаль, В. Л. Ялуга, В. П. Прожерин // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 2. – С. 14–17.
6. ***Ковалюк Н.В.*** Связь полиморфизмов гена лептина с предрасположенностью крупного рогатого скота к кетозу / Н. В. Ковалюк, Л. И. Якушева, Е. В. Кузьминова [и др.] // Генетика и разведение животных. – 2020. – № 3. – С. 20-26.
7. ***Крупин, Е.О.*** Молочная продуктивность и качество молока коров в зависимости от генотипа / Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4. – С. 120-125.
8. ***Лиходеевская О.Е., Горелик О.В., Лиходеевский Г.А.*** Исследование генов, ассоции рованных с молочной продуктивностью чёрно-пёстрого скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. (87) – С. 279-284.
9. ***Николаева К. Ю.*** Взаимосвязь молочной продуктивности коров с полиморфизмом гена LGB / К. Ю. Николаева, Л. Н. Хасанова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК: Сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 150-летию ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, Казань, 15–16 марта 2023 года. Том I. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2023. – С. 124-127.
10. ***Полиморфизм генов лептина (LEP), тиреоглобулина (TG) и бета-казеина (CSN2) у голштинских коров*** / М. А. Беган [и др.] // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 124-129.
11. ***Рахматов, Л.А.*** Оценка и отбор свиноматок по молочной продуктивности при селекции на интенсивность роста / Л.А. Рахматов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – КГАВМ, 2011. – 18 с.
12. ***Уливанова Г.В., Глотова Г.Н., Федосова О.А., Рыданова Е.А.*** Анализ использования генотипирования по полиморфным системам групп крови и белкам молока в племенном и промышленном скотоводстве // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2020, № 1(45), С. 63-69.
13. ***Уливанова Г. В., Карелина О. А., Федосова О. А., Быстрова И. Ю., Незаленова А. А.*** Комплексное изучение молочной продуктивности коров голштинской породы и физико-химических свойств молока в условиях импортозамещения // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т. 14, №2. - С. 117-124.
14. ***Хайруллин Д.Д.*** Влияние углеводно-витаминно-минерального концентрата на морфологрический состав крови дойных коров / Д.Д. Хайруллин, Ш.К. Шакиров, А.Р. Кашаева // Вестник АПК Ставрополья. – 2019. – № 4 (36). – С. 36-39.
15. ***Хасанова Л. Н.*** Идентификация полиморфизма гена каппа-казеина, маркера белкового обмена у коров голштинской породы / Л. Н. Хасанова, К. Ю. Николаева // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК: Сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 150-летию ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, Казань, 15–16 марта 2023 года. Том I. – Казань: Казанская

государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2023. – С. 203-206.

16. ***Хромова Л.Г., Мирошина С.Е., Мирошин С.Е., Морозова Н.И.*** Комплексная оценка молока коров голштинской породы различного экогенеза, производимого в условиях интенсивной технологии // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т. 14, №1. - С. 76-83.
17. ***Шарипова, Д. М.*** Комплексная кормовая добавка на органоминеральной основе и пробиотике для повышения продуктивности животных / Д. М. Шарипова, Р. Н. Файзрахманов, В. О. Ежков // "Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК". Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. Ижевск. – 2021. – С. 74-77.
18. ***Шевхужев А.Ф., Криворучко А.Ю., Скорых Л.Н., Сафонова Н.С.*** Генетические маркеры качества мяса у крупного рогатого скота (обзорная статья) // Вестник РГАТУ, 2022, Т. 14, No 4, С. 97-105.
19. ***Zinnatov, F. F.*** Studying the association of polymorphic variants of LEP, TG5, CSN3, LGB genes with signs of dairy productivity of cattle / F. F. Zinnatov, F. F. Zinnatova, A. H. Volkov [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. - 2020. - Т. 11. - № 2. - P. 1428-1432.
20. ***Zinnatov, F.F.*** Identification of relationship of polymorphic variants of lactoferrin gene (LTF) in cows with milk production indicators depending on their lineage / F.F. Zinnatov, F.F. Zinnatova, T.M. Akhmetov, R.A. Volkov [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2020. - P. 548.

Поступила в редакцию: 21.01.2024 г.
Принята к публикации: 22.05.2024 г.

Зиннатов Ф.Ф.[1], к.б.н., доцент, **Николаева К.Ю.**[1], аспирант, **Ахметов Т.М.**[1], д.б.н., профессор, **Зиннатова Ф.Ф.**[2], к.б.н., ведущий научный сотрудник, **Якупов Т.Р.**[1], д.в.н., профессор;
[1]Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия; [2]Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

УДК 636.2.034; 636.051

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Шендакова Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Shendakova T.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
FSBEI HE Oryol State Agrarian University, Orel, Russia, e-mail: aish78@yandex.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ПО ЛОКУСАМ ГРУПП КРОВИ С ОБЩИМ ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИМ СХОДСТВОМ У МОЛОЧНЫХ И МОЛОЧНО-МЯСНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

(Relationship between immunogenetic similarity at blood group loci and general immunogenetic similarity in dairy and dairy-and-meat cattle breeds)*

В статье приведены результаты анализа количества аллелей групп крови у восьми пород крупного рогатого скота, разводимого в России (чёрно-пёстрой голштинской, айрширской, чёрно-пёстрой, симментальской, швицкой, красно-пёстрой голштинской, джерсейской и холмогорской – 56, 16, 39, 7, 22, 8, 5 и 8 голов соответственно) Установлено, что наибольшее количество общих аллелей было у чёрно-пёстрой и швицкой породы – 41, чёрно-пёстрой и голштинской чёрно-пёстрой масти – 36, у холмогорской и голштинской чёрно-пёстрой масти – 35. Наибольшее сходство было обнаружено между холмогорской и голштинской чёрно-пёстрой масти – 91,3%, между чёрно-пёстрой и голштинской породой чёрно-пёстрой масти – 90,2%, между голштинами разной масти – 90,1%, айрширской и голштинами красно-пёстрой масти – 88,2%. Между сходством по локусам EAA, EAS, EAZ и общим сходством были получены отрицательные корреляции (r): -0,241, -0,137 и -0,210 соответственно (количество сравнений, n=28). Установлена положительная взаимосвязь между количеством одинаковых аллелей у сравниваемых пород и их иммуногенетическим сходством (r=+646).

Ключевые слова: молочный и молочно-мясной скот, аллели, локусы, группы крови, сходство.

The article presents the results of an analysis of the number of blood group alleles in eight breeds of cattle bred in Russia (Black and White Holstein, Ayrshire, Black and White, Simmental, Swiss, Red and White Holstein, Jersey and Kholmogory - 56, 16, 39, 7, 22, 8, 5 and 8 heads, respectively) It was established that the largest number of common alleles was in the Black-and-White and Schwyz breeds - 41, Black-and-White and Black-and-White Holstein - 36, in the Kholmogory and Holstein breeds black and white color - 35. The greatest similarity was found between Kholmogory and Holstein black and white color - 91.3%, between Black and White and Holstein breed of black and white color - 90.2%, between Holsteins of different colors - 90 .1%, Ayrshire and Holstein red-and-white – 88.2%. Negative correlations (r) were obtained between similarity at loci EAA, EAS, EAZ and overall similarity: -0.241, -0.137 and -0.210, respectively (number of comparisons, n=28). A positive relationship was established between the number of identical alleles in the compared breeds and their immunogenetic similarity (r=+646).

Key words: dairy and dairy-and-beef cattle, alleles, loci, blood groups, similarity.

В современной селекции крупного рогатого скота вопросам изменения породного состава, а также влияния голштинской породы на отечественные породы уделяется большое внимание. В настоящее время опубликовано много научных статей по этой проблеме. Обобщая ранее полученные результаты и первичные данные учёные делают более глубокие выводы, систематизируя выводы. В связи с этим представляет интерес изучения генетического разнообразия, дрейфа и элиминации аллелей у отечественных и завезённых в Россию пород, в т.ч. по аллелям групп крови [3, 4, 11, 13, 14].

Так, согласно ***Марзанову Л.К. и Попову Н.А. (2018)***, мониторинг аллелофонда черно-пестрой породы в нашей стране осуществлялся в несколько этапов: до 1998 года (n=16387) и в период 2000-2018 годы (n=5554) по 58 племенным хозяйствам из 8 регионов РФ. Этот анализ показал значительное сокращение аллелей у животных по EAB-локусу, по сравнению с состоянием аллелофонда, исследованного авторами до 1998 года. За последние 20 лет произошло уменьшение числа аллелей в исследуемом поголовье на 68, при этом уровень гомозиготности вырос на 1,0%. Генетическое сходство черно-пестрого и голштинского скора составило 87,2 и 86,2% соответственно [7].

Анисимова Е.И. (2019) отмечает, что в 1995-2011 гг. были изучали иммуногенетические показатели 1354 головы симментальского скота в Саратовской области, в результате чего было обнаружено 15 наиболее часто встречаемых аллелей по В-системе: $B_2G_2KE'_1O'$ (12,4%), $O_1I'Q'$ (15,2%), $O_3QA'_2E_1J_2$ (25,3%). Генетическое сходство между линиями симментальского скота составило от 0,89 до 0,91 [1].

Николаев С.В. (2020) отмечает, что в современной популяции холмогорского скота Кировской области встречается более 120 вариантов В-аллелей эритроцитарных антигенов, а гомозиготность в исследуемой группе составила 6,3%, количество эффективных

аллелей - 15,9. Характерные для голштинской породы EAB-аллели GYE'Q' присутствовали у 27,1% животных, что в 3,9 раза выше по сравнению с показателями 80 годов. Также часто встречаются такие аллели, как BO, GOY, BOB', OA'J'K'O', OA', характерные для голштинов, которые не распространены в других популяциях холмогорского скота, а маркерные холмогорские EAB-аллели OYI', YA'B'Y', GOTE'F'K', BIYG'G'', GOT, GOTA'E'F'K', GO', YB' в исследуемой группе отсутствовали. Коровы и телки холмогорской породы племенных хозяйств Кировской области в большей степени обладали генетическим родством к голштинскому скоту, а не к предковым холмогорским популяциям [8].

Прожерин В.П., Селькова И.В., Калашников А.Е. (2020) при этом также провели мониторинг генетической структуры холмогорской породы крупного рогатого скота, согласно которому было определено, генетически холмогорская порода всё дальше отдаляется от своих предков по причине голштинизации [9].

Тулиновой О.В. (2021) проведен сравнительный анализ продуктивных качеств двух популяций айрширского скота в Ленинградской области и Республике Карелии. Для анализа использованы данные ежегодников ВНИИплем за 2010-2019 гг. и электронных баз «Селэкс» ПХ за 2020 год. Выявлены высокий уровень генетического тренда по удою (+22 кг молока) в карельской популяции при темпе генетического улучшения +0,34 и более низкие показатели (+4 кг и 0,06) в ленинградской популяции [10].

Ефимова Л.В., Гатилова Е.В., Иванова О.В. (2019) изучили иммуногенетические особенности животных красно-пёстрой породы в Красноярском крае, в результате чего установили, что у коров линии Монтвик Чифтейн значительно чаще встречались антигены A'_2, B_2, B′, E'_3, O_3, P'_2, T_2 и U′, а у коров линии Пабст Говернер – антигены E'_2, G_2, P_2, T_1 и X_1. Авторами был сделан вывод о высокой степени гетерозиготности исследуемых особей. Индекс генетического сходства между животными двух линий показал высокое значение – 0,937 [5].

Шукюровой Е.Б., Марзановым Н.С. (2020) проведены исследования групп крови крупного рогатого скота голштинской породы, разводимого в Дальневосточном федеральном округе. Результатом работы стало определение на 6009 животных нарушение генного равновесия у голштинского скота, разводимого в Сахалинской области, в Хабаровском и Приморском крае. Авторы обнаружили при этом высокий уровень генетического сходства между массивами, разводимыми в Приморском крае и Сахалинской области [19].

В аннотации к другой работе ***Шукюровой Е.Б.*** (2018) представлены материалы исследования распределения аллелей EAB-локуса групп крови черно-пестрого крупного рогатого скота, разводимого в 12 сельхозпредприятиях Хабаровского края (7109 коров). В работе сказано о высоком (на уровне 96,5%) сходстве между стадами Минимальный уровень гомозиготности был обнаружен у животных сельхозпредприятия «Гаровское» (C_a=5,6), максимальный – в «Хорпинское» (C_a=23,7) и «Котиково» (C_a=20,1) [18].

Не менее важно изучение генетический процессов стадах мясного скота. ***Так, Каюмов Ф.Г. с соавт.*** (2021) установили, что мясной тип крупного рогатого скота Адучи, созданный в результате скрещивания скота калмыцкой и абердин-ангусской пород, имеет отличительные особенности по группам крови от чистопородной калмыцкой породы. При этом у скота чистопородной калмыцкой породы выявлены антигены B_1, I_1, I_2, E'_1, G», R_1, X_1, C', L', M, M', которые отсутствовали у помесных сверстников мясного типа Адучи. У абердин-ангусская × калмыцкая помеси обнаружены антигены A'_2, D', U, U', которые отсутствовали у аналогов чистопородной калмыцкой породы. Установлено, что мясной тип Адучи является генетически обособленной популяцией по сравнению с исходными генотипами. Наряду с этим популяция крупного рогатого скота нового мясного типа имеет высокое генетическое сходство с чистопородной калмыцкой породой [6].

В статье ***Часовщикова М.А. (2019)*** [12] представлены результаты мониторинга антигенного спектра крови у герефордов, салерской и обрак. Автором установлены сходства и различия по частотам встречаемости эритроцитарных антигенов, рассчитаны коэффициенты генетического сходства между породами в стадах мясного скота Тюменской области.

Впервые результаты наших исследований на эту тему были опубликованы в 2008 году, объём и спектр наших исследований по этой проблеме довольно широкий [15, 16, 17 и др.], однако ряд вопросов попрежнему нуждается в уточнении и обобщении. В связи с этим ***<u>целью наших исследований</u>*** стало выявление взаимосвязи иммуногенетического сходства по локусам групп крови с общим иммуногенетическим сходством у молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота, разводимого в РФ.

Материалы и методы исследований

С целью выявления указанного в сформулированной цели сходства был взят для анализа ранее полученный нами научный материал [15, 17] по иммуногенетическому полиморфизму у буков-производителей 8 пород: чёрно-пёстрой голштинской, айрширской, чёрно-пёстрой, симментальской, швицкой, красно-пёстрой голштинской, джерсейской и холмогорской (56, 16, 39, 7, 22, 8, 5 и 8 голов соответственно), семя которых реализовывалось в 2008 году ОАО «ЦСИО» (в настоящее время «ГЦВ». Сходство по аллелям локусов (r_i) было определено по методике *Животовского*, общее иммуногенетическое сходство – по методике *Майяла и Лингстрема* [2]. Общее сходство было выражено в процентах. Корреляции были вычислены в программе «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования показали (см. рис. 1), что наименьшее количество одинаковых аллелей групп крови было получено между джерсейской и симментальской породами – 18, при том что по 19 одинаковых аллелей было получено между джерсейской и айрширской, джерсейской и чёрно-пёстрой, айрширской

ской и симментальской породами, по 21 одинаковому аллелю было получено между джерсейской и холмогорской, холмогорской и симментальской, айрширской и чёрно-пёстрой. У голштинов чёрно-пёстрой и красно-пёстрой масти было 32 одинаковых аллеля. Наибольшее количество общих аллелей было у чёрно-пёстрой и швицкой породы – 41, чёрно-пёстрой и голштинской чёрно-пёстрой масти – 36, у холмогорской и голштинской чёрно-пёстрой масти – 35 (этот факт нами отмечался ранее [15, 17]). Голштины чёрно-пёстрой масти и айрширы имели 33 одинаковых аллеля по большинству локусов групп крови.

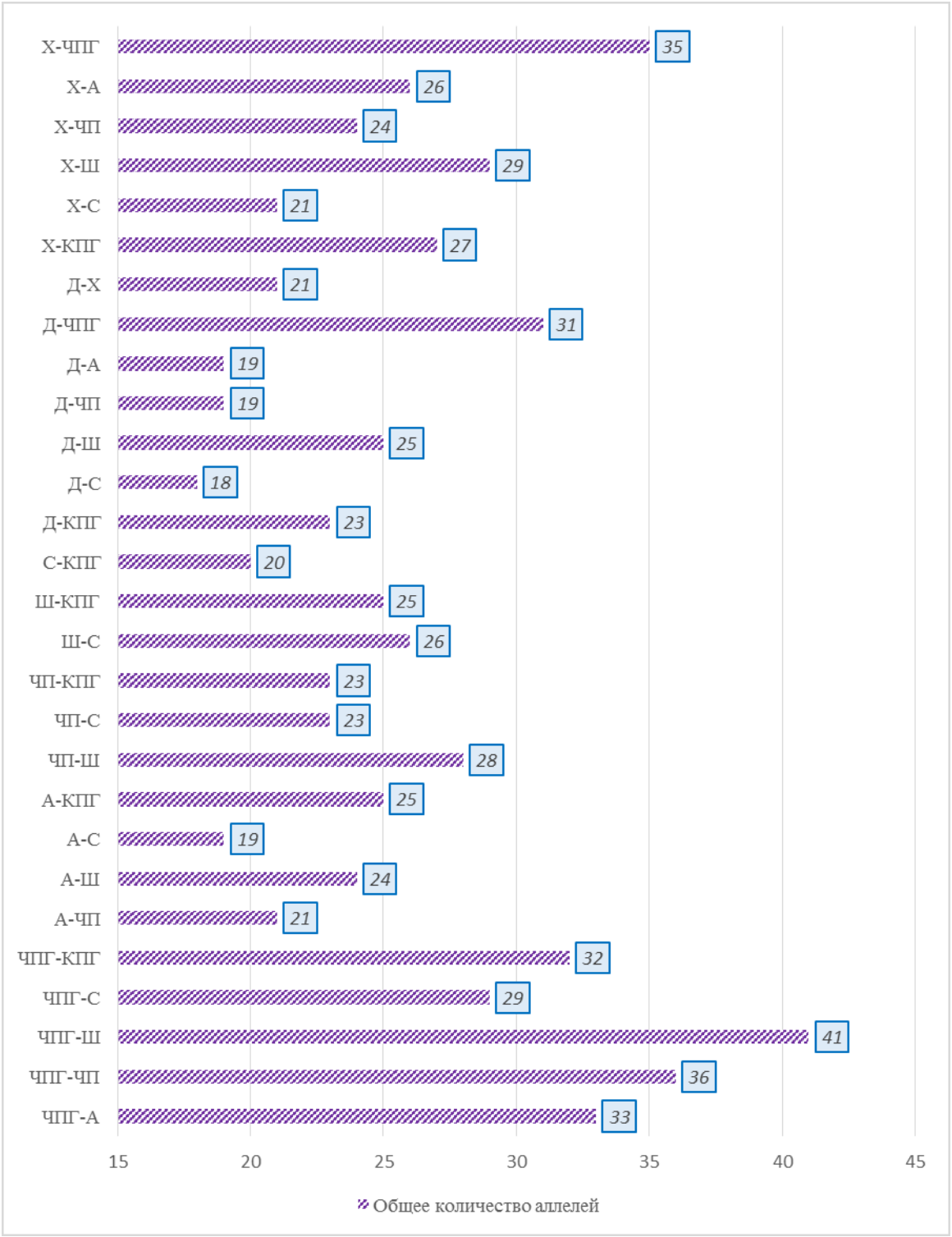


Рис. 1 – Общее количество одинаковых аллелей групп крови у молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота (*Примечание*: ЧПГ – голштинская чёрно-пёстрой масти, А – айрширская, ЧП – чёрно-пёстрая, Ш – швицкая, С – симментальская, КПГ – голштинская красно-пёстрой масти, Д – джерсейская, Х – холмогорская порода)

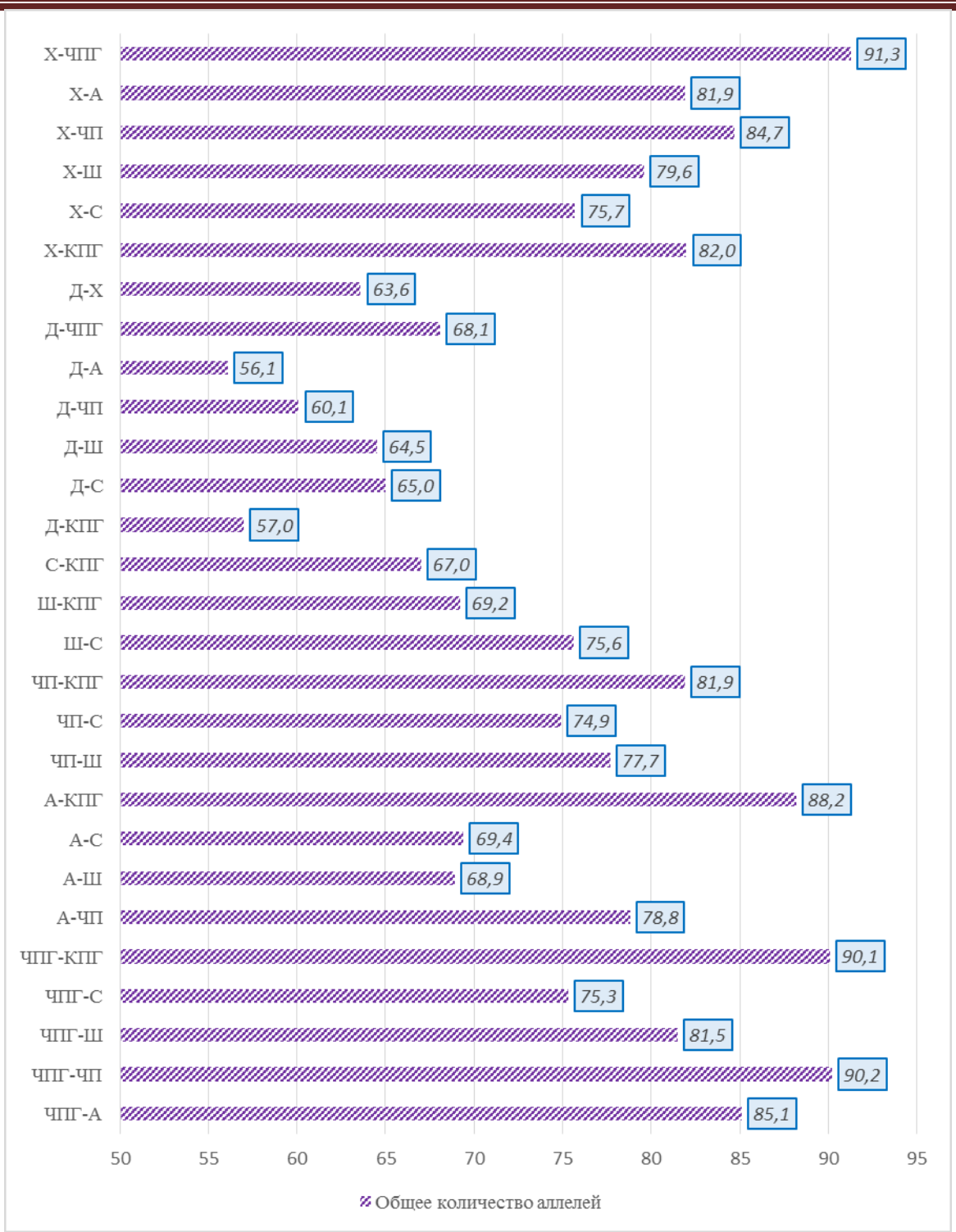


Рис. 2 – Общее иммуногенетическое сходство молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота, r_i (%) (*Примечание*: ЧПГ – голштинская чёрно-пёстрой масти, А – айрширская, ЧП – чёрно-пёстрая, Ш – швицкая, С – симментальская, КПГ – голштинская красно-пёстрой масти, Д – джерсейская, Х – холмогорская порода)

Следует отметить, что наличие большего количества одинаковых аллелей у пород скота вело к их большему иммуногенетическому сходству (см. рис. 2). Так, наименьшее сходство было обнаружено между джерсейской и айрширской породами – 56,1%, между джерсейской и голштинами красно-пёстрой масти – 57,0%, между джерсеями и чёрно-пёстрой породой. Наибольшее сходство было обнаружено между холмогорской и голштинской чёрно-пёстрой масти – 91,3%, между чёрно-пёстрой и голштинской породой чёрно-пёстрой масти – 90,2%, между голштинами разной масти – 90,1%, айрширской и голштинами красно-пёстрой масти – 88,2%. Невысокое сходство наблюдалось между джерсейской породой и большинством остальных пород, особенно – относительно чёрно-пёстрой и холмогорской.

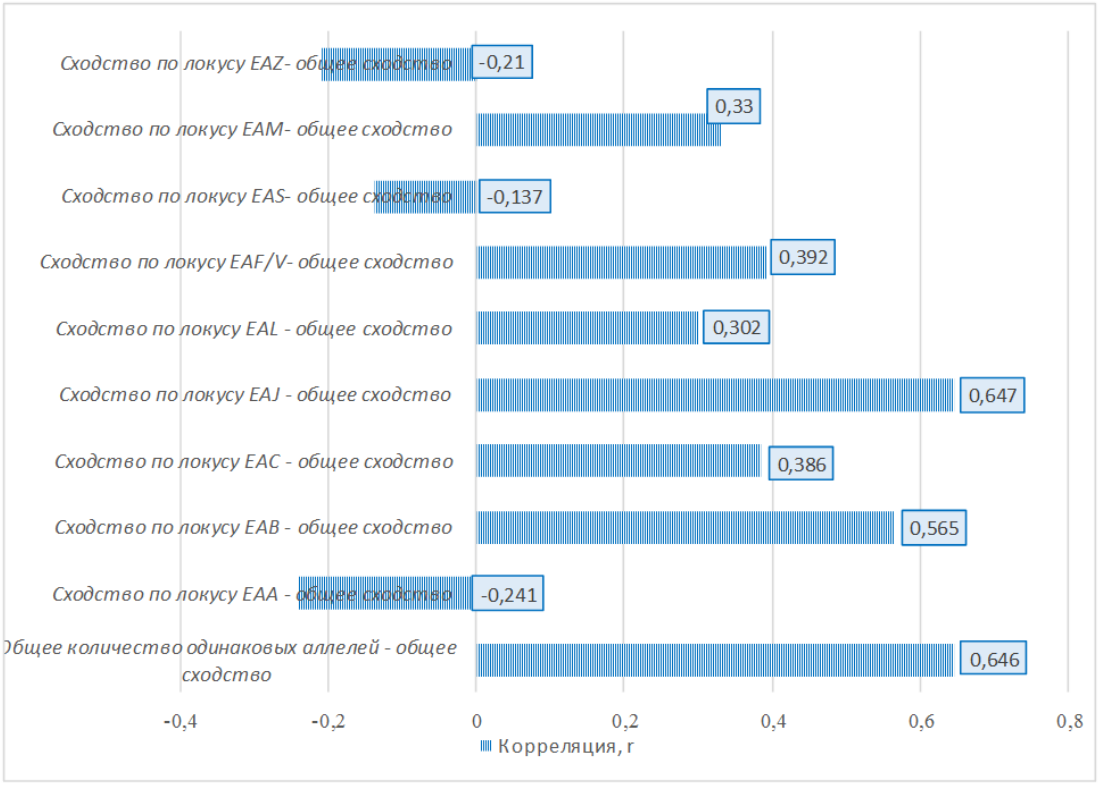


Рис. 3 – Взаимосвязь иммуногенетического сходства по локусам групп крови с общим иммуногенетическим сходством у 8 молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота, разводимого в России

Вместе с тем, не всегда сходство пород по отдельным локусам групп крови было положительно связано с общим иммуногенетическим сходством. Так, между сходством по локусам EAA, EAS, EAZ и общим сходством были получены отрицательные корреляции (r): -0,241, -0,137 и -0,210 соответственно (количество сравнений, n=28). Наибольшая корреляция была обнаружена между сходством по локусу EAB, EAJ и общим сходством - +0,565 и +0,647 соответственно. Полученные данные о предпосылках к большей информативности данных локусов при определении общего иммуногенетического сходства.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что на период реализации семени быков-производителей восьми пород, активно используемых в отечественном скотоводстве, влияние голштинской породы было относительно умеренным, за исключением её влияния на холмогорскую и чёрно-пёструю породу. В результате исследований установлена положительная взаимосвязь между количеством одинаковых аллелей у сравниваемых пород и их иммуногенетическим сходством (r=+646). Сходство пород по локусам EAB и EAJ можно использовать как маркер высокого общего иммуногенетического сходства пород. При этом следует отметить, что в связи с изменениями структуры скота по породам в РФ исследования в данном направлениями представляется перспективными как с практической, так и теоретической точки зрения.

Литература

1. ***Анисимова Е.И.*** Иммуногенетические показатели в селекции крупного рогатого скота симментальской породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 4. С. 398-406.
2. ***Бакай А.В., Кочиш И.И., Скрипниченко Г.Г.*** Генетика - М.: КолосС, 2007; 448 с.
3. ***Грашин А.А., Грашин В.А.*** Генетическое сходство и генетическое расстояние между стадами чёрно-пёстрой, холмогорской и голштинской породами крупного рогатого скота // В сборнике: Инновации в животноводстве - сегодня и завтра. сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». 2019. С. 48-51.
4. ***Грашин А.А., Грашин В.А.*** Генетическое сходство между стадами самарского типа черно-пестрой породы // В сборнике: Современные научные подходы в совершенствовании племенного животноводства, кормопроизводства и технологий производства пищевой продукции в России. Сборник статей X Международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения Н.В. Верещагина. 2023. С. 19-23.

гин. Под общ. ред. Сударева Н.П., 2019. С. 98-100.
5. ***Ефимова Л.В., Гатилова Е.В., Иванова О.В.*** Иммуногенетические особенности коров красно-пёстрой породы в зависимости от их линейной принадлежности // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2019. № 4 (53). С. 32-39.
6. ***Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Третьякова Н.А.*** Иммуногенетические особенности крупного рогатого скота типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 274-277.
7. ***Марзанова Л.К., Попов Н.А.*** Контроль за генетической изменчивостью в стадах молочных пород // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 8. С. 16-18.
8. ***Николаев С.В.*** Аллелофонд В-локуса эритроцитарных антигенов холмогорского скота Кировской области // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 191-195.
9. ***Прожерин В.П., Селькова Ия.В., Калашников А.Е.*** Генетическая изменчивость быков-производителей архангельской популяции холмогорской породы крупного рогатого скота по поколениям // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 4 (48). С. 47-54.
10. ***Тулинова О.В.*** Селекционно-генетические параметры коров двух региональных популяций молочного скота айрширской породы Российской Федерации // АгроЗооТехника. 2021. Т. 4. № 2.
11. ***Тулинова О.В., Позовникова М.В., Сермягин А.А.*** Генетическое сходство внутрипородных типов скота айрширской породы на основе информации по родословной // В книге: Генетика, селекция и биотехнология животных: на пути к совершенству. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Пушкин, 2020. С. 288-289.
12. ***Часовщикова М.А.*** Генетическое сходство пород мясного направления продуктивности по антигенам крови // В сборнике: Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 284-287.
13. ***Чимидова Н.В., Моисейкина Л.Г., Болдырев Б.А.*** Генетическое сходство калмыцкого скота племенных хозяйств республики Калмыкия // Сборник научных трудов SWorld. 2012. Т. 45. № 4. С. 3-8.
14. ***Шаталина О.С., Ткаченко И.В., Афонина Д.А., Новицкая К.В.*** Влияние степени генетического сходства по микросателлитным локусам родителей и дочерей на молочную продуктивность // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 2. С. 66-69.
15. ***Шендаков А.И., Шендакова Т.А.*** Генетические аспекты модернизации молочного скотоводства // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (17). С. 30-35.
16. ***Шендаков А.И., Шендакова Т.А.*** Генетические ресурсы голштинских быков-производителей АО «Бетагран Липецк» // Биология в сельском хозяйстве. 2024. № 2 (43). С. 31-36.
17. ***Шендаков А.И.*** Иммуногенетические сходства и различия быков-производителей разных пород // Биология в сельском хозяйстве. 2017. № 3 (16). С. 15-19.
18. ***Шукюрова Е.Б.*** Характеристика черно-пестрого крупного рогатого скота по EAB-локусу групп крови // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 3. С. 19-25.
19. ***Шукюрова Е.Б., Марзанов Н.С.*** Генетическая характеристика голштинского крупного рогатого скота, разводимого на Дальнем Востоке // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 2. С. 62-65.

Поступила в редакцию: 10.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Шендакова Т.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru,

*- работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБОУ ВО Орловский ГАУ по теме: «Разработка методики комплексной оценки генетической детерминации селекционных признаков при совершенствовании молочных пород крупного рогатого скота РФ» на 2023-2025 гг. (Рег. №1023050400009-2-4.2.1; 4.4.1, код научной темы, присвоенный учредителем, FEEF-2023-0015)

УДК 636.033:57.042.5

Пиксайкин А.И., аспирант
Никитин Д.А., доктор ветеринарных наук, профессор, e-mail: Nikitin_d_a@mail.ru
Гладких Л. П., кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: Gladkih_l_p@mail.ru
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», Чебоксары, Россия
Piksaykin A.I., graduate students
Nikitin D.A., doctor of veterinary sciences, professor, e-mail: Nikitin_d_a@mail.ru
Gladkikh L.P., candidate of veterinary sciences, associate professor, e-mail: Gladkih_l_p@mail.ru
Chuvash state agrarian university, Cheboksary, Russia

ИММУНОКОРРЕКЦИЯ ОРГАНИЗМА В КОМПЛЕКСЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ РЕСПИРАТОРНОГО СИМПТОМАКОМПЛЕКСА СВИНЕЙ

(Immunocorrection of the body in the complex of measures
for the prevention of the respiratory symptom complex of pigs)

Реферат. Цель исследования – оценка эффективности применения иммунотропного препарата Pig-Save в комплексе мероприятий по обеспечению здоровья свиней. Объектом исследования был молодняк свиней в период доращивания и откорма. Для опыта одну технологическую группу поросят-отъемышей в количестве 1309 голов разделили на 2, контрольную и опытную. Все животные технологической группы на 21-е сутки жизни были иммунизированы коммерческой вакциной против цирковирусной инфекции свиней 2 типа и вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной *Mycoplasma hyopneumoniae*. Помимо специфической иммунизации, поросятам опытной группы, одновременно с вакцинами внутримышечно инъецировали иммунотропный препарат PigSave в дозе 1.0 мл на голову. Установлено, что PigSave способствует активизации роста и повышению сохранности поголовья. В конце периода доращивания масса молодняка опытной группы оказалась больше контрольной величины на 1.36 кг или на 4.09%, а при снятии с откорма – на 4.22 кг или на 3.78%. Среднесуточный прирост живой массы свиней опытной группы оказался выше контрольного значения в период доращивания на 27.2 г или на 4.91%, а во время откорма – на 29.2 г или на 3.64 %. Инъецирование PigSave способствовало улучшению состояния легких. У свиней опытной группы число легких, пораженных бронхопневмонией, было меньше на 2%, процент пораженной поверхности был меньше на 0.19% и как результат значение индекса энзоотической пневмонии оказалось ниже на 0.03. Таким образом, внутримышечное инъецирование поросятам на 21 сутки жизни иммунотропного препарата PigSave одновременно с вакциной против цирковирусной инфекции свиней 2 типа и вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной *Mycoplasma hyopneumoniae*, за счет повышения эффекивности специфической профилактики респираторного симптомакомплекса, способствует повышению сохранности поголовья и активизации роста молодняка свиней в периоды доращивания и откорма.

Ключевые слова: Иммунотропный препарат PigSave, свиньи, респираторный симптомакомплекс свиней, послеубойная оценка легких, бронхопневмония, плеврит.

Abstract. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the use of the immunotropic drug Pig-Save in a complex of measures to ensure the health of pigs. The object of the study was young pigs during the period of rearing and fattening. For the experiment, one technological group of weaned piglets in the amount of 1,309 heads was divided into 2, control and experimental. All animals of the technological group on the 21st day of life were immunized with a commercial vaccine against type 2 porcine circovirus infection and a vaccine against porcine enzootic pneumonia caused by Mycoplasma hyopneumoniae. In addition to specific immunization, piglets of the experimental group were simultaneously intramuscularly injected with the immunotropic drug PigSave at a dose of 1.0 ml per head. It has been established that PigSave promotes the activation of growth and increases the safety of livestock. At the end of the rearing period, the weight of the young animals of the experimental group turned out to be 1.36 kg or 4.09% higher than the control value, and when removed from fattening – by 4.22 kg or 3.78%. The average daily increase in live weight of pigs in the experimental group turned out to be higher than the control value during the rearing period by 27.2 g or 4.91%, and during fattening – by 29.2 g or 3.64%. Injection of PigSave contributed to the improvement of lung condition. In pigs of the experimental group, the number of lungs affected by bronchopneumonia was 2% less, the percentage of the affected surface was 0.19% less, and as a result, the value of the enzootic pneumonia index was 0.03 lower. Thus, intramuscular injection of PigSave immunotropic drug to piglets on the 21st day of life simultaneously with a vaccine against type 2 porcine circovirus infection and a vaccine against porcine enzootic pneumonia caused by Mycoplasma hyopneumoniae, by increasing the effectiveness of specific prevention of respiratory symptomcomplex, improves the safety of livestock and activates the growth of young pigs during rearing and fattening periods.

Keywords: PigSave immunotropic drug, pigs, swine respiratory symptom complex, post-slaughter lung assessment, bronchopneumonia, pleurisy.

Введение. Респираторный симптомокомплекс, характеризующийся развитием пневмонии и плеврита, не смотря на обилие информации и способов профилактики и терапии, и в настоящее время остается актуальной проблемой свиноводческих предприятий. Респираторные патологии, за счет снижения скорости роста и конверсии корма, увеличения расходов на проведение ветеринарных мероприятий и потерь, связанных с выбраковкой и падежом поголовья, приводят к снижению рентабельности производственного процесса хозяйствующих субъектов [4, 10].

Развитие патологий, в том числе респираторных, характеризуется нарушением постоянства метаболических процессов и в большинстве случаев вызывается комплексом этиологических факторов. Основными причинами болезней являются с одной стороны несоответствие параметров микроклимата, нерациональное кормление, ошибки при формировании производственных групп и повышение плотности размещения животных, несоблюдение санитарного режима функционирования предприятия и другие нарушения технологического процесса, а с другой – условно-патогенные и патогенные бактериальные и вирусные агенты [6, 8].

Проблема усугубляется еще и тем, что ряду этиологических факторов не уделяют должного внимания, даже не смотря на наличие выраженных проявлений. Так, например, респираторный микоплазмоз или энзоотическая пневмония, вызываемая *Mycoplasma hyopneumoniae*, характеризуется высокой вирулентностью, но низкой летальностью, в виду чего часто остается без внимания ветеринарных специалистов, до момента ее осложнения вторичными инфекциями, когда уже эффективность лечения крайне низкая [2, 3].

В настоящее время в свиноводческих хозяйствах распространено 2 направления контроля респираторных патологий: антибиотикотерапия и специфическая иммунизация (вакцинация). Сведения об эффективности применения антибиотиков для борьбы, например, с *Mycoplasma hyopneumoniae,* крайне противоречивы и наиболее эффективными средствами контроля заболеваний являются вакцины. Тем не менее, эффективность специфических средств профилактики, при отсутствии комплексного подхода, предусматривающего строгое соблюдение регламентов технологического процесса, не всегда оказывается высокой [1, 9].

Перспективными, дополняющими комплексность подхода к контролю респираторных патологий свиней, могут быть препараты, стимулирующие неспецифическую резистентность организма, и тем самым повышающие, с одной стороны, устойчивость животных к негативному воздействию технологических стресс-факторов, а с другой – эффективность специфической иммунизации [7, 5].

Цель исследования. В контексте вышеизложенного, целью настоящего исследования была оценка эффективности применения иммунотропного препарата PigSave в комплексе мероприятий по обеспечению здоровья свиней.

Условия, материалы и методы

Объектом исследования был молодняк свиней в период доращивания и откорма. Для опыта одну технологическую группу поросят-отъемышей в количестве 1309 голов разделили на 2, контрольную и опытную. Все животные технологической группы на 21-е сутки жизни были иммунизированы коммерческой вакциной против цирковирусной инфекции свиней 2 типа и вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной *Mycoplasma hyopneumoniae*. Помимо специфической иммунизации, поросятам опытной группы, одновременно с вакцинами внутримышечно инъецировали иммунотропный препарат PigSave в дозе 1,0 мл на голову.

PigSave – иммунотропный препарат для активизации неспецифической резистентности и повышения эффективности специфической профилактики болезней свиней, разработанный научными сотрудниками ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Для оценки сохранности в ходе опыта фиксировали случаи падежа и выбраковки поголовья. При переводе в цех откорма в возрасте 70 суток и перед отправкой на убой в возрасте 168 суток проводили групповое взвешивание с последующим расчетом среднесуточного привеса в периоды доращивания и откорма.

После убоя свиней на убойном пункте с использованием программы оценки легких от компании CEVA - Ceva Lung Program (англ. CLP) провели оценку состояния легких от 100 случайно выбранных свиней из каждой группы. Распространение пневмонии оценивали по модифицированной методике Мадека, а плеврита по шкале системы оценки плевритов на убойном пункте (англ. SPES).

Результаты исследований и их обсуждение

Производственные показатели молодняка свиней подопытных групп представлены в таблице 1.

Установлено, что при одинаковой живой массе поросят при отъеме в возрасте 20 суток, в конце периода доращивания, масса молодняка опытной группы, на фоне применения испытуемого иммунотропного препарата, оказалась больше контрольной величины на 1,36 кг или на 4,09%, а при снятии с откорма в возрасте 168 суток – на 4,22 кг или на 3,78%. Большая живая масса в конце периода доращивания и при снятии с откорма у свиней опытной группы обусловлена лучшими значениями среднесуточного прироста. Так, среднесуточный прирост живой массы свиней опытной группы оказался выше контрольного значения в период доращивания на 27,2 г или на 4,91%, а во время откорма – на 29,2 г или на 3,64%. Отдельно следует отметить, что по обоим показателям, характеризующим динамику роста молодняка свиней, разница величин сравниваемых показателей была статистически достоверной.

Таблица 1 – Производственные показатели контрольной и опытной групп

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Количество поросят при отъеме, гол.	681	628
Живая масса при отъеме, кг	5,54±0,08	5,54±0,06
Пало в период доращивания, гол.	11	8
Переведено в цех откорма, гол.	670	620
Сохранность в период доращивания, %	98,38	98,73
Живая масса при переводе на откорм, кг	33,24±0,10	34,60±0,09***
Среднесуточный привес на доращивании, г	554,00±1,67	581,20±1,85***
Пало в период откорма, гол.	12	9
Снято с откорма, гол.	658	611
Сохранность в период откорма, %	98,21	98,55
Живая масса при снятии с откорма, кг	111,76±0,73	115,98±1,03*
Среднесуточный привес на откорме, г	801,20±6,45	830,40±10,09*
Сохранность за весь опытный период, %	96,62	97,29

Превосходство молодняка свиней опытной группы, помимо динамики роста, выявлено и в показателе сохранности. Так, за период доращивания в контрольной группе пало 11 поросят, тогда как в опытной – 8. За время откорма в контрольной группе пало 12 голов, а в опытной – 9. Следовательно, сохранность молодняка свиней опытной группы оказалась выше контрольных показателей в период доращивания на 0,37%, откорма – на 0,34%, а в целом за весь опытны период – на 0,67%. Более значимой, разница показателя сохранности выглядит с учетом того, что в опытной группе за период наблюдения пало на 6 голов меньше чем в контроле.

Таким образом, результатом оценки производственных показателей свиней подопытных групп установлено, что внутримышечное инъецирование поросятам иммунотропного препарата PigSave на 21 сутки жизни, одновременно с коммерческими вакцинами против цирковирусной инфекции 2 типа и против энзоотической пневмонии свиней, вызванной Mycoplasma hyopneumoniae способствует активизации роста и повышению сохранности поголовья.

Результаты послеубойной оценки легких свиней на фоне применения испытуемого иммунотропного PigSave представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты послеубойного обследования легких

Поражения лёгких	Группа животных	
	контрольная	опытная
% лёгких с бронхопневмонией	11	9
% поражённой поверхности/все лёгкие	0,36	0,28
% поражённой поверхности/лёгкие с пневмонией	3,31	3,12
Тяжесть поражений (по МАДЕКУ):		
0	89	91
1	11	9
2	0	0
3	0	0
4	0	0
ЭП индекс	0,21	0,18
«Шрамы» (компенсационный разрост соединительной ткани), %	6	4
Краниальные плевриты (плевриты в верхушечных долях лёгких), %	8	7
% дорсо-каудальных плевритов	3	3
Индекс APPI (показатель распространения АПП)	0,08	0,07

Установлено, что из 100 обследованных легких, полученных от свиней контрольной группы, участки уплотнения и иные признаки катаральной бронхопневмонии обнаружены в 11, тогда как в опытной группе – в 9. Процент пораженной поверхности в легких с бронхопневмонией в контрольной и опытной группах оказался равен 3,31 и 3,12, а в среднем на все обследованные легкие – 0,36 и 0,28. При этом следует отметить, что все легкие с очагами бронхопневмонии, по модифицированной методике Мадека, имели оценку 1 балл.

Следовательно, в обеих группах была установлена относительно благополучная обстановка по распространению и тяжести протекания энзоотической пневмонии, о чем свидетельствует низкие значения ЭП индекса, 0,21 в контрольной группе и 0,18 – в опытной.

Помимо наличия признаков бронхопневмонии, в некоторых легких были обнаружены участки компенсаторного разрастания соединительной ткани – «шрамы», свидетельствующие о перенесенной ранее пневмонии. Так, «шрамы» были выявлены в 6 легких контрольной группы и в 4 – опытной.

Таким образом, можно заключить, что внутримышечное инъецирование иммунотропного препарата PigSave поросятам на 21 сутки жизни способствует

улучшению состояния легких. У свиней опытной группы число легких, пораженных бронхопневмонией, было меньше на 2%, процент пораженной поверхности был меньше на 0,19% и как результат значение индекса энзоотическо пневмонии оказалось ниже на 0,03.

Учитывая то, что приведенные показатели характеризуют ситуацию по распространению и тяжести протекания энзоотической пневмонии, зачастую вызываемой Mycoplasma hyopneumoniae, можно заключить, что применение иммунотропного препарата PigSave одновременно с вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной Mycoplasma hyopneumoniae, способствует повышению ее эффективности, и как результат более лучшей профилактике респираторного симптомакомплекса.

Кроме признаков бронхопневмонии, отмечено наличие плевритов на поверхности некоторых легких. Плевриты кранио-вентральной области были диагностированы у 8 животных контрольной группы и у 7 свиней опытной. С учетом того, что причиной возникновения краниальных плевритов зачастую является Mycoplasma hyopneumoniae ассоциированная с иной бактериально-вирусной инфекцией, выявленный факт уменьшения их числа также свидетельствует о позитивном влиянии внутримышечного инъецирования PigSave одновременно с вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной Mycoplasma hyopneumoniae.

Помимо краниальных, у части свиней выявлены плевриты в дорсо-каудальной области, количество которых, индекс распространенности и тяжести их течения в разрезе групп не имел различий и свидетельствовал о благополучии обследованной группы животных по актинобациллезной плевропневмонии свиней (АПП).

Выводы. Таким образом, проведенным исследованием установлено, что внутримышечное инъецирование поросятам на 21 сутки жизни иммунотропного препарата PigSave одновременно с вакциной против цирковирусной инфекции свиней 2 типа и вакциной против энзоотической пневмонии свиней, вызванной Mycoplasma hyopneumoniae, за счет повышения эффекивности специфической профилактики респираторного симптомакомплекса способствует повышению сохранности поголовья и активизации роста молодняка свиней в периоды доращивания и откорма.

Литература

1. ***Влияние тяжести поражения легких на производственные показатели свиней группы откорма*** / В.В. Пругло, С.Ф. Александров, Р.Р. Фаляхов [и др.] // Свиноводство. 2023. № 4. С. 53-55.
2. ***Евдокимов Н.В.*** Коэффициент избирательности при осеменении свиноматок смешанной спермой хряков // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 3(26). С. 63-70.
3. ***Евдокимов Н.В.*** Продолжительность подсосного периода и продуктивные качества свиноматок // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 1(24). С. 63-68.
4. ***Исследование поражений легких с использованием методики Ceva Lung Program в России: результаты 2020-2021 года*** / В.В. Пругло, Е.В. Столбов, Р. Крейчи [и др.] // Свиноводство. 2022. № 3. С. 55.
5. ***Ковалев Ю.И.*** Основные тенденции и прогнозы рынка свиноводства // Мясные технологии. 2022. № 4(232). С. 38-43.
6. ***Кузнецов А.Ф., Соляник В.А.*** Зоогигиеническое обоснование применения брудеров в свиноводстве / ***А.Ф. Кузнецов, В.А Соляник.*** // Международный вестник ветеринарии. 2019. № 1. С. 104-107.
7. ***Определение денежного дохода при содержании боровков в условиях региональных агробиогеоценозов*** / В. Г. Софронов, В. Н. Еремеев, М. Н. Лежнина [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2018. Т. 235. № 3. С. 160-164.
8. ***Пругло В.В.*** Актинобациллезная плевропневмония // Свиноводство. 2021. № 5. С. 69-71.
9. ***Пругло В.В.*** Оценка эффективности противоэпизоотических мероприятий: профилактическая иммунизация // Свиноводство. 2022. № 4. С. 45-47.
10. ***Шейко И.*** Пути развития отечественного свиноводства // Наука и инновации. 2023. № 7(245). С. 54-60.

Поступила в редакцию: 21.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

Пиксайкин А.И., аспирант, **Никитин Д.А.**, доктор ветеринарных наук, профессор, e-mail: Nikitin_d_a@mail.ru, **Гладких Л. П.**, кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: Gladkih_l_p@mail.ru, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, Россия

УДК 619:636.2.034:618.14-001.5:616-085:615.038

[1]**Киреев И.В.,** доктор биологических наук, профессор кафедры терапии и фармакологии;
[2]**Пьянов Б.В.,** кандидат ветеринарных наук, главный ветеринарный врач,
[1]ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь Россия
[2]ООО СП «Чапаевское», kireev-iv@mail.ru
[1]Kireev I.V., Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Therapy and Pharmacology;
[2]P'yanov B.V., Candidate of Veterinary Sciences, chief veterinarian,
[1]Stavropol State Agrarian University, [2]LLC «Chapaevskoe», Stavropol, Russia

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНЫЙ И РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРОВ, БОЛЬНЫХ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНЫМ ЭНДОМЕТРИТОМ

(Influence of a new anti-inflammatory drug on the productive and reproductive potential of cows with purular-catarhal endometritis)

Реферат. В проведенных исследованиях изучена эффективность нового препарата для профилактики и лечения воспалительных процессов у животных в лечении гнойно-катарального эндометрита у коров и его влияние на молочную продуктивность и показатели воспроизводства в сравнительном аспекте. При выполнении экспериментов использовали крупный рогатый скот молочного направления продуктивности голштинской породы с установленным по результатам клинического и инструментального обследования заболеванием. Подопытные животные были разделены на две аналогичные группы, в одной из которых использовали стандартный протокол лечения данной патологии, предполагающий применение средств патогенетической терапии, а во второй лечебная схема включала использование испытуемого препарата, обладающего противовоспалительным, антиоксидантным и иммуностимулирующим действием. В результате лабораторного исследования крови установлено, что гнойно-катаральный эндометрит у коров протекает на фоне выраженного лейкоцитоза, увеличенной скорости оседания эритроцитов, низкой функциональной активности ферментативного звена системы антиоксидантной защиты и повышенной интенсивности перекисного окисления липидов в организме. Применение нового лекарственного средства коровам, больным эндометритом, сопровождалось нормализацией обозначенных показателей, динамика которой статистически достоверно отличалась по сопоставимым параметрам от группы сравнения. Анализ данных, полученных при клиническом наблюдении за подопытными животными, указывал на то, что у коров, которым вводили новый противовоспалительный препарат, сроки устранения основных симптомов эндометрита в среднем сокращались на 22.4%, время инволюции матки – на 16.9%, кратность осеменения снижалась на 15.4%, а сервис-период уменьшался на 12.1%. Это способствовало уменьшению потерь основной продукции на 15.7% в первые тридцать суток после завершения лечения. Таким образом, отмечено, что использование препарата для профилактики и лечения воспалительных процессов в комплексных схемах терапии гнойно-катарального эндометрита у коров приводит к повышению продуктивного и репродуктивного потенциала.

Ключевые слова: коровы, эндометрит, противовоспалительный препарат, схемы лечения, продуктивность, воспроизводство.

Abstract. The conducted studies examined the effectiveness of a new drug for the prevention and treatment of inflammatory processes in animals in the treatment of purulent-catarrhal endometritis in cows and its effect on milk production and reproduction rates in a comparative aspect. When performing the experiments, we used dairy cattle of the Holstein breed with a disease identified based on the results of a clinical and instrumental examination. The experimental animals were divided into two similar groups, in one of which a standard protocol for the treatment of this pathology was used, which involved the use of pathogenetic therapy, and in the second, the treatment regimen included the use of a test drug with anti-inflammatory, antioxidant and immunostimulating effects. As a result of a laboratory blood test, it was established that purulent catarrhal endometritis in cows occurs against the background of pronounced leukocytosis, increased erythrocyte sedimentation rate, low functional activity of the enzymatic component of the antioxidant defense system and increased intensity of lipid peroxidation in the body. The use of a new drug in cows suffering from endometritis was accompanied by normalization of the indicated indicators, the dynamics of which were statistically significantly different in comparable parameters from the comparison group. Analysis of data obtained during clinical observation of experimental animals indicated that in cows that were administered a new anti-inflammatory drug, the time for elimination of the main symptoms of endometritis was reduced on average by 22.4%, the time of uterine involution - by 16.9%, the frequency of insemination was reduced by 15.4 %, and the service period decreased by 12.1%. This contributed to a reduction in losses of main products by 15.7% in the first thirty days after completion of treatment. Thus, it was noted that the use of the drug for the prevention and treatment of inflammatory processes in complex treatment regimens for purulent-catarrhal endometritis in cows leads to an increase in productive and reproductive potential

Key words: cows, endometritis, anti-inflammatory drug, treatment regimens, productivity, reproduction.

Введение. Акушерско-гинекологические заболевания крупного рогатого скота широко распространены в животноводческих предприятиях всех форм собственности и являются причиной

значительного снижения рентабельности сельскохозяйственного производства [1]. Наиболее часто их возникновение регистрируется у коров молочного направления продуктивности в послеродовой период. Одними из наиболее сложных последствий, которые возникают в качестве специфических осложнений данных патологий, является значительное снижение продуктивности и воспроизводительной способности [2]. Следовательно, актуальными представляются разработка новых эффективных средств лечения и профилактики, предназначенных для борьбы с болезнями репродуктивных органов животных и методов их использования в структуре протоколов ветеринарных мероприятий.

Эндометриты занимают лидирующие позиции в структуре заболеваемости коров после родов, характеризуются сложным течением и оказывают выраженное негативное влияние на основные статистические показатели в экономике молочного скотоводства. В их этиологии и патогенезе ключевую роль играет патогенная микрофлора, а также травмы, полученные в процессе родов и нарушение метаболического статуса в организме животных [3, 4]. Одним из неотъемлемых факторов в механизме развития поражения эндометрия является воспалительный процесс, которым обусловлены деструктивные и функциональные нарушения в тканях, а также приобретаемые дефекты после выздоровления. Несмотря на то, что воспалительная реакция выполняет защитную функцию и направлена на подавление флогогенного, именно ею обусловлено большинство патологических изменений в репродуктивной системе самок [5] и в современных условиях терапии одним из приоритетов является ее подавление и ограничение потенциальных очагов.

Имеются убедительные доказательства того, что как в развитии так и в течении воспалительного процесса принимают участие свободные радикалы [6]. Есть свидетельства повышения их концентрации при этом в пораженных тканях и в организме в целом [7]. Таким образом, целесообразно рассматривать свободнорадикальный дисбаланс в качестве одной из составляющих патогенеза воспалительных болезней, в том числе гнойно-катарального эндометрита [8]. Поскольку основным регулятором уровня свободных радикалов в организме является многокомпонентная система антиоксидантной защиты организма, на наш взгляд, использование фармакологических средств направленных на стимуляцию ее функций в совокупности с противовоспалительными средствами в составе комплексных схем лечения может сопровождаться значительным повышением их эффективности [9].

Целью данного исследования явилось изучение эффективности нового препарата для профилактики и лечения воспалительных процессов у животных при использовании в терапии гнойно-катарального эндометрита у коров и его влияния на продуктивность и показатели воспроизводства коров молочного направления продуктивности.

Условия, материалы и методы. Исследования выполнены в условиях молочно-товарного комплекса на базе ООО СП «Чапаевское» Шпаковского района Ставропольского края. В экспериментах использовали коров голштинской породы в послеродовой период с установленным диагнозом «гнойно-катаральный эндометрит» возрастом от четырех до пяти лет разделенных основываясь на принцип парных аналогов на две группы по восемь животных в каждой. Основанием для постановки диагноза служило клиническое исследование, непосредственное ректальное акушерско-гинекологическое обследование и с использованием портативного ультразвукового сканера Draminski iScan с ректальным датчиком (DRAMINSKI S.A., Польша), а также изучение характеристик влагалищных истечений. В первой опытной группе использовали стандартную схему лечения, предполагающую введение препарата «Цефтонит Форите» (ООО Нита-Фарм, Россия) подкожно в первые и шестые сутки в дозе 20 мл, препарата «Галапан» (INVESA, Испания) внутримышечно в первые сутки в дозе 2 мл, препарата «Мелоксивет» (ООО «Белкаролин», Беларусь) внутримышечно в первые – пятые сутки в дозе 20 мл, препарата «Гитеротон 5» (ООО Фирма «БиоХимФарм», Россия) внутримышечно во вторые – пятые сутки в дозе 10 мл и препарата «Синэстрол 2%» (БиоФармГарант, Россия) внутримышечно во вторые и третьи сутки в дозе 3 мл. Во второй группе использовали аналогичную схему, но ее отличие заключалось в том, что вместо препарата «Мелоксивет» назначали в те же сроки Противовоспалительный препарат внутримышечно в дозе 40 мл (в двух инъекциях). Препарат для профилактики и лечения воспалительных процессов у животных (Противовоспалительный препарат) разработан на кафедре терапии и фармакологии Ставропольского ГАУ (Патент РФ № 2725773) и содержит в своем составе действующие вещества, обладающие антиоксидантным, противовоспалительным и иммуностимулирующим эффектами. В числе лабораторных тестов выполняли общий анализ крови (ОАК), а также определяли уровень активности глутатионпрероксидазы (ГПО) и концентрацию малонового диальдегида (МДА). Также исследовали суточный надой молока в течение месяца сначала лечения, сроки исчезновения основных признаков заболевания, время инволюции матки, длительность сервис периода, кратность осеменения.

Результаты и обсуждение. При анализе результатов ОАК установлено, что наибольшие отклонения в морфологическом составе наблюдались в отношении количества лейкоцитов, которое находилось у больных коров до начала лечения на уровне 18,02±1,34 10^9/л в первой группе и 17,47±1,49 10^9/л, что значительно выше верхней границы средних справочных данных. В процессе лечения динамика по данному показателю была

направлена на уменьшение, которое к пятому дню наблюдения составило в первой группе 21,4% и во второй группе 35,7%, а к десятому дню – 28,4% и 42,7%, соответственно относительно первоначальных значений. При этом разница между группами составила к пятому дню 20,76% (P=0,054), к десятому дню – 22,34% (P=0,032). Отмечена высокая скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у больных животных, составлявшая в начале лечения в первой группе в среднем 5,58±0,41 мм/час и во второй группе 5,21±0,50 мм/час и существенно превышавшая референсные значения для данного вида. Проводимая терапия способствовала нормализации этого параметра и его уменьшению в первой группе к пятым суткам ее реализации на 38,4% и во второй группе – на 59,1%, а к десятым суткам – на 44,8% и 71,1%, соответственно. Разницей в эффективности снижения СОЭ обусловлена статистически достоверная разница между группами, зафиксированная к пятым суткам на уровне 38,8% (P=0,001), к десятым суткам – 50,9% (P<0,032).

Активность ГПО до начала лечения находилась на уровне значительно ниже пороговых значений для крупного рогатого скота и составляла в первой группе 5,97±0,42 мкМоль G-SH/л мин·10^3, а во второй группе 6,13±0,49 мкМоль G-SH/л мин·10^3. Применение Противовоспалительного препарата во второй группе способствовало значительному увеличению активность этого энзима относительно обозначенных значений к пятым суткам оно составляло 81,7%, а к десятым, несколько ниже – 44,6%, тогда как во второй группе аналогичная разница была на уровне 17,8% и 4,9%, соответственно. В итоге разница по данному показателю между группами на пятый день составляла 58,4% (P=0,001), а на десятый день – 44,6% (P=0,002). Уровень МДА в крови коров, установленный до начала лечения, характеризовался высокими значениями и составлял в первой группе 2,40±0,26 мкмоль/л и во второй группе – 2,31±0,19 мкмоль/л. По ходу проводимой терапии наблюдалось уменьшение концентрации данного продукта перекисного окисления липидов в обеих группах. При этом, в сравнении с изначальными данными, он снизился в первой группе к пятым суткам на 3,8% и к десятым суткам – на 12,5%, а во второй группе аналогичное уменьшение составило 26,8% и 34,2%, соответственно. Достоверная разница между группами составляла на пятый день 26,8% (P=0,031) и к десятым суткам – 27,6% (P=0,022).

Рассматривая клинический статус коров на протяжении периода наблюдения установили, что обе примененные схемы лечения показали высокую эффективность (Таблица). Отмечено, что в первой группе основные симптомы эндометрита сохранялись в среднем 8,3 суток, а во второй группе сопоставимый параметр составил в среднем 6,4 суток, что на 22,4% меньше (P=0,333). Результаты акушерско-гинекологического обследования подопытных животных свидетельствовали о более продолжительном процессе инволюции матки после завершения лечения у животных, которым назначали стандартный протокол терапии (в среднем 15,5 суток), по сравнению с протоколом включавшем Противовоспалительный препарат (в среднем 12,89 суток), а разница между группами составляла 16,9% (P=0,346).

Таблица – Показатели воспроизводства и продуктивность коров, n=8

Показатель	1 группа	2 группа
Устранение клинических признаков, суток	8,26±1,69	6,41±0,73
Инволюция матки после лечения, суток	15,51±2,24	12,89±1,48
Кратность осеменения, раз	2,92±0,23	2,46±0,19
Сервис-период, суток	119,4±7,43	104,9±5,57
Среднесуточный надой молока в течение месяца после завершения лечения, кг	29,30±3,11	33,91±2,86

Состояние органов репродуктивной системы коров, переболевших гнойно-катаральным эндометритом, отразилось на основных показателях воспроизводства. В первой группе плодотворное осеменение осуществлялось по статистике на 15,4% раньше (P=0,147), чем во второй группе, а кратность осеменения составила по группам соответственно 2,92 и 2,46 раза. У животных, которым назначали Противовоспалительный препарат, средняя продолжительность сервис-периода составила 104,9 суток, а в группе положительного контроля данный показатель был на уровне 119,4 суток, что на 12,1% больше (P=0,142).

Ежедневный анализ молочной продуктивности подопытных коров на протяжении одного месяца с момента реализации протоколов лечения показал, что среднесуточный удой в первой группе составлял 29,3 литров, а во второй был на 15,7% выше (P=0,295) и составлял 33,91 литров.

На наш взгляд более положительная динамика лабораторных, клинических, репродуктивных и продуктивных показателей у животных, которым при лечении эндометрита использовали новое лекарственное средство может быть обусловлена наличием у него выраженных антиоксидантного и иммуностимулирующего эффектов наряду с противовоспалительным.

Выводы. Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о том, что у коров больных гнойно-катаральным эндометритом наблюдается низкая активность ГПО, указывающая на нарушение функциональной активности ферментативного звена антиоксидантной системы, а также повышенная концентрация МДА, дающая основание

говорить об интенсификации процессов перекисного окисления липидов. В совокупности значения этих показателей являются признаками окислительного стресса, сопровождающего течение данной патологии. Установлено, что применение нового препарата в комплексной схеме лечения эндометрита у коров позволяет, в отличие от средств, использующихся в стандартных протоколах, нормализовать антиоксидантный статус организма, и сопровождается более выраженным противовоспалительным эффектом, на что указывает динамика основных гематологических показателей, характеризующих интенсивность воспалительного процесса – количества лейкоцитов и СОЭ. Помимо положительного влияния на лабораторные параметры крови, введение Противовоспалительного препарата позволяет сократить сроки выздоровления животных, что способствует повышению репродуктивного потенциала коров после завершения болезни за счет уменьшения сроков инволюции матки, кратности осеменения и сервис-периода, чем по нашему мнению и обусловлено снижение потерь получаемого молока.

Литература

1. ***Балбуцкая А.А., Скворцов В.Н., Белимова С.С.*** Антибиотикограмма микроорганизмов, выделенных от больных острым эндометритом коров // Ветеринарный врач. 2019. №5. С. 4-10.
2. ***Хамитова Л.Ф., Князева М.В., Мерзлякова Е.А.*** Патоморфологические изменения в репродуктивной системе коров при послеродовом эндометрите // Успехи современной науки и образования. 2016. Т.5. №10. С. 44-48.
3. ***Михалев В.И., Скориков В.Н., Чусова Г.Г., Сашнина Л.Ю., Ермолова Т.Г.*** Морфобиохимический статус коров при комплексной терапии острого послеродового эндометрита // Ветеринарный фармакологический вестник. 2020. №3 (12). С. 174-183.
4. ***Семиволос А.М., Брюханова А.А.*** Рациональные методы терапии коров при остром послеродовом гнойно-катаральном эндометрите // Аграрный научный журнал. 2021. №2. С. 64-67.
5. ***Цигулева О.А., Барсукова Н.И., Обухова Л.Е.*** Взаимосвязь воспалительных и иммунных изменений при хроническом эндометрите // Российский иммунологический журнал. 2019. Т. 13. №2-1 (22). С. 620-622.
6. ***Lugrin J., Rosenblatt-Velin N., Parapanov R., Liaudet L.*** The role of oxidative stress during inflammatory processes // Biological chemistry. 2014. Vol. 395 (2). P. 203-230.
7. ***Closa D., Folch-Puy E.*** Oxygen free radicals and the systemic inflammatory response // IUBMB life. 2004. Vol. 56 (4). P. 185-191.
8. ***Скориков В.Н., Михалев В.И., Ермолова Т.Г.*** Некоторые показатели системы ПОЛ-АОЗ у коров с физиологическим и осложненным течением беременности и послеродового периода // Ветеринарный фармакологический вестник. 2021. №4 (17). С. 54-64.
9. ***Сафонов В.А., Нежданов А.Г., Рецкий М.И., Шабунин С.В., Близнецова Г.Н.*** Свободнорадикальное окисление липидов и репродуктивное здоровье коров // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49. №6. С. 107-115.

Поступила в редакцию: 21.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

[1]Киреев И.В., доктор биологических наук, профессор кафедры терапии и фармакологии; [2]Пьянов Б.В., кандидат ветеринарных наук, главный ветеринарный врач; 1ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь Россия; 2ООО СП «Чапаевское», kireev-iv@mail.ru

УДК: 636.2.11

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Murlenkov N.V., Candidate of Agricultural Sciences
Шендаков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, professor
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Россия
FSBEE HE "Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Orel, Russia, e-mail: aish78@yandex.ru,

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЛЕМЕННОЙ ОЦЕНКИ ГОЛШТИНСКИХ БЫЧКОВ НЕМЕЦКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА*

(Comparative analysis of the results of the breeding assessment of Holstein young sires of German origin, depending on age)

Аннотация. Целью практической племенной работы в молочном скотоводстве является оценка и отбор выдающихся по наследственным качествам животных, однако прямая селекция по ряду количественных признаков требует больших издержек, усилий и времени, особенно при отборе сразу по нескольким признакам. Селекция с использованием индексной оценки животных способна решить указанную проблему и значительно повысить эффективность селекционной работы. Цель представленной статьи заключалась в сравнительной оценке племенных индексов (RZG, RZM, RZE, RZS) голштинских бычков немецкой селекции в зависимости от возраста. Статистическая обработка результатов бонитировки стада позволила установить, что средние значения индекса общей племенной ценности бычков составили 136,97±0,412 и 134,9±0,256 для 2023 и 2022 гг. соответственно при двусторонней значимости равной 0,0005. Наиболее значимые корреляции между индексами были получены по RZG и RZM на уровне 0,51 ($p<0,01$) и 0,46 ($p<0,01$) – у бычков 2023 и 2022 года рождения соответственно. Линейная связь между индексами проявилась сильнее у животных, рожденных в 2023 году, и составила 68%, для бычков, рожденных в 2022 году, составила 44%.

Ключевые слова: племенные индексы, быки-производители, голштинская порода, молочный скот.

Abstract. The purpose of practical breeding work in dairy cattle breeding is to evaluate and select animals that are outstanding in hereditary qualities, however, direct selection for a number of quantitative characteristics requires high costs, effort and time, especially when selecting for several characteristics at once. Breeding using the index evaluation of animals is able to solve this problem and significantly increase the effectiveness of breeding work. The purpose of the presented article was to compare the breeding indices (RZG, RZM, RZE, RZS) of Holstein gobies of German breeding depending on age. Statistical processing of the herd bonus results allowed us to establish that the average values of the index of the total breeding value of steers were 136.97 ± 0.412 and 134.9 ± 0.256 for 2023 and 2022, respectively, with a bilateral significance equal to 0.0005. The most significant correlations between the indices were obtained for RZG and RZM at the level of 0.51 ($p<0.01$) and 0.46 ($p<0.01$) for bulls born in 2023 and 2022, respectively. The linear relationship between the indices was stronger in animals born in 2023, and amounted to 68%, for bulls born in 2022, it was 44%.

Keywords: breeding indices, bulls-sires, Holstein breed, dairy cattle.

Введение. Актуальной задачей, которая ставится перед селекционерами в процессе разведения молочного скота, является оценка генетического потенциала, обуславливающего превосходство (или неполноценность) животного по какому-либо признаку [6]. Анализ племенной ценности особей с достаточно высокой степенью надежности обеспечивается с применением геномной селекции [2] по определенному комплексу индексов: молочной продуктивности (удою, жиру, белку), продолжительности жизни соматических клеток, экстерьеру, плодовитости, жизнеспособности телят, скорости доения (молокоотдачи). Кроме перечисленных признаков селекционерам в общей сложности доступно свыше 50 индивидуальных племенных показателей, которые объединяют в индексы *общей племенной ценности*, позволяющих прогнозировать потенциал и способность животного передавать наследственные свойства потомству [7]. Примерами индексов общей племенной ценности, распространенных в странах ближнего и дальнего зарубежья, являются TPI (Total Performance Index), LPI (Lifetime Profit Index), RZG (Relativzuchtwert Gesamt), GZW (Gesamt Zucht Wert) и т.д. Ниже представлена расшифровка условных обозначений некоторых индексов [1], используемых в Германии при оценке бычков молочных пород (рисунок 1).

Кроме того, индексная оценка животных осуществляется двумя методами [3, 7]: первый – оценочная племенная ценность (EBV) – это генетические достоинства животного, выраженные в виде отклонения; второй показатель – ожидаемая разница в потомстве (EPD) составляет половину предполагаемой племенной ценности животного и может быть использована для определения ожидаемого изменения в потомстве, если данное животное используется в качестве родителя.

Помимо индексов, характеризующих общую племенную ценность, продуктивность и физиологические особенности животных, немецкая ассоциация селекционеров по голштинской породе определила новый общий рыночный индекс (RNG), который включает все экономически признаки для целей разведения [5]. Такая тенденция свидетельствует об успешной реализации программ по разведению молочного скота с использованием современных методов по оценке животных.

Индекс	Расшифровка
RZG	*ОИП* (относительный общий индекс племенной ценности) Состоит из: RZM (45%), RZN (20%), RZE (15%), RZR (10%), RZS (7%), RZKm (3%).
RZ€	*ИПЕ* (индекс совокупной экономической ценности) Состоит из: молочной продуктивности (40%), долголетие (27%), здоровье (16%), фертильность (7%), развитие молодняка (6%) и жизнеспособность молодняка (3%).
RZM	*ИПМ* (индекс молочной продуктивности) Состоит из: белка (67%), жира (33%).
RZE	*ИПЭ* (индекс экстерьер) Состоит из: индексов по молочному типу (10%), туловищу (20%), ноги (30%) и вымени (40%)
RZS	*ИПС* (индекс соматические клетки) Значение выше 100 характеризуется положительную динамику в отношении размножения, оценивается по результатам учета молочной продуктивности дочерей
RZR	*ИПВ* (индекс воспроизводительной способности) Состоит из: относительной динамики зачатия (75%) и сервис-периода (25%).
RZN	*ИПИ* (индекс хозяйственного использования) Получается на основе 5 вспомогательных характеристик и данных по длительности хозяйственного использования животных
RZKm	*ИПО* (индекс легкости отела) Величина, складывающуюся из количества отелов, полученными от быка, которые были трудными.

Рис. 1 - Расшифровка условных обозначений некоторых индексов, используемых в Германии при оценке племенных качеств быков-производителей молочных пород, в т.ч. в раннем возрасте

Практика также демонстрирует, что односторонний отбор по одному признаку малоэффективен, что также приводит к ухудшению других признаков [4]. В связи с этим, отбор животных по показателям суммарных и общих племенных индексов позволяет определить ценность производителей с учетом экономических условий, систематически улучшать продуктивные качества в составе стада и породы.

Цель работы. Дать сравнительную оценку племенным индексам голштинских бычков немецкой селекции в зависимости от возраста.

Материалы и методы исследований

Материалом для сравнительного анализа племенной ценности бычков служила база данных Breeding values Austria. Объектом исследования служили бычки голштинской породы немецкого происхождения в возрасте от 1 до 2 лет. Из совокупности изучаемого материала было отобрано поголовье бычков, рожденных в 2022 (n=140) и 2023 году (n=342). При оценке племенной ценности производителей учитывались следующие индексы: RZG, RZS, RZE и RZM. Обработка данных осуществлялась в статистической программе «IBM SPSS Statistics» 27 при использовании (не) параметрических критериев: t-критерия Стьюдента, критерия Ливиня, Фишера, МНК-статистики.

Результаты исследований и их анализ

Для выявления статистически достоверных закономерностей первостепенно было проведено сравнение средних между группами бычков по индексу общей племенной ценности.

Таблица 1 – Статистика групп бычков по индексу общей племенной ценности

	Группы	*n*	Среднее	*S*	S_{mt}
RZG	Бычки 2023 г.	140	136,97	4,869	0,412
	Бычки 2022 г.	342	134,90	4,726	0,256

Примечание: S – среднеквадратичное отклонение, S_{mt} – среднеквадратичная ошибка среднего

Рассматривая данные таблицы 1, видим, что средние значения индекса общей племенной ценности бычков составили 136,97±0,412 и 134,9±0,256 для 2023 и 2022 гг. соответственно. Чтобы определить достоверность различий между полученными средними, необходимо применение t-критерия (таблица 2).

Таблица 2 – Критерий равенства средних для независимых выборок

RZG	Levene's test		t-критерий для равенства средних				
	F	*p*	*t*	*k*	*p*	95% ДИ	
						min	max
Предполагаются равные дисперсии	0,217	**0,641**	**4,335**	480	**0,0005**	1,134	3,014
Не предполагаются равные дисперсии			4,281	251,601	0,0005	1,120	3,028

Примечание: *k* – степени свободы, *p* – значимость (двусторонняя)

Тест Ливиня (Levene's test) или критерий однородности дисперсий (*F*=0,217) с двусторонней значимостью 0,641 показал, что дисперсии для обеих групп статически достоверно не различаются, что свидетельствует о корректности полученных результатов. Для проверки надежности к выборочным оценкам был также использован доверительный интервал (ДИ) с 95% вероятностью. По данным таблицы видим, что диапазон значений, включающий показатели генеральной совокупности, соответствует доверительной вероятности в пределах 1,134 - 3,014 и не включает в себя нуль, следовательно, гипотеза о равенстве средних отвергается. На основании оценки двусторонней значимости (p<0,0005) t-критерия (4,335) при сравнении групп можно сделать вывод, что бычки 2023 г. имеют достоверные отличия по индексу общей племенной ценности в сравнении с бычками 2022 г. рождения.

На следующем этапе биометрических исследований мы выполнили корреляционный анализ с построением матрицы изучаемых индексов. Это позволило установить, влияние каких признаков является наиболее значительным.

Таблица 3 – Матрица корреляций племенных индексов бычков

		Бычки 2023				Бычки 2022			
		RZG	RZM	RZE	RZS	RZG	RZM	RZE	RZS
RZG	*r*	1	0,510**	0,184*	0,342**	1	0,459**	0,404**	0,387**
	p	-	0,0005	0,030	0,0005	-	0,0005	0,0005	0,0005
RZM	*r*	0,510**	1	0,007	0,150	0,459**	1	-0,008	0,134*
	p	0,000	-	0,937	0,062	0,0005	-	0,877	0,013
RZE	*r*	0,184*	0,007	1	-0,180*	0,404**	-0,008	1	0,205**
	p	0,030	0,937	-	0,034	0,0005	0,877	-	0,0005
RZS	*r*	0,342**	0,150	-0,180*	1	0,387**	0,134*	0,205**	1
	p	0,0005	0,062	0,034	-	0,0005	0,013	0,0005	-

Примечание: ** – корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя); * – корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).

Согласно данным таблицы 3, наиболее значимые взаимосвязи между индексами были получены по RZG и RZM на уровне 0,51 (p<0,01) – у бычков 2023 года рождения; RZG и RZM на уровне 0,46 (p<0,01), RZG и RZE на уровне 0,41(p<0,01) – у бычков 2022 года рождения. Причем у бычков 2022 года прослеживалась наибольшая корреляция между индексом общей племенной ценности и экстерьером, чем у бычков 2023 года. Слабые связи прослеживалась между RZG и RZS на уровне 0,34 (p<0,01), RZE и RZG на уровне 0,18 (p<0,05) – у бычков 2023 года рождения, RZG и RZS на уровне 0,38 (p<0,01), RZM и RZS 0,13 (p<0,05), RZE и RZS 0,25 (p<0,01) – у бычков 2022 года рождения. Результаты расчета также показывают наличие отрицательных связей между RZS и RZE на уровне -0,18 (p<0,05) – у бычков 2023 года рождения, RZE и RZM на уровне -0,008 – у бычков 2022 года, однако достоверность связи была более 0,05.

Чтобы определить, насколько представленные модели линейной регрессии (таблица 4) соответствуют данным, на которых она построена, были рассчитаны коэффициенты корреляции и детерминации.

Таблица 4 – Сводка для регрессионных моделей

Группа	*r*	R^2	$Ad\text{-}R^2$	Стандартная ошибка оценки	Дарбин-Уотсон
2023	0,804	0,647	0,639	2,925	0,982
2022	0,663	0,439	0,434	3,555	0,700

Примечание: предикторы: (константа), RZS, RZE, RZM; зависимая переменная: RZG; $Ad\text{-}R^2$ – скорректированная детерминация

Так, в изучаемых группах коэффициент корреляции составил 0,804 и 0,664 соответственно для групп 2023 и 2022 года, детерминации – 0,647 и 0,439. Полученные данные свидетельствуют, что для модели 2023 линейная связь между переменными проявилась сильнее – в пределах 68%, в то время как для модели 2022 – в пределах 44%. Для того, чтобы сравнить модели, подверженные разному числу внешних факто-

ров, применялся скорректированный коэффициент детерминации. Как видно из таблицы, значения $Ad\text{-}R^2$ находилось примерно на одном уровне с R^2. Средние расстояния наблюдаемых величин для групп 2023 и 2022 гг. отклонялись от линии регрессии на 2,925 и 3,555, а автокорреляция остатка по Дарбину-Уотсону составила 0,982 и 0,700, что свидетельствует о корректности проведения регрессионного анализа для обеих групп, так как полученное значение находится в интервале от 1,5-2,5.

Таблица 5 – Дисперсионный анализ

Группа		Сумма квадратов	*k*	Средний квадрат	*F*	*p*
2023	Регрессия	2132,204	3	710,735	83,064	0,0005
	Остаток	1163,682	136	8,556		
	Всего	3295,886	139			
2022	Регрессия	3344,087	3	1114,696	88,208	0,0005
	Остаток	4271,331	338	12,637		
	Всего	7615,418	341			

Согласно данным таблицы 5, доля дисперсии RZG под влиянием RZS, RZE, RZM составила 2132,2 и 3344,1 для групп бычков 2023 и 2022 года рождения соответственно, при этом доля без влияния (остаток) – 1163,6 и 4271,3, что согласуется с полученными выше коэффициентами детерминации. Достоверность построенной связи при критерии Фишера (*F*) равном 83,06 и 88,2 обладала достаточно высокой значимостью так же для обеих групп – на уровне 0,0005. Таким образом, проверка гипотезы по *F*-статистике подтверждает, что коэффициент наклона моделей отличен от нуля на уровне значимости 0,0005.

Таблица 6 – Коэффициенты регрессионных моделей

Группа		НК		СК	*m*	*p*	95% ДИ	
		B	SEM	Бета			min	max
2023	constans	-30,888	10,709		-2,884	0,005	-52,064	-9,711
	RZM	0,652	0,052	0,693	12,624	0,0005	0,550	0,755
	RZE	0,246	0,038	0,335	6,504	0,0005	0,172	0,321
	RZS	0,499	0,040	0,685	12,376	0,0005	0,419	0,578
2022	constans	45,134	5,588		8,077	0,0005	34,143	56,126
	RZM	0,378	0,036	0,428	10,401	0,0005	0,306	0,449
	RZE	0,226	0,026	0,355	8,523	0,0005	0,174	0,278
	RZS	0,163	0,027	0,256	6,101	0,0005	0,110	0,215

Примечание: SEM – стандартная ошибка; НК/СК – нестандартизированные/стандартизированные коэффициенты

МНК-тест, представленный в таблице 6, показал, что изучаемые модели стремятся к нормальному распределению, поскольку показатели стандартизованных и нестандартизированных коэффициентов практически одинаковы как у бычков 2023 года рождения, так и у 2022. Данный факт подтверждают значения доверительного интервала, размах которых был минимален и не включал в себя нуль. Также видим, что каждый из племенных индексов имеет существенный вклад в формирование константы – на уровне значимости 0,0005.

На основании имеющихся моделей уравнения регрессий для общей племенной ценности будут иметь следующий вид:

2023: RZG=-30,888+0,652(RZM)+0,246(RZE)+0,499(RZS),
RZG=-30,888+0,652*(130)+0,246*(120)+0,499*(140)=153;

2022: RZG=45,134+0,378(RZM)+0,226(RZE)+0,163(RZS),
RZG=45,134+0,378*(130)+0,226*(120)+0,163*(140)=144;

Использование максимальных пороговых значений индексов, входящих в выборочную совокупность, позволило установить, что для бычков, рожденных в 2023 году, величина общей племенной ценности составила 153, для бычков, рожденных в 2022 году, – 144, что в динамике соотносится со средними значениями показателей, полученных в таблице 1.

Выводы. Таким образом, результаты статистической обработки данных о племенных индексах голштинских бычков разного возраста показали: животные, рожденные в 2023 г., имели достоверные отличия по индексу общей племенной ценности (RZG) в сравнении с бычками 2022 г. рождения, кроме того коэффициент детерминации также превалировал в пользу бычков 2023 года, а регрессионная модель, построенная с учетом максимально пороговых значений имеющейся выборочной совокупности, соответствовала средним значениям общей племенной ценности. В тоже время коэффициенты корреляции, полученные при сравнении каждого индекса, имели слабовыраженные связи, а следовательно, существует необходимость усилить отбор животных по признакам, отражающих наибольший вклад в формировании племенной ценности, в частности по экстерьеру.

Литература

1. ***АО «Калининградский центр племенного животноводства»*** [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://plemcentr-kd.ru/uslovnye-oboznacheniya-v-kartochke-byka-molochnoj-porody/ (Дата обращения 31.07.2024).
2. ***Геномная селекция как основа племенной работы (обзор)*** / А.Е. Калашников, А.И. Голубков, В.Г. Труфанов, Е.Р. Гостева, В.Л. Ялуга, В.П. Прожерин // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 163-170.
3. ***Индексная оценка быков-производителей бурой швицкой породы*** / Н.С. Петкевич, Ю.А. Курская, В.И. Листратенкова, Н.Н. Шумейко // Вестник АПК Верхневолжья. 2016. № 3 (35). С. 63-66.
4. ***Индексная оценка быков-производителей сычевской породы*** // Н.С. Петкевич, Ю.А. Курская, В.И. Листратенкова, Н.Н. Шумейко, Ю.С. Яковлева // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. № 4 (7). С. 13.
5. ***Новый комплексный индекс племенной ценности крупного рогатого скота RZ€ и его применение в германии (обзор)*** / А.М. Рахимов, А.Б. Тлеубаев, С.Ш. Сатыгул, В.К. Дмитраш, Н.С. Садуов // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 32-40.
6. ***Breeding Values*** [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.dairynz.co.nz/animal/breeding-decisions/breeding-values/ (Дата обращения 31.07.2024).
7. ***German Holsteins: Breeding value estimation Breeding Values*** [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.rind-schwein.de/brs-cattle/holstein-breeding-value-estimation-en.html (Дата обращения 31.07.2024).

Поступила в редакцию: 05.05.2024 г.
Принята к публикации: 22.08.2024 г.

Мурленков Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук**,** научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования Орловского ГАУ, **Шендаков А.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия, e-mail: aish78@yandex.ru,

---

*- работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБОУ ВО Орловский ГАУ по теме: «Повышение генетического потенциала селекционных признаков в орловской популяции молочного скота» (FEEF 2024-0011, рег. №10240322800041-7-4.2.1).

УДК 632.911.2:633.11

Кирсанова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Мельник А.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Митина Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия, e-mail: ivanov.rast@yandex.ru
Kirsanova E.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Melnik A.F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Mitina E.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education OSAU Orel, Russia

Кирсанова Е.В. (Kirsanova E.V.), ivanov.rast@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

(The effectiveness of fungicidal protection of winter wheat seeds)

Реферат. Семена зерновых культур служат источником распространения многих заболеваний. В вариантах с использованием фунгицидов Винцит и Вайбранс интеграл, использованных для обработки семян озимой пшеницы сорта Алексеич снизился уровень развития семенной инфекции. Лабораторная всхожесть и энергия прорастания семян увеличились за счет обработки фунгицидами на 3-4 %. Проведенные исследования показали, что семена озимой пшеницы в условиях Орловской области в основном заражены инфекцией *spp. Alternaria* (62%), в меньшей степени spp. Fusarium (8%) и незначительно *spp. Penicillium* и *spp. Aspergillus*. Обработки семян Винцитом и Вайбранс интеграл в дозе 1,5 л/т снижает развитие семенной инфекции грибной природы с 88% на контроле до 11-25% соответственно. Эффективность воздействия изученных препаратов на семенную инфекцию грибной природы существенно не отличается.

Ключевые слова: озимая пшеница, фитоэкспертиза, семенная инфекция, протравитель семян, всхожесть, посевные качества семян

Report. The seeds of grain crops serve as a source of the spread of many diseases. In the variants using the fungicides Vinzit and Vibrans integral, used for the treatment of seeds of winter wheat of the Alekseich variety, the level of development of seed infection decreased. Laboratory germination and seed germination energy increased by 3-4% due to fungicide treatment. The conducted studies have shown that winter wheat seeds in the conditions of the Orel region are mainly infected with spp infection. Alternaria (62%), to a lesser extent spp. Fusarium (8%) and slightly spp. Penicillium and spp. Aspergillus. Seed treatment with Vincite and Vibrans integral at a dose of 1.5 l/t reduces the development of a fungal seed infection from 88% in the control to 11-25%, respectively. The effectiveness of the studied drugs on a fungal seed infection does not differ significantly.

Key words: winter wheat, phytoexpertise, seed infection, seed protectant, germination, sowing qualities of seeds

Введение. Наукой и практикой доказано, что всхожесть семян сельскохозяйственных культур зависит от зараженности их болезнями грибковой и бактериальной природы. [1, 2]. Превалирующей инфекцией на семенах озимой пшеницы является альтернариоз и комплекс фитопатогенов (Fusarium spp., Alternaria spp.). Кроме того, в посевах озимой пшеницы чаще всего распространены такие заболевания, как головня, фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили. Негативное влияние на всхожесть оказывают также грибы рода Alternaria, которые практически ежегодно сохраняются на семенах данной культуры [3, 4, 5].

Грибы рода *Alternaria* чаще других грибов и бактерий развиваются на семенах зерновых культур, которые являются возбудителями альтернариоза зерна.

Образование чёрного зародыша зерна, заболевания, проявляющегося в виде потемнения оболочки зерновки около зародыша, возникает от поражения также грибами Bipolaris sorokiniana (возбудитель гельминтоспориозных корневых гнилей), а также вследствие некоторых абиотических факторов [6, 7, 8].

Плесневение семян зерновых вызывают несовершенные грибы рода *Aspergillus*, рода *Penicillum* и *Trichothecium* [9,10].

Поэтому на современном этапе необходима обработка семян озимой пшеницы эффективными фунгицидами для защиты от различной инфекции.

Цель исследований

Цель исследований – изучение фитосанитарного состояния семян озимой пшеницы сорта Алексеич и определение эффективности обработки семян фунгицидами Винцит и Вайбранс интеграл.

Условия, материалы и методы исследований

Изучаемая в наших исследованиях предпосевная обработка семян заключается в протравливании семян препаратами Винцит и Вайбранс интеграл.

Винцит – фунгицид для обработки семян широкого спектра культур на основе двух взаимодополняющих действующих веществ тиабендазол + флутриафол (25 г/л+ 25г/л) и Вайбранс интеграл (175 г/л тиаметоксам 25 г/л седаксан 25 г/л флудиоксонил 10 г/л тебуконазол.), к.с., инсектофунгицид с рострегулирующим действием.

Обработка озимой пшеницы протравителями проводилась препаратами Винцит (1,5 л/т) и Вайбранс интеграл (1,5 л/т) (10 л/т раствора) за 10 дней до высева семян. Эффективность действия препаратов устанавливали путем определения зараженности семян при проращивании во влажной камере.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показали наши исследования применение инсектофунгицида Вайбранс интеграл (1,5 л/т) повышает энергию прорастания и лабораторную всхожесть на 3%, Винцит (1,5 л/т) - на 3-4% по сравнению с контролем (рис. 1).

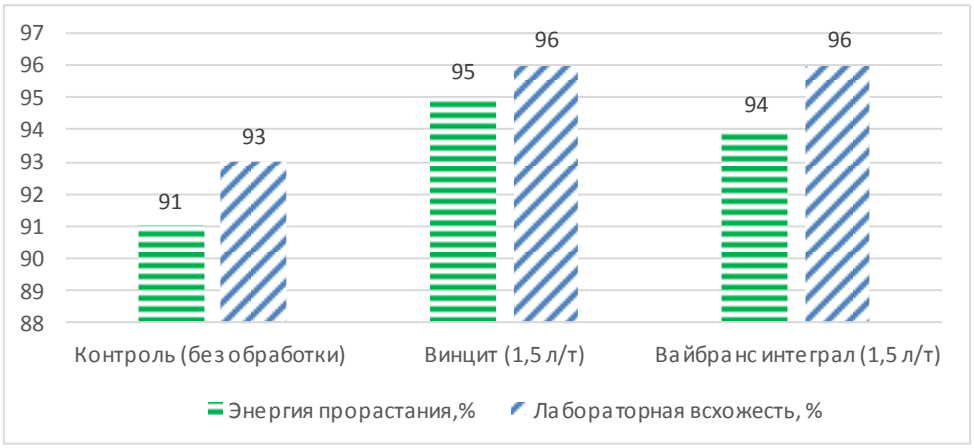


Рис. 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть в зависимости от обработки семян, %

В результате проведенных в лабораторных условиях исследований установлено, что предпосевная обработка семян исследуемыми препаратами приводит к некоторому увеличению линейных размеров проростков на момент учета всхожести (на 8 день после посева), причем в большей степени это выражено для препарата Вайбранс интеграл (рис.2, 3). На 4 день все отклонения от показателей длины корешков и ростков проростков незначительны и математически недостоверны.

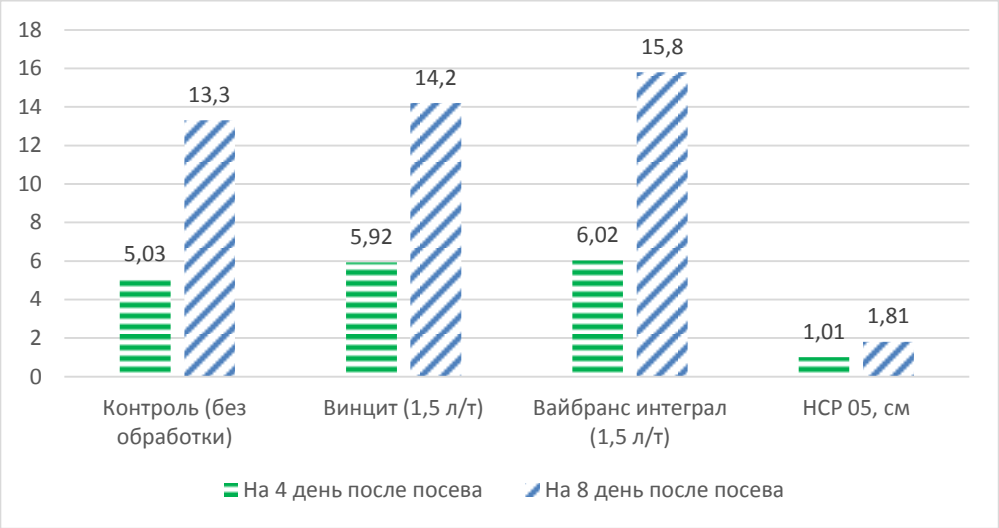


Рис. 2 – Длина корешков на 4 и 8 день после посева в зависимости от обработки семян, см

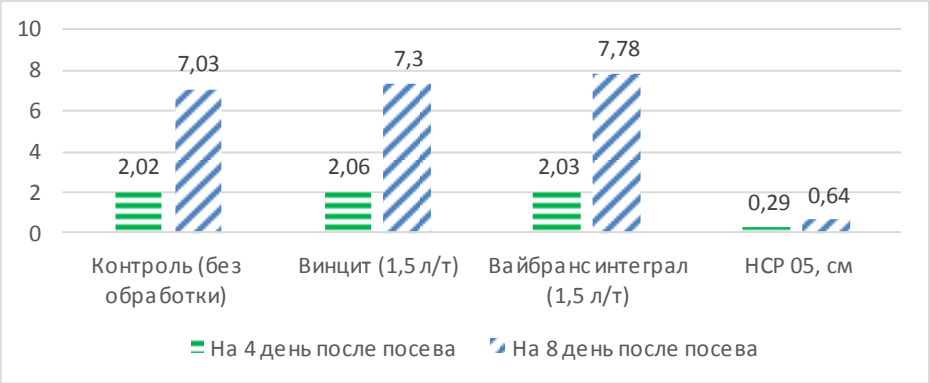


Рис. 3 – Длина ростков на 4 и 8 день после посева в зависимости от обработки семян, см

Была проведена фитоэкспертиза обработанных и необработанных препаратами Винцит и Вайбранс интеграл семян озимой пшеницы сорта Алексеич 2022 года урожая. В результате было установлено, что гельминтоспориоз практически отсутствовал на семенах, зерновки поражались альтернариозной инфекцией. Кроме того, на семенах были установлены грибы рода *Fusarium*. Отмечен высокий процент распространения альтернариоза (табл.1, рис. 4, 5).

Таблица 1 - Зараженность семян озимой пшеницы фитопатогенами

Варианты	spp. Alternaria, %	Spp. Fusarium, %	Spp. Penicillium, %	Spp. Aspergillus, %	Комплекс патогенов, %	Бактериоз, %
Контроль (без обработки)	62	8	2	2	14	4
Винцит (1,5 л/т)	7	1	-	-	3	4
Вайбранс интеграл (1,5 л/т)	9	1	1	2	12	4

В результате исследований установлено, что семена озимой пшеницы в основном заражены инфекцией *spp. Alternaria*, 62%. В меньшей степени spp. Fusarium, 8%, а также комплексом патогенов – 14%. Кроме того, в незначительной степени отмечено наличие *spp. Penicillium* и *spp. Aspergillus*.

В наших исследованиях обработка семян препаратами Винцит (1,5 л/т) и Вайбранс интеграл (1,5 л/т) способствовали практически полному оздоровлению семенного материала (рис. 6, 7).



Рис. 4. Необработанные семена на 5 сутки после посева.



Рис. 5 Необработанные семена на 5 сутки после посева.



Рис. 6. Обработанные фунгицидом Вайбранс интеграл (1,5 л/т) семена на 5 сутки после посева

В то же время обработка семян препаратами Винцит и Вайбранс интеграл (1,5 л/т) фактически не оказала влияния на бактериоз. Количество семян, пораженных бактериозом, одинаково как на контрольном варианте, так и на изучаемых вариантах опыта (4%).

На рисунке 7 представлены проростки озимой пшеницы на 10 день проращивания в рулонах фильтровальной бумаги во влажной камере. Визуально заметна существенная разница по развитию поверхностной семенной инфекции грибной природы, практически отсутствующей в варианте с обработкой пестицидом и интенсивно развивающейся в контрольном варианте.



Рис. 7 - Семена, обработанные фунгицидом Вайбранс интеграл (1,5 л/т), на 10 сутки после посева

На бактериоз обработка как Винцитом, так Вайбранс интеграл в дозе 1,5 л/т влияния не оказала. Так, например, на рис.4 представлены семена, обработанные фунгицидом Вайбранс интеграл. На фото крайнее справа видно непроросшее семя озимой пшеницы, пораженное бактериозом.

Выводы:

1. Обработка семян озимой пшеницы фунгицидами Винцит и Вайбранс интеграл привела к повышению посевных качеств семян, что выразилось ростом лабораторных показателей всхожести и энергии прорастания (на 3-4 %) и увеличением линейных показателей проростков на 8 день после посева.

2. Семена озимой пшеницы в условиях Орловской области основном заражены инфекцией spp. Alternaria (62%), в меньшей степени spp. Fusarium (8%) и незначительно *spp. Penicillium* и *spp. Aspergillus*.

3. Фунгициды Винцит и Вайбранс интеграл в дозе 1,5 л/т стабилизируют фитосанитарное состояние семян озимой пшеницы за счет снижения развития семенной инфекции грибной природы на 11-25%.

4. Эффективность фунгицидов Винцит и Вайбранс интеграл по действию на грибную семенную инфекцию озимой пшеницы и бактериоз существенно не отличается.

Литература

1. ***Фитоэкспертиза семян*** https://mcx.pnzreg.ru/all/fitoekspertiza-semyan (дата обращения 26.06.2024)
2. ***Полунина Т.С.*** Семенная инфекция на сортах озимой пшеницы в ЦЧР /Полунина Т.С., Лавринова В.А./https://www.arisersar.ru/conference/selection-19/Polunyna.pdf
3. ***Альтернариозная семенная инфекция***// https://agro-nn.ru/stati/alternarioznaya-semennaya-infekcziya/
4. ***Плесневение семян*** //https://agroex.ru/harms/bolezni/plesnevenie_semyan/ (дата обращения 26.06.2024)
5. ***Гвоздева М.С.*** Эффективность фунгицидов против комплекса семенной инфекции на озимой пшенице // Гвоздева М.С., Волкова Г.В. /В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко, 2017. - С. 326-327.
6. ***Моисеева К.В.*** Посевные и фитосанитарные качества семян озимой пшеницы / К.В. Моисеева, А.А. Моисеева //В сборнике: Новая наука: новые вызовы. - 2017. - С. 10-13.
7. ***Коломбет Л.В., Соколов М.С.*** Экспресс-оценка антигрибного, рострегулирующего и фитотоксического действия протравителей семян //Агрохимия. - 2006. - № 8. - С. 52-56.
8. ***Кинчарова М.Н.*** Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области /Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдряев М.Р. //Аграрная наука. - 2024. - № 3. - С. 119-123.
9. ***Цуканова З.Р.*** Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства /Цуканова З.Р., Латынцева Е.В., Молошонок А.А., Кирсанова Е.В., Варнавский П.В. // Земледелие. - 2018. -№ 4.- С. 45-47.
10. ***Мельник А.Ф***. Научные основы производства качественного зерна озимой пшеницы в Орловской области /Мельник А.Ф., Лысенко Н.Н., Золотухин А.И., Кирсанова Е.В., Таракин А.В. // Рекомендации. - Орёл. - 2019. -26 С.

Поступила в редакцию: 21.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

Кирсанова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства **Мельник А.Ф.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, **Митина Е.В.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры защиты растений и экотоксикологии ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия, e-mail: ivanov.rast@yandex.ru

УДК 633.34: 632.4:631.89

Резвякова С.В., доктор с.-х. наук, доцент, lana8545@yandex.ru
Митина Е.В., кандидат с.-х. наук, amigo1870@yandex.ru
Евдакова М.В., кандидат с.-х. наук, maria.evdakova@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия
Rezvyakova S.V., PhD, Associate Professor, lana8545@yandex.ru
Mitina E.V., Candidate of Agricultural Sciences, amigo1870@yandex.ru
Evdakova M.V., Candidate of Agricultural Sciences, maria.evdakova@yandex.ru
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", Oryol, Russia

ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

(Effect of seed preparation on soybean yield)

Реферат. Полевые опыты проводились в 2021-2022 гг. на опытном поле НОПЦ «Интеграция» ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. В опыте применяли отвальную основную обработку почвы в осенний период на глубину 22-25 см. Боронование проводили ранней весной для рыхления и закрытия влаги. Предпосевную культивацию проводили на глубину 5-7 см. Предшественник - яровая пшеница. Посев семян сои производили в мае широкорядным способом из расчета 0,5 млн./га всхожих семян. Расположение делянок систематическое. Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянок составила 100 м^2. Учетная площадь делянок составила 80 м^2. Под основную обработку пахотного слоя почвы внесли минеральные удобрения в дозах N30P30K30 в виде нитрофоски, и азотные удобрения N30 внесли под припосевную обработку. Для борьбы с сорной растительностью применяли по всем вариантам опыта гербициды: до всходов Бриг, КС (500 г/л прометрина) 3 л/га, после всходов - Бенито, ККР (300 г/л бентазона) 2,5 л/га и Хилер, МКЭ (40 г/л квизалофоп-П-тефурила) 1 л/га. Для защиты от вредителей применяли при достижении экономического порога вредоносности инсектицид Пирелли, КЭ (400 г/л хлорпирифоса + 20 г/л бифентрина) 1 л/га. Для защиты от грибковых болезней по вегетации в фазу бутонизации – начала цветения применяли препарат Мистерия, МЭ (80 г/л пираклостробина + 80 г/л тебуконазола + 40 г/л дифеноконазола) 1,2 л/га. Обработку семян проводили за две недели до посева стимулятором роста Биостим Старт, фунгицидом Гераклион, микробиологическим инокулянтом Ризоформ Соя. Лучшие результаты по изучаемым показателям выявлены при комплексном использовании протравителя Гераклион, КС (400 г/л тирама + 25 г/л тебуконазола + 15 г/л азоксистробина) - 1,2 л/т, стимулятора роста и развития Биостим Старт - 0,8 л/т, инокулянта Ризоформ Соя 1,8 л/т (совместно с прилипателем Статик 1,8 л/т). Урожайность семян сои составила соответственно 1,58 т/га, что превысило аналогичный показатель контрольного варианта на 0,22 т/га.

Ключевые слова: соя, подготовка семян, протравитель, инокулянт, симбиотическая азотфиксация, урожайность.

Abstracts. Field experiments were conducted in 2021-2022 on the experimental field of NOPC "Integration" FGBOU VO Oryol GAU. In the experiment, we used moldboard tillage in the fall period to a depth of 22-25 cm. Harrowing was carried out in early spring to loosen and close moisture. Pre-sowing cultivation was carried out at a depth of 5-7 cm. The precursor was spring wheat. Soybean seeds were sown in May in a wide-row method at the rate of 0.5 million/ha of germinated seeds. The arrangement of plots was systematic. Repetition of the experiment is threefold. The sowing area of plots was 100 m2. Counting area of plots was 80 m2. Mineral fertilizers in doses N30P30K30 in the form of nitrophoska were applied under the main tillage of the arable layer of soil, and nitrogen fertilizers N30 were applied under the pre-sowing treatment. To control weeds, herbicides were used in all variants of the experiment: before sprouting Brig, KS (500 g/l prometrine) 3 l/ha, after sprouting - Benito, KKR (300 g/l bentazon) 2.5 l/ha and Hilaire, MCE (40 g/l quizalofop-P-tefuryl) 1 l/ha. For protection against pests, insecticide Pirelli, KE (400 g/l chlorpyrifos + 20 g/l bifenthrin) 1 l/ha was applied when the economic threshold of pest damage was reached. For protection against fungal diseases during vegetation in the phase of budding - beginning of flowering, the preparation Misteria, ME (80 g/l pyraclostrobin + 80 g/l tebuconazole + 40 g/l diphenoconazole) 1.2 l/ha was applied. Seeds were treated two weeks before sowing with growth stimulator Biostim Start, fungicide Heraklion, microbiological inoculant Rhizoform Soya. The best results on the studied indicators were revealed at complex use of Heraklion, KS (400 g/liter of. thiram + 25 g/liter of tebuconazole + 15 g/liter of azoxystrobin) - 1.2 l/t, growth and development stimulator Biostim Start - 0.8 l/t, inoculant Rizoform Soya 1.8 l/t (together with adhesive Static 1.8 l/t). Soybean seed yield was 1.58 t/ha, which exceeded the same indicator of the control variant by 0.22 t/ha

Key words: soybean, seed preparation, seed dressing, inoculant, symbiotic nitrogen fixation, yield.

Соя является одной из основных зернобобовых культур. В последние десятилетия ареал культуры значительно расширился. Созданы новые сорта с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности к природно-климатическим условиям ЧЦЗ. По мнению ряда авторов, на сегодняшний день соя считается уникальной технической зернобобовой культурой, поскольку семена содержат богатый биохимический состав. Авторы отмечают, что при глубокой переработке семян можно получить около 60% ценных органических соединений (протеина и растительного жира) (Белышкина, 2018; Головина, Зотиков, 2019;

Белышкина, Гуреева, 2020; Шабалдас, 2023).

Добиться увеличения валового сбора семян сои можно как за счет увеличения посевных площадей, так и на основе разработки сортовой ландшафтно-ориентированной технологии возделывания. По данным статистических исследований ДАЙДЖЕСТ ФАНУ Востокгосплан (2022), в мире посевные площади под соей с целью производства высокобелкового зерна, с 2011 по 2021 г. увеличились на 26,4%, что составляет 130,4 млн. гектаров. Валовый сбор зерна в 2021 г. в мире составил 352 млн. тонн, что больше уровня 2011 г. на 46%.

Средняя урожайность сои в РФ в последние годы составила около 1,57 т/га. В передовых хозяйствах на новых сортах получали до 2,5-2,6 т/га. По данным Е.Г. Котляровой и В.Г. Грициной (2021), достижения селекции и благоприятные климатические условия, которые соответствуют биологическим особенностям культуры, позволили Белгородской области стать рекордсменом по урожайности семян сои - средняя урожайность составляет 24 ц/га.

Разработке агроприемов возделывания сортов сои в России занимаются многие исследователи (Асокин, 2007; Парахин и др., 2008; Дорохов, А.С. 2019; Пискунов и др., 2019; Белышкина и др., 2020; Синеговская и др., 2020; Резвякова др., 2023). Непосредственно в Орловской области созданию сортов сои и вопросам сортовой агротехнологии посвящены научные изыскания сотрудников ФГБНУ федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур – Зотиков В.И., Головина Е.В., Бударина Г.А., Цуканова З.Р., Гуринович С.О., Панарина В.И. и др.

Инокуляция семян сои бактериальными препаратами является широко известным и давно применяемым элементом технологии при выращивании сои (Агафонов, Голубь, Бекмурзаева, 2015). Исследованиями доказано, что при обработке семян препаратами, содержащими специализированные бактерии из рода Rizobium, создаются наиболее благоприятные условия для роста и развития растений, что положительно влияет на процесс симбиоза и в целом на продуктивность сои (Агафонов, Шабалдас, 2018). В благоприятные по влагообеспеченности годы соя может усваивать до 180-200 кг/га биологического азота.

Борьба с семенной инфекцией, а также стимуляция работы бобово-ризобиальной системы являются одними из важных агротехнических приемов при выращивании сои.

Цель исследований. Повысить урожайность сои в почвенно-климатических условиях Центрального-Черноземного региона за счёт комплексной подготовки семян к посеву. В задачи исследований входило изучение влияния подготовки семян к посеву на всхожесть, симбиотическую активность и урожайность культуры.

Объекты и предмет исследований. Объектом исследований являлся агроценоз сои сорта Свапа. Предмет исследований – влияние комплексной подготовки семян, включающей протравитель, инокулянт и стимулятор роста и развития на продуктивность сои.

Программа и методика проведения исследований

Полевые опыты проводились в 2021-2022 гг. на опытном поле НОПЦ «Интеграция» ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. В опыте применяли отвальную основную обработку почвы в осенний период при помощи сельскохозяйственной техники – трактора МТЗ-1221 с плугом ПН-4-35 на глубину пахотного слоя 22-25 см. Боронование проводили ранней весной при помощи бороны БЗСС-1 для рыхления верхнего пахотного слоя и закрытия влаги. Предпосевная культивация проводилась при помощи культиватора КПН-4 на глубину 5-7 см.

Предшественник - яровая пшеница. Посев семян сои производили при наступлении благоприятных погодно-климатических условий в мае широкорядным способом из расчета 0,5 млн./га всхожих семян. Расположение делянок систематическое. Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянок составила 100 м^2. Учетная площадь делянок составила 80 м^2. Для определения потребностей в NPK на запланированный урожай применяли балансовый метод с использованием данных агрохимического обследования полей. Основную часть удобрений вносили под основную обработку пахотного слоя в дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$ в виде нитрофоски, а оставшуюся часть азотных удобрений N_{30} вносили под припосевную обработку почвы.

Для борьбы с сорной растительностью применяли по всем вариантам опыта следующие гербициды: до всходов Бриг, КС (500 г/л прометрина) 3 л/га - почвенный гербицид. Эффективен против широкого спектра однолетних двудольных и злаковых сорняков, в том числе трудноискоренимых. Применение препарата не оказывает воздействия на последующие культуры в севообороте и обеспечивает надежную защиту на протяжении 30 дней.

После всходов - Бенито, ККР (300 г/л бентазона) 2,5 л/га для защиты сои от двудольных сорняков и Хилер, МКЭ (40 г/л квизалофоп-П-тефурила) 1 л/га для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков.

Для защиты от вредителей применяли при достижении экономического порога вредоносности инсектицид Пирелли, КЭ (400 г/л хлорпирифоса + 20 г/л бифентрина) 1 л/га - комбинированный инсектоакарицид широкого спектра действия.

Для защиты от грибковых болезней по вегетации в фазу бутонизации – начала цветения применяли препарат Мистерия, МЭ (80 г/л пираклостробина + 80 г/л тебуконазола + 40 г/л дифеноконазола) 1,2 л/га.

В опыте использовали.

Гераклион, КС (400 г/л тирама + 25 г/л тебуконазола + 15 г/л азоксистробина) - фунгицидный протравитель на сое пролонгированного действия до 6 недель. Обладает частичным бактериальным действием.

Комплексное минеральное удобрение *Биостим Старт* (табл. 1).

Таблица 1 – Состав препарата Биостим Старт, %

Свободные аминокислоты растительного происхождения	Поли сахариды	Азот (N общ.)	P_2O_5	K_2O	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
5,5	7,0	4,5	5,0	2,5	1,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,01

Ризоформ Соя на основе бактерии Bradyrhizobium japonicum, титр 10^9-10^{10} КОЕ/мл. Инновационный высокоэффективный инокулянт в жидкой формуляции для обработки семян сои, а также для внесения в почву при посеве. Для инокуляции семян сои микробиологическое удобрение Ризоформ Соя смешивают со стабилизатором-прилипателем «Статик» в соотношении 1:1 в расчетных количествах.

Совместная обработка семян сои происходила за две недели до посева препаратом Биостим Старт - 0,8 литров на тонну семян и фунгицидом Гераклион 1,2 л/т с добавлением микробиологического инокулянта Ризоформ Соя 1,5 и 1,8 л/га и стабилизатора-прилипателя Статик 1,5 и 1,8 л/га.

Схема подготовки семян к посеву

1. Гераклион 1,2 л/т – контроль;
2. Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т;
3. Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,5 л/га + Статик 1,5 л/га;
4. Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/га + Статик 1,8 л/га.

При определении всхожести семян руководствовались ГОСТ Р 52325-2005. Качественные показатели посевного материала показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика высеянных семян

Сорт	Репродукция	Чистота, %	Всхожесть, %	Масса 1000 семян, г
Свапа	РСт	99,9	95,0	129,0

РСт - репродукционные семена, предназначенные не на семенные цели, а для производства товарной продукции (Информация ГОСТ Р 52325-2005).

Перед подготовкой посевного материала семена были отданы в филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Орловской области для проведения фитопатологической экспертизы методом проращивания в рулонах и микроскопировании. Были получены следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты фитопатологической экспертизы семян сои сорта Свапа

Наименование культуры, сорта, репродукции	Общий % зараженных семян	В т.ч. заражение по видам болезни, %						Степень поражения, балл	% невзошедших семян
		Аскохитоз	Фузариоз	Гельминтоспориоз	Альтернариоз	Плесени	Антракноз		
Соя Свапа, РСт	16,0	-	5,0		4,0	4,0	3,0	I-III	6,0

По результатам фитопатологической экспертизы отмечено, что пораженность семян сои сорта Свапа составляет 16% при балле поражения от 1 до 3-х.

Фузариоз поражает всходы и взрослые растения сои. Проростки деформируются, неравномерно утолщаются, на семядольных листьях с верхней и нижней стороны появляются глубокие круглые, бурые язвы, которые при высокой влажности могут покрываться розовым налетом. Пораженные ростки, погибают. Пораженные семена чаще не дают всходов, и покрывается беловато-розоватым налетом. Фузариоз сои особенно опасен на ранней стадии вегетации и способен уничтожить до 30% урожая культуры.

Оптимальные температуры воздуха для развития и сои, и фузариоза ≈ 24 - 28 °С, но гриб прорастает раньше - уже при температуре почвы 5 °С, тогда как для дружных всходов сои нужны температуры 15-18 °С, таким образом, риск инфицирования очевиден.

Альтернариоз сои – заболевание сои, приводящее к засыханию листьев растений, а также может привести к гибели всех посевов.

Плесневение семян сои - заболевание, вызываемое комплексом патогенов. Приводит к сильной потере густоты стояния растения, в отдельные годы и при совершении агротехнических ошибок может стать причиной потери до 100% урожая.

Антракноз более чем в 2 раза может снижать массу растений, количество и массу бобов и семян.

В нашем опыте в 2021 году лабораторная всхожесть семян сорта сои Свапа составила 93-95%, в 2022 году была на 2% выше – 95-97%. В оба года исследований лабораторная всхожесть была выше на варианте с комплексной обработкой семян протравителем, удобрением и инокуляцией в максимальной дозе - Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/га + Статик 1,8 л/га. В среднем за 2 года лабораторная всхожесть семян по вариантам различалась в пределах двух процентов и составила 94-96%.

На контрольном варианте полевая всхожесть по

сравнению с лабораторной в 2021 году была ниже на 7%, в 2022 - на 9%. Это обусловлено менее благоприятными условиями 2022 года в отношении влагообеспеченности и температурного режима почвы.

По всем вариантам опыта в 2022 году полевая всхожесть уступала на 8-10% лабораторной по сравнению с предыдущим годом.

В среднем за 2 года полевая всхожесть семян сои составила 86-90%. Лучшие результаты выявлены на вариантах с применением Ризоформ Соя 1,5 л/га + Статик 1,5 л/га и Ризоформ Соя 1,8 л/га + Статик 1,8 л/га – 89-90%.

Симбиотическая активность в зависимости от применяемых биопрепаратов для инокуляции семян сои

Наиболее дешёвым и доступным способом обеспечения растений азотом в период вегетации является симбиотическая фиксация азота воздуха. Использование инокулянтов позволяет сократить расходы при выращивании сои, что обусловлено необходимости внесения меньшего количества химических удобрений.

В отличие от других растений, соя использует нитраты в процессе синтеза белков и аминокислот. Отличительной особенностью данной культуры является ее способность усваивать азот из атмосферы. При этом, вносимые бактерии формируют своего рода защитный слой между растением и почвой, что позволяет исключить возможность насыщения конечной продукции вредными соединениями.

Основные требования к инокулянтам:

Вносимые микроорганизмы должны обладать определенными характеристиками, от которых зависит эффективность проведения симбиоза;

Высокие показатели конкурентоспособности, что обеспечивает проникновение в растение при наличии аналогичных или дифференцированных штаммов;

Предрасположенность к симбиозу именно с определенным кругом растений, что гарантирует хорошие показатели и высокую эффективность обработки;

Наличие способности преобразовывать азот в специальные соединения, необходимые для эффективного роста и развития растения;

Возможность приводить к существенному повышению урожайности и способности самого растения получать азотные соединения;

Важным параметром используемых бактерий является их стерильность, то есть полное отсутствие опасных штаммов, которые могут снизить эффективность полезных бактерий, а также нанести другой вред растениям. Стоит отметить, что достаточно важное значение имеет срок хранения средств, так как присутствующие в них микроорганизмы склонны к постоянному росту. Через определенный период рост и развитие бактерий заканчивается и происходит их отмирание.

Для определения возможности увеличения урожая семян сои при организации симбиотической азотфиксации бобового растения сои и клубеньковых бактерий в опыте проводили инокуляцию семян перед посевом разными дозами Ризоформа Соя. В процессе вегетации учитывали симбиотическую азотфиксацию клубеньковых бактерий, поселившихся на корнях растений сои. В условиях темно серой лесной почвы на корневой системе сои образовывались активные клубеньковые бактерии независимо от того, проводилась инокуляция семенного материала или нет. На контрольном варианте (без инокуляции семян биопрепаратами) в фазу ветвления сои насчитывалось 15 шт./раст. в 2021 году и 17 шт./раст. в 2022 году. В зависимости от дозы бактериального препарата количество клубеньков колебалось от 19 до 22 шт./раст. в 2021 году и от 24 до 28 шт./раст. в 2022-м (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние подготовки семян на количество и массу клубеньков у растений сои сорта Свапа в фазу ветвления

Вариант	Количество клубеньков, шт./раст.			Масса клубеньков, г/раст. (воздушно сухая)		
	2021 г.	2022 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	среднее
Гераклион 1,2 л/т – контроль	15	17	16	0,03	0,06	0,045
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т	17	14	15,5	0,05	0,08	0,065
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,5 л/т + Статик 1,5 л/т	19	24	21,5	0,08	0,13	0,105
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/т + Статик 1,8 л/т.	22	28	25	0,11	0,24	0,175

После отбора монолита с неповреждённой корневой системой и отмывания её от почвы были учтены белые и розовые клубеньки. В среднем за 2021–2022 гг. на контроле насчитывалось 16 шт./раст. клубеньков с общей массой 0,045 г/раст.

Обработка семян минеральным комплексным удобрением не способствовала увеличению количества клубеньков. На данном варианте их насчитывалось 15,5 шт./раст. Однако их масса превышала аналогичный показатель на контроле на 0,02 г/раст., т.е. на 44%.

Обработка семян инокулянтом Ризоформ Соя в дозе 1,5 л/т позволила увеличить в среднем за два года количество клубеньков до 21,5 шт./раст. с массой 0,105г/растение, что превышает контроль на 133%.

Увеличение дозы инокулянта до 1,8 л/т увеличило количество клубеньков на корнях растений до 25 шт. и массу клубеньков до 0,175 г, т.е. на 289%. Это в очередной раз подтверждает роль инокуляции

семян в повышении симбиотической активности растений.

Применяемые агроприемы оказали положительное влияние на формирование структуры урожая и урожайности сои в годы исследований. Так, в 2021 году на контрольном варианте количество бобов на растении составило 43 шт., масса семян – 12,1 г, масса 1000 семян – 138 г.

На варианте Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т получены аналогичные результаты, в пределах ошибки опыта.

На варианте Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,5 л/т + Статик 1,5 л/т прибавка по количеству и массе бобов с растения составила соответственно 7 и 5%. Масса 1000 семян осталась без изменений – 138 г. Максимальная прибавка по изучаемым показателям получена при увеличении дозы инокулянта до 1,8 л/т – 9,3; 9,1 и 2,9%.

Урожайность сои в 2021 году варьировала по вариантам от 1,32 до 1,53 т/га. Достоверная разница выявлена на варианте Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/т + Статик 1,8 л/т.

В 2022 году получены аналогичные результаты по количеству и массе бобов с растения и по массе 1000 семян. Достоверная прибавка урожайности выявлена на двух вариантах с обработкой семян инокулянтом Ризоформ Соя в дозах 1,5 и 1,8 л/т.

В среднем за 2021-2022 гг. на вариантах Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,5 л/т + Статик 1,5 л/т и Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/т + Статик 1,8 л/т получена статистически достоверная разница с контролем по количество бобов, массе семян с растения и урожайности семян сои (табл. 5).

Таблица 5 – Структура урожая и урожайность сои (в среднем за 2021-2022 гг.)

Вариант	Количество бобов, шт./раст.	Массасемян, г/раст.	Масса1000 семян,г	Урожайность, т/га	± к контролю
Гераклион 1,2 л/т – контроль	43,5	12,5	138,5	1,36	–
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т	44,4	12,7	136,6	1,40	+0,04
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,5 л/т + Статик 1,5 л/т	46,5	13,1	138,5	1,53	+ 0,17
Гераклион 1,2 л/т + Биостим Старт - 0,8 л/т + Ризоформ Соя 1,8 л/т + Статик 1,8 л/т	47,6	13,6	142,6	1,58	+ 0,22
$НСР_{05}$	2,3	0,4	Fф<Fт	0,16	-

На данных вариантах урожайность составила соответственно 1,53 и 1,58 т/га, что превысило аналогичный показатель контрольного варианта на 0,17 и 0,22 т/га.

Таким образом, анализ результатов показал большое значение применяемых агроприемов подготовки семян сои к посеву. Лучшие результаты по изучаемым показателям выявлены при комплексном использовании протравителя Гераклион - 1,2 л/т, стимулятора роста и развития Биостим Старт - 0,8 л/т, инокулянта Ризоформ Соя 1,8 л/т (совместно с прилипателем Статик 1,8 л/т). Формирование клубеньковых бактерий на корнях растений на варианте без инокуляции семян свидетельствует о наличии в почве аборигенных популяций ризобий. Однако использование инокулянтов позволяет существенно повысить симбиотическую азотфиксацию за счет увеличения количества и массы клубеньковых бактерий.

Литература

1. ***Агафонов, О.М.*** Влияние обработки семян ризобиальными препаратами на формирование фотосинтетического аппарата растениями сои / О.М. Агафонов, А.С. Голубь, Р.Б. Бекмурзаева // Аграрная наука, творчество, рост: сб. науч. тр. по матер. V Междунар. науч.-практ. конф. Ставрополь, 2015. С. 16–18.
2. ***Агафонов, О.М.*** Применение бактериальных удобрений и стимуляторов роста при выращивании сои в условиях восточной зоны Краснодарского края / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас. Ставрополь: АГРУС, 2020. 136 с.
3. ***Асокин, О.И.*** Влияние инокулирования ризоторфином и инкрустирования семян микроэлементами на продуктивность сои / О.И. Асокин // Сб. матер. 4-й Межд.. конф. молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур», посв. 95-летию со дня основания ВНИИМК, 27-29 марта 2007 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. Краснодар, 2007. С. 13-16.
4. ***Белышкина, М.Е.*** Проблема производства растительного белка и роль зерновых бобовых культур в ее решении / М.Е. Белышкина // Природообустройство. 2018. № 2. С. 65-73.
5. ***Белышкина, М.Е.*** Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода / М.Е. Белышкина, Т.П. Кобозева Е.В. Гуреева // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 4-9.
6. ***Белышкина, М.Е.*** Сравнительный анализ биохимического состава сортов сои северного экотипа и оценка их пригодности для переработки / М.Е. Белышкина, Е.В. Гуреева // Аграрная Россия. 2020. Вып. 1. С. 35-39.
7. ***Головина, Е.В.*** Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Цен-

трально- Черноземного региона РФ / Е.В. Головина, В.И. Зотиков. Орел: «Изд-во Картуш», 2019. 318 с.

8. ***Дорохов, А.С.*** Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития / А.С. Дорохов, М.Е. Белышкина, К.К. Большева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 25-33.
9. ***Котлярова, Е.Г.*** Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от уровня удобренности / Е.Г. Котлярова, В.Г. Грицина // Аграрный научный журнал. 2021. № 2. С. 25-32.
10. ***Парахин, Н.В.*** Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои / Н.В. Парахин, А.А. Осин, В.С. Осина // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2008. № 3 (12). С. 2-4.
11. ***Пискунов, К.С.*** Применение биопрепаратов в предпосевной обработке семян в посевах сои в условиях Приморского края / К.С. Пискунов, Н.С. Кочаева, Е.Е. Кульдяева // Аграрный вестник Приморья. 2019. № 4(16). С. 15-18.
12. ***Резвякова С.В., Еремин Л.П., Чернова О.П.*** Биологизированная защита сои от грибных болезней и урожайность культуры //Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2023. № 2 (38). С. 110-113.
13. ***Синеговская, В.Т.*** Влияние обеспеченности растений минеральным питанием на содержание белка в семенах сои / В.Т. Синеговская, Е.Т. Наумченко, И.В. Ануфриева // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 4. С. 69-72.
14. ***Шабалдас О.Г.*** Агробиологическое обоснование агротехнических приемов повышения продуктивности сои в условиях Центрального Предкавказья / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. - Ставрополь, 2023. 47 с.

Поступила в редакцию: 05.08.2024 г.
Принята к публикации: 25.08.2024 г.

Резвякова С.В., доктор с.-х. наук, доцент, lana8545@yandex.ru, **Митина Е.В.,** кандидат с.-х. наук, amigo1870@yandex.ru, **Евдакова М.В.,** кандидат с.-х. наук, maria.evdakova@yandex.ru, кафедра агроэкологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орёл, Россия

УДК 664.64.016.8

Корнева Е.С., специалист по учебно-методической работе
(e-mail: zaitzewazoya@yandex.ru)
Дерканосова Н.М., доктор технических наук, профессор
(e-mail: kommerce05@list.ru)
Василенко О.А., кандидат технических наук, доцент
(e-mail: ewa007@yandex.ru)
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия
Korneva Elena Sergeevna, specialist in educational and methodological work
Derkanosova Natalia Mitrofanovna, Doctor Techn.Sci., Professor
Vasilenko Olga Alexandrovna, Cand. Techn.Sci., associate Professor
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТА ПЕРЕРАБОТКИ ЯКОНА (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*) НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА МУКИ

(The effect of the yacon (*Smallanthus sonchifolius*) processing product on the baking properties of flour)

Поиск и обоснование способов применения сырьевых ингредиентов, позволяющих спроектировать обогащенные пищевые продукты массового потребления, отвечает трендам исследований в области пищевых систем. В качестве обогащающего ингредиента выбрана интродуцированная культура – якон. Предложен способ его переработки ИК сушкой с последующим измельчением до гранулометрии муки пшеничной хлебопекарной. Для изучения целесообразности применения муки из якона (ЯМ) в технологии крекера с позиций формирования традиционных органолептических и физико-химических показателей определены хлебопекарные свойства модельных мучных смесей. Исследовано влияние муки из якона на количество и качество клейковины, цвет и содержание водорастворимых веществ. Установлено, что ЯМ оказывает влияние на хлебопекарные свойства, снижая количество клейковины и цвет и практически не влияя на качество клейковины. Для формирования качественных характеристик крекера, близких к традиционным, целесообразно рассматривать его дозировку, не превышающую 13 % от массы муки

The search and justification of ways to use raw ingredients that allow the design of fortified food products for mass consumption meets the trends of research in the field of food systems. An introduced culture, yacon, was chosen as an enriching ingredient. A method of its processing by IR drying with subsequent grinding to granulometry of baking wheat flour is proposed. To study the feasibility of using yacon flour in cracker technology from the standpoint of the formation of traditional organoleptic and physicochemical parameters, the baking properties of model flour mixtures were determined. The effect of yacon flour on the quantity and quality of gluten, color and content of water-soluble substances has been studied. It has been established that YAM has an effect on baking properties, reducing the amount of gluten and color and practically without affecting the quality of gluten. To form the qualitative characteristics of a cracker close to traditional ones, it is advisable to consider its dosage not exceeding 13% of the flour weight

Ключевые слова: якон, мука из якона, крекер, хлебопекарные свойства, модельные мучные смеси

Keywords: yacon, yacon flour, cracker, baking properties, model flour mixtures.

Разработка, постановка на производство и продвижение на потребительском рынке обогащенных пищевых продуктов относится к приоритетным задачам, определенным Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации. Решение этой задачи должно строиться на ряде принципов [1,2]. Среди которых – доступность и технологичность обогащающего сырьевого ингредиента, массовость потребления пищевого продукта, а также его идентичность традиционно вырабатываемым изделиям этой группы. Первому принципу в полной мере удовлетворяют продукты переработки якона. Селекционная работа отечественных ученых Гинс В.К., Гинс М.С. и Кононкова П.Ф. позволила районировать сорта якона в центральной зоне России, среди последних сорт якона Юдинка [3,4]. Предложено получение муки из якона ИК-сушкой предварительно вымытых и нарезанных толщиной 3-4 мм пластин из якона. Высушенные пластины якона измельчали до гранулометрии характерной для муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. В качестве объекта обогащения, отвечающего принципу массовости потребления, в работе был принят крекер. Предварительные исследования показали популярность этого продукта на региональном рынке потребления и, соответственно, его существенную долю в объеме производства региональных предприятий. Для определения перспективности муки из якона в технологии крекера была проведена эксперимен-

тальная серии, в которой изучали влияние якона на хлебопекарные свойства муки, так как именно они обеспечивают необходимую структуру и органолептические характеристики крекера.

Соответственно, целью исследования стало экспериментальное обоснование перспективности применения муки из якона с позиций обеспечения хлебопекарных свойств модельных мучных смесей, как фактора обуславливающего сенсорное восприятия крекера. Мучные модельные смеси составляли из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из якона при дозировке последней от 6,0 до 20, 0 % с шагом 3,5 %. Традиционные хлебопекарные свойства модельных смесей изучали по показателям количества и качества клейковины, цвета, количеству водорастворимых веществ стандартизированными методами.

Обсудим результаты исследований. Как известно, традиционно для мучных кондитерских изделий не предъявляется высоких требований по количеству и качеству клейковины. Высокие характеристики белково-протеиназного комплекса приводят к «затягиванию» теста и снижению таких характеристика, как намокаемость, вид в изломе, форма. Однако, по отношению к крекеру, затяжному печенью и галетам эта зависимость другая. Мука должна иметь достаточно высокое содержание клейковины, позволяющее формировать структуру многочисленным слоением. При этом клейковина должна эластичной, позволяющей сохранить слоистую структуру на этапе формования и выпечки. Так, исследованиями Мелешкиной Е.П. и других ученых установлен рациональный диапазон количества и качества клейковины в пшеничной муке для производства крекера: 25,0-32,0% и 60-100 ед. ИДК [5, 6]. Соответственно, основное требование к муке для крекера связано с показателями клейковины.

Результаты определения количества клейковины в муке и модельных смесях муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и ЯМ приведены на рисунке 1.

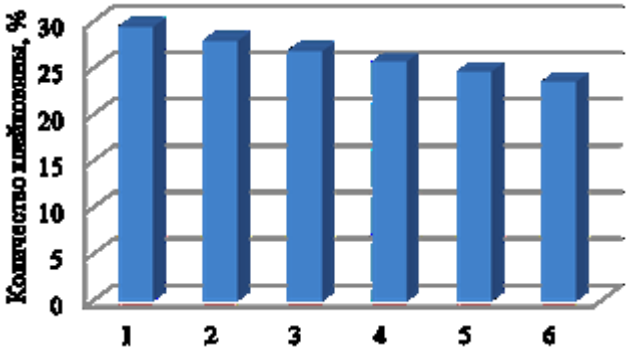


Рис. 1 – Зависимость количества клейковины от дозировки ЯМ в модельной смеси: 1 – контроль, 2,3,4,5,6 – дозировка ЯМ к массе муки, % соответственно 6,0, 9,5, 13,0, 16,5, 20,0

Как показывает этот блок исследований, введение в рецептурную смесь крекера порошкообразного полуфабриката якона целесообразно ограничить 13 %. Из этой модельной смеси отмывается 25,7 % клейковины, что находится на нижней границе рекомендуемого интервала. Дальнейшее увеличение дозировки ЯМ снижает количество клейковины до уровня, не гарантирующего качество готовых изделий. В этом блоке исследований необходимо отметить, что в качестве анализируемой партии была принята мука с несколько, но не кардинально, лучшими характеристиками, чем минимальные требования стандарта: количество клейковины 29,4 % (норма по ГОСТ 26574-2027 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия – не менее 28 %).

Рассмотрим влияние ЯМ на качество клейковины. Показатель ИДК для контрольного образца муки составлял 74 ед. ИДК. Влияние ЯМ на качество клейковины представлено на рисунке 2.

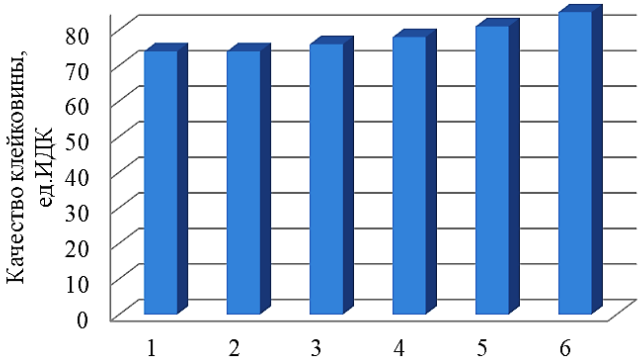


Рис. 2 – Зависимость качества клейковины от дозировки ЯМ в модельной смеси: 1 – контроль, 2,3,4,5,6 – дозировка ЯМ к массе муки, % соответственно 6,0, 9,5, 13,0, 16,5, 20,0

По результатам исследования установлено, что порошкообразный полуфабрикат якона практически не оказывает влияние на качество клейковины. Небольшой сдвиг в сторону увеличения ИДК может быть связан с большим содержанием железа и цинка в яконе по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Последние могут выполнять функции восстановителей, оказывая влияние на дисульфидно-сульфгидрильное равновесие в клейковинных белках. Возможно, определенную роль играет кислотность якона, оказывающая влияние на дисульфидно-сульфгирильное равновесие в белке муки.

Стабильность качества клейковины при внесении ЯМ ставит условие по подбору партий муки для производства крекера с показателем из рекомендуемого интервала 60-100 ед. ИДК.

Помимо показателей клейковины, формирующих структурно-механические характеристики крекера, порошкообразный полуфабрикат якона может оказать существенное влияние на цвет изделий. В связи с чем, изучали влияние ЯМ на показатель белизны модельной смеси. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

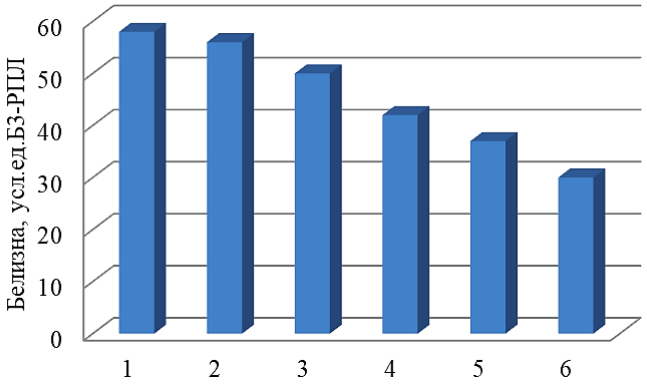


Рис. 3 – Зависимость белизны от дозировки ЯМ в модельной смеси: 1 – контроль, 2,3,4,5,6 – дозировка ЯМ к массе муки, % соответственно 6,0, 9,5, 13,0, 16,5, 20,0

Как показали исследования, порошкообразный полуфабрикат якона оказывает существенное влияние на цвет модельной смеси. В дозировке 16,5 % модельная смесь по цвету снижается до муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. При этом необходимо отметить на смещение цвета в кремовую зону, что не является ограничивающим фактором органолептических показателей мучных кондитерских изделий. В рецептуре последних встречается применение сахарного колера, как красителя, придающего изделиям кремовый или светло-коричневый цвет.

Окончательный вывод о рекомендуемой дозировке ЯМ с позиций обеспечения цвета в последующем был сделан на основе лабораторных выпечек проб крекера.

Изучение влияния порошкообразного полуфабриката якона на автолитическую активность муки определяли по водорастворимым веществам. Выбор метода основан на том, что в ЯМ содержится достаточно большое количество моно- и дисахаридов, которые могут оказать влияние на этот показатель, в то время как активность амилолитических ферментов не измениться [5,6]. Результаты исследований приведены на рисунке 4.

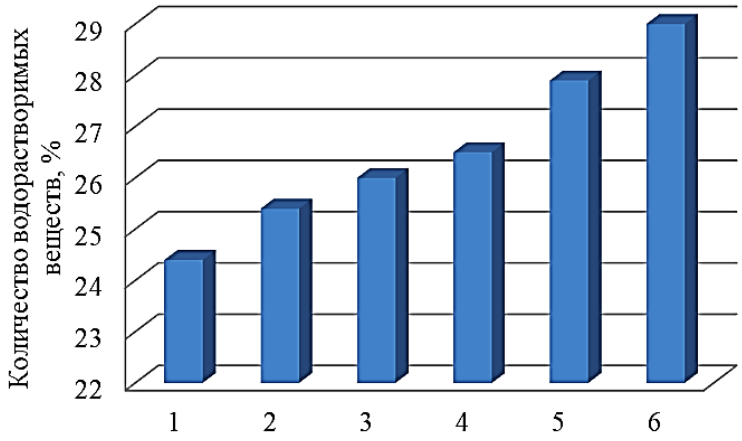


Рис. 4 – Зависимость автолитической активности в водорастворимых веществах от дозировки ЯМ в модельной смеси: 1 – контроль, 2,3,4,5,6 – дозировка ЯМ к массе муки, % соответственно 6,0, 9,5, 13,0, 16,5, 20,0

Результаты исследований подтвердили предположение о влиянии на количество водорастворимых веществ в модельной смеси порошкообразного полуфабриката якона. В составе ЯМ установ-

лено более 17,3 % моно- и дисахаридов, которые, вероятно, переходят в водно-мучную смесь и повышают показатель водорастворимых веществ. При этом даже при максимальной дозировке значение находится на уровне рекомендуемой для муки высшего сорта нормы – 29 %. Известно, что моно- и дисахариды разжижают тесто. Но при влажности теста для крекера (26-32 %) не будут играть решающей роли в ухудшении реологических свойств теста.

Таким образом, проведенные исследования модельных смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и порошкообразного полуфабриката якона показали:

– ЯМ оказывает влияние на хлебопекарные свойства, снижая количество клейковины и цвет и практически не влияя на качество клейковины;

– для формирования качественных характеристик крекера, близких к традиционным, целесообразно рассматривать его дозировку, не превышающую 13 % от массы муки.

Литература

1. ***Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации***: указ президента Российской Федерации от 21.01.2020 г.№20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/ (дата обращения: 14.04.2024)
2. ***Попова А.Ю.*** О новых (2021) Нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации/ А.Ю.Попова, А.А.Туткльян, Д.Б.Никитюк // Вопросы питания. - 2021. -Т 90, № 4. -С. 6-19
3. ***Гинс М.С., Гинс В.К.*** Физиолого-биохимические основы интродукции и селекции овощных культур. М.: РУДН, 2011. – 128 с.
4. ***Гинс М.С.*** Значение овощных культур в коррекции биохимического состава рациона человека/ М.С. Гинс, В.К. Гинс., В.Ф. Пивоваров, П.Ф. Кононков, Н.М. Дерканосова Н.М. //Вестник российской сельскохозяйственной науки.- 2017. - № 2.- С. 3-5
5. ***Дерканосов Н.И.*** Разработка и оценка потребительских свойств хлебобулочных изделий обогащенных яконом: специальность 05.18.15 – «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.И. Дерканосов; ФГОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс». – Орел, 2011 г. – 206 с.
6. ***Мелешкина, Е. П.*** Разработка требований к качеству пшеничной муки для производства крекера / Е. П. Мелешкина, А. С. Ческидова, С. Н. Коломиец // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 19–20 февраля 2019 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», 2019. – С. 243-250
7. ***Корнева Е.С.*** Применение якона в технологии крекера / Е.С. Корнева, Н.М. Дерканосова // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2023. – № 2(21). – С. 51-56

.

Поступила в редакцию: 21.06.2024 г.
Принята к публикации: 22.07.2024 г.

Корнева Елена Сергеевна, специалист по учебно-методической работе (e-mail: zaitzewazoya@yandex.ru)
Дерканосова Наталья Митрофановна, д.т.н., профессор (e-mail: kommerce05@list.ru), **Василенко Ольга Александровна,** к.т.н, доцент (e-mail: ewa007@yandex.ru), Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

УДК 664.859.4

Ковалева О.А., д.б.н., профессор
Шалимов Г.Э., обучающийся
Родина Н.Д., к.б.н., доцент
Сергеева Е.Ю., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл, Россия
Kovaleva O.A., Doctor of Biological Sciences, Professor
Shalimov G.E., 3rd year bachelor of full-time study
Rodina N.D., Ph.D., Associate Professor
Sergeeva E.Yu., candidate of technical sciences, associate professor
Orel State Agrarian University, Orel, Russia, e-mail: kovaleva7812@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЙОДСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГЕЛЕЙ

(Prospects for the use of iodine-containing polysaccharides in the technology of energy gels)

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения йодсодержащих полисахаридов – альгинатов, полученных из бурых водорослей Фукус в технологии производства энергетических гелей. Описана модифицированная технология выделения полисахаридных альгинатов из бурых морских водорослей, состоящая из двух этапов. Первый этап – кислотно-щелочное экстрагирование, второй - диффузионное уравновешивание полисахаридной пищевой системы. Проведено хроматографическое исследование экстрактов, которое показало, что при температуре 60-80°С деструкция альгината практически не происходит. Установлено, что увеличение показателя прочности гелевой структуры фукоидан — сахар — органическая кислота происходит за счет введения в систему солей калия в концентрации 0,5 %, благодаря чему уменьшается деструктурирующее влияние кислых компонентов. Установлена возможность регулирования структуры альгинатного гидрогеля внесением солей калия.
При разработке технологии получения гидрогеля для спортсменов была решена задача создания продукта, обладающего устойчивой структурой. Исследовано влияние внесенных соков клюквы и брусники на реологические показатели и устойчивость полисахаридной эмульсии. Установлено, что введение в систему соков в количестве 15 % позволяет получить стабильный гидрогель. Проведенные исследования позволили разработать рецептуру функционального гидрогеля для спортсменов на основе бурой водоросли Фукус с внесением соков ягод клюквы и брусники.

Ключевые слова: йодсодержащие продукты, полисахариды, биогели, продукты для спортсменов, функциональные продукты питания

Annotation. The article discusses the use of iodine–containing polysaccharides - alginates obtained from Fucus brown algae in the production technology of energy gels. A modified technology for the isolation of polysaccharide alginates from brown algae, consisting of two stages, is described. The first stage is acid–base extraction, the second is diffusion balancing of the polysaccharide food system. A chromatographic study of the extracts was carried out, which showed that at a temperature of 60-80 ° C, alginate degradation practically does not occur. It has been shown that an increase in the strength of the alginate — sugar — citric acid food system is achieved by adding potassium citrate in an amount of 0.5%, which reduces the depolymerizing effect of the acid. The possibility of regulating the structure of alginate hydrogel by introducing potassium salts has been established.
When developing the technology for producing hydrogel for athletes, the task of creating a product with a stable structure was solved. The effect of the concentration of cranberry and lingonberry juices on the rheological properties and durability of food emulsions has been studied. It was found that the introduction of juices in the amount of 15% into the system makes it possible to obtain a stable hydrogel. The conducted research made it possible to develop a formulation of a functional hydrogel for sports men based on brown Fucus algae with the addition of cranberry and lingonberry juices.

Keywords: Iodine-containing products, polysaccharides, biogels, products for athletes, functional food products

Актуальность. В настоящее время возрос научный и практический интерес к исследованию полисахаридов водорослей [23]. При этом, как показали исследования Талабаевой С.В. [20], в последние годы в мировой практике четко прослеживается тенденция использования водорослевых гелей, заменяющих сухие формы полисахаридов. Все большее использование получают полисахариды и биогели, очищенные или неочищенные от водорослевой клетчатки, так называемые «сырые альгинаты» [6, 8].

Фукус – это морская бурая водоросль, один из главных источников фукоидана. Фукоидан – сульфатированный полисахарид, обладающий лабораторно подтвержденными противовирусными, иммуномодулирующими и противоопухолевыми свойствами. Благодаря своему богатому витаминно-минеральному комплексу, фукус наряду с ламинарией считается одной из самых полезных водорослей для человека [1, 21].

Существует 4 вида фукусов: пузырчатый, спиральный, зубчатый, двусторонний. Наибольшее количество полезных веществ находится в фукусе пузырчатом (fucus vesiculosus). Фукус пузырчатый добывается в России на Белом море. Известна способность фукуса синтезировать сульфатированный полисахарид фукоидан, в составе которых находится L-фукоза. Это вещество выполняет важные биологические функции, обеспечивающие развитие организма, его клеток, формирование иммунитета и участие в репродуктивных процессах [22]. Фукоза – натуральный стимулятор и активатор полезной микрофлоры, обитающей в кишечнике человека. Все виды фукуса обладают полезными свойствами для здоровья. Так, фукус пузырчатый благодаря высокому содержанию фукоидана (от 13,4 до 16,5% сухой массы) обладает следующими видами активностей: противовирусная, имуннорегулирующая антибактериальная, противовоспалительная, антивирусная. Этот полисахарид способен сбалансировать синтез мужских и женских половых гормонов, уменьшает риск рака груди. Он поддерживает нормальную работу щитовидной железы, активизирует аминокислотных обмен веществ, биосинтез витаминов, минеральных веществ, способствует активизации метаболизма ненасыщенных жирных кислот [12, 13]. Фукоидан участвует в поддержании тонуса сердечной мышцы, повышая эластичность кровеносных аретрий и вен. Полисахарид из водоросли Фукус связывающий и вывает и выводит соли тяжелых металлов из организма человека, нормализует холестериновый обмен и углеводный индекс. Способен блокировать рост и развитие сети мелких сосудов, питающих новообразования. Положительно сказывается на кровоснабжении сердца и головного мозга, а благодаря ламинарину в составе, укрепляет сосудистую стенку. Фукус применяется и при приготовлении пищи. Это касается не только блюд, но и напитков. Например, смузи с фукусом и ламинарией в гелевой форме может включать в себя добавление фруктов и овощей для дополнительного снабжения организма витаминами и минералами [4].

В технологиях получения пищевых продуктов используют сухие формы полисахаридов [20]. Полисахариды водорослей применяются в качестве загустителей и студнеобразователей в пищевой промышленности при изготовлении структурированных мясных, рыбных продуктов, молочных и кондитерских продуктов эмульсионного и гелеобразного типа, а также в медицине, биотехнологии и др. отраслях народного хозяйства [17]. Полисахариды бурых водорослей используются главным образом как загустители и стабилизаторы суспензий, эмульсий [24, 25, 28].

На основании вышеизложенного целью наших исследований была разработка технологии получения полисахарида фукоидан и гелей на его основе из морских водорослей Фукус (Fucus) с применением фитобиотиков – продуктов растительного происхождения с антибиотическими свойствами.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили полисахаридные гидрогели, полученные из бурой водоросли Фукус (Fucus); пищевые системы гелеобразного и эмульсионного типа на основе гидрогелей или их смесей с фитобиотиками: соки клюквы и брусники, полученные прямым отжимом.

В процессе производства функциональных полисахаридных биогелей использовали следующее сырье:

– питьевая вода – ГОСТ Р 51232-98;

– клюква свежая – ГОСТ 33309-2015;

– брусника свежая – ГОСТ 20450-2019;

- экстракты клюквы, брусники.

Пищевые гелеобразные системы гидрогелей и их композиты разрабатывали с помощью модифицированной методической схемы [20]. Отбор, подготовку проб к анализу, физико-химические свойства полисахаридов проводили по ГОСТу 26185-84. Макро- и микроэлементный состав определяли методом атомноадсорбционной спектрофотометрии на пламенно-эмиссионном спектрофотометреICAP 5030, общее содержание азотистых веществ — на приборе «Kjeltec» (Tecator).

Состав экстрактов и молекулярную массу фукоидана изучали методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе «Милихром-6» (Россия) на колонке с обращенной фазой.

Прочность гелей устанавливали на приборе Валента при комнатной температуре, через два часа после получения гелей [10, 11]. Стойкость эмульсионных систем, или процент неразрушенной эмульсии, оценивали по ГОСТу 30004.2-93. Водоудерживающую способность (ВУС) готовых гидрогелей определяли методом прессования (Мельникова, 1977) [20].

Определение массовой доли влаги в сырье и готовых продуктах прводили по ГОСТ 3626-73, ГОСТ Р 51438-99; массовой доли белка – по ГОСТ 25179-2014, ГОСТ Р 51438-99; массовой доли золы – по ГОСТ Р 51432-99, ГОСТ Р 51463-99; массовой доли жира в сырье и готовых продуктах – в аппарате Сокслета по ГОСТ 5867-90, ГОСТ 8756.21-89; содержания макроэлементов – по ГОСТ Р 51429-99, ГОСТ Р 51430-99, а также согласно рекомендациям (Петухова Е.А., 1989); показателей кислотности (pH) – потенциометрическим методом; активности воды – согласно рекомендациям (Антипова Л.В. и др., 2001); содержания органических кислот – методом ВЭЖХ согласно МУ, прилагаемым к оборудованию; перекисного и кислотного числа – по ГОСТ Р 51487-99 и согласно рекомендациям (Антипова Л.В. и др., 2001); тиобарбитурового числа – фотоэлектроколориметрическим методом в соответствии с рекомендациями (Журавская Н.К. и др., 1985).

Исследования проводили в трехкратной повторности по методу наименьших квадратов с использованием пакета программ «Microsoft Office».

Определение показателей качества готового функционального гидрогеля осуществляли в соответствии с ГОСТ 34096-2017«Добавки пищевые. Агенты влагоудерживающие пищевой продукции».

Результаты исследований

Многие пищевые гидрогели, применяемые в спортивном питаниий и в питании ряда групп потребителей отличаются комплексом недостатков [9]. Эти

гели имеют низкую механическую прочность, недостаточную осмотическую устойчивость, то есть проявляют существеное увеличение объема при сдвигах кислотности (pH внешней среды), при длительном хранении плохо удерживают жидкость, (она оттедяется при хранени), имеют диффузионные затруднения при сорбции и десорбции веществ даже достаточно малой молекулярной массы и ряд других [7, 26].

Нами была применена технологии получения полисахаридных гидрогелей из бурых морских водорослей Фукус на основе полисахарида фукоидана, состоящая из двух этапов.

Первый этап состоит в выделении фукоидана из слоевища бурой водоросли, второй этап позволил получить диффузионное равновесие полисахаридной системы.

Последовательную обработку сухой бурой водоросли проводили последовательно 50%-ным водным этанолом, ацетоном и хлороформом, куда экстрагируются соли, частично полифенолы, низкомолекулярные вещества. В растворители выделяется из водорослево массы в среднем 45% фукоидана, в пересчете на сухого веса таллома [3].

В дальнейшем проводили поэтапную экстракцию фукоидана из остатков таллома Фукуса 0,1 - нормальным раствором HCl с добавлением 30%-ного раствора формальдегида при температуре 25°C и водой при температуре 75°C.

Такое поэтапной выделение с повышением температуры позволило уже на этапе экстракции разделить полисахариды Фукуса по молекулярной массе, а фукоиданы - по составу мономеров.

На основании проведенных исследований установили, что длительность первого этапа экстракции составляет 20-25 мин при температуре 84-88ºC и 45 мин — при температуре 65ºC. Температура была определяющим фактором на 1-м этапе экстрагирования. Длительность второго этапа экстрагирования определялась установлением через 65 минут равновестной диффузии. Эта фаза была зафиксирована спустя 65 минут при температуре 84-88 ºC с и через 180 мин — при температуре 65 ºC (рис. 1).

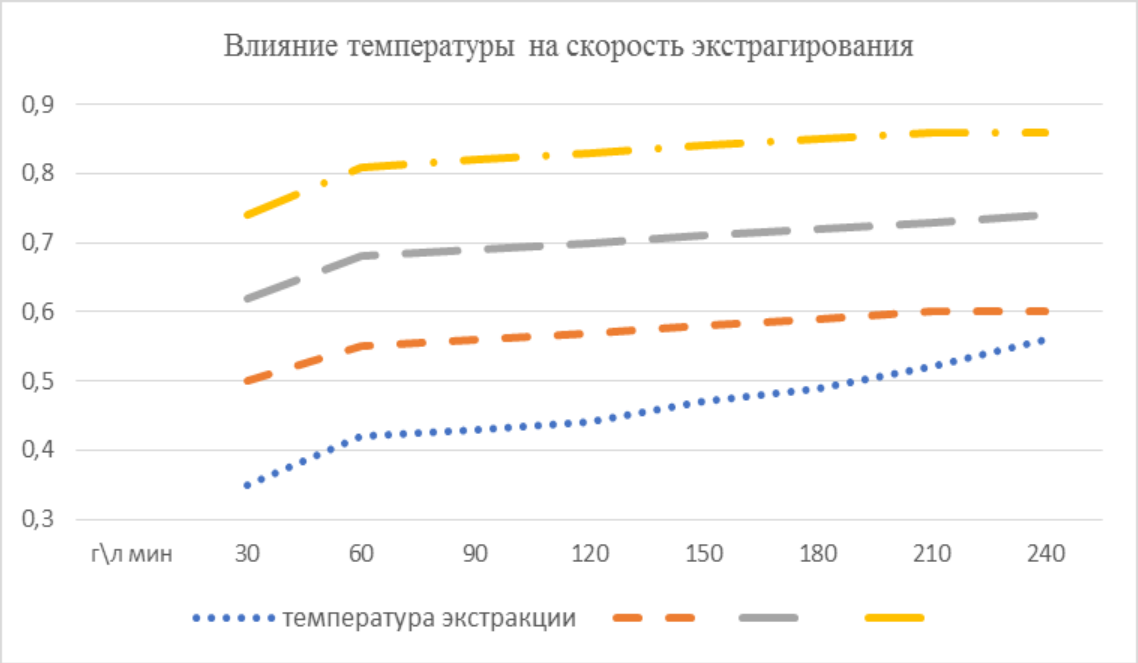


Рис. 1 - Зависимость скорости экстрагирования и выход фукоидана от температуры

На втором этапе наблюдали значительное снижение скорости экстрагирования. Химическая структура обусловила, с одной стороны, внутренний массоперенос полисахарида, с другой - уменьшение движущей силы процесса - разности концентраций полисахарида в водоросли и растворе. Выход фукоидана составил 27,6% при температуре экстракции 60ºC, 36,0 % — 80ºC и 38,8% — при 90 ºC.

Выделенные фукоиданы подвергали высокоэффективной жидкостной хроматографии на колонке с обращенной фазой с гидрофобным носителем (политетрафторэтилен). Ламинаран адсорбировался гидрофобным носителем. Высокосульфатированные фукоиданы элюировали водой. Эллюирование проводили смесью спирта с водой: фукоидан - 5%-ный раствор этанола, ламинаран – последовательно 10- и 15%-ный раствор этанола.

Анализ полученных хроматограмм показал, что фукоидан является стабильным неразрушающимся полисахаридов в диапазоне температур до значения 60-80ºC.

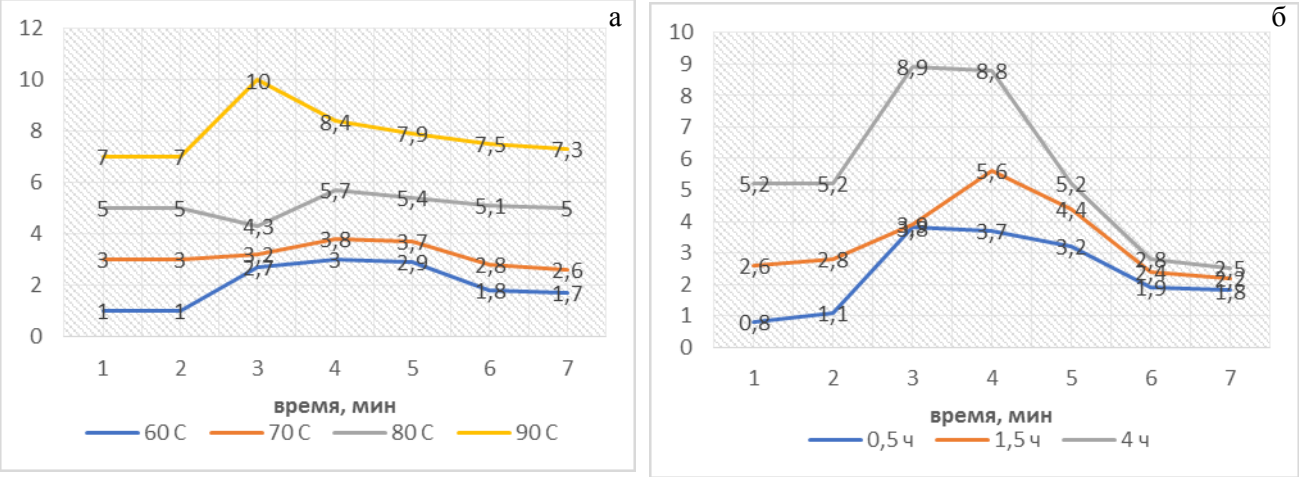


Рис. 2 - Показатели экстрагирования полисахаридов с содержанием фукоиданов при температурах экстрагирования - 60, 70, 80 и 90 °С (а) и временем экстрагирования- 0,5, 1,5 и 4 ч (б)

Выделение фукоиданов при температуре 90 °С становится невозможным, так как при этой температуре происходит термическое разрушение полисахарида [5, 14]. Следовательно, будет возрастать его полидисперсность. Об этом свидетельствует наличие двух небольших дополнительных пиков на хроматограмме на рис. 2, а. Термическая деструкция фукоидана в незначительных количествах происходит уже в первые 30 мин экстрагирования и наблюдалась на протяжении всего процесса экстрагирования (рис. 2, б).

Для осаждения фукоидана из полученной смеси применяли 75%-ный раствор этилового спирта. Выделенные таким образом фракции фукоидана подвергали высушиванию в термостате при температуре 35 °С.

На следующем этапе было изучено влияние различных концентраций $CaCl_2$ на выход и физико-химические показатели гелей на основе фукоидана.

Было сделано предположение, что при помощи различных концентраций ионов Ca^{2+} можно регулировать количество осаждаемого фукоидана в полисахаридном гидрогеле. Для проверки гипотезы использовали смесь, состоящую из 10 %-ного раствора HCl и $CaCl_2$. В ходе анализа полученных результатов установили значение содержания Ca^{2+} в полисахаридном гидрогеле растет в пределах от 0,36 до 1,68 % при повышение концентрации $CaCl_2$ в осадительной смеси от 0 до 8,5 % (табл. 1).

Возрастание содержания $CaCl_2$ выше 1,68 % изменяло однородную структуру биогеля, фукоиданы разделялись на отдельные фракции, гель расслаивался. В дальнейшем такой гель будет снижать свои вязкостные свойства.

Таблица 1 – Концентрация ионов кальция и натрия в фукоидановом гидрогеле при различных концентрациях хлорида кальция в осадительной смеси

Концентрация хлорида кальция	**Концентрация ионов** кальция и натрия (°/о на сух. в-во)		Соотношение Ca/Na	Вязкость, Па•с, 10^{-3}
	Ca	Na		
0	0,36±0,012	7,25±0,012	0,050	6,8±0,14
2,1	0,48±0,018	7,11±0,012	0,068	7,8±0,12
3,0	0,51±0,011	6,28±0,018	0,081	8,7±0,11
4,8	0,67±0,030	6,02±0,027	0,111	11,8±0,17
6,8	0,84±0,014	5,47±0,040	0,153	24,3±0,18
7,2	1,08±0,016	5,32±0,019	0,203	18,2±0,11
8,5	1,68±0,031	4,95±0,023	0,339	7,2±0,13

На основании этих данных сделали заключение, что рациональными условиями для получения растворимого фукоиданового гидрогеля с содержанием кальция 0,84 % являются осаждение смесью, содержащей 10 % соляной кислоты и 7 % хлорида кальция.

На основании проведенных исследований разработан лабораторный способ получения фукоидан-содержащего гидрогеля, физико-химическая характеристика которого представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и реологические свойства фукоиданового биогеля

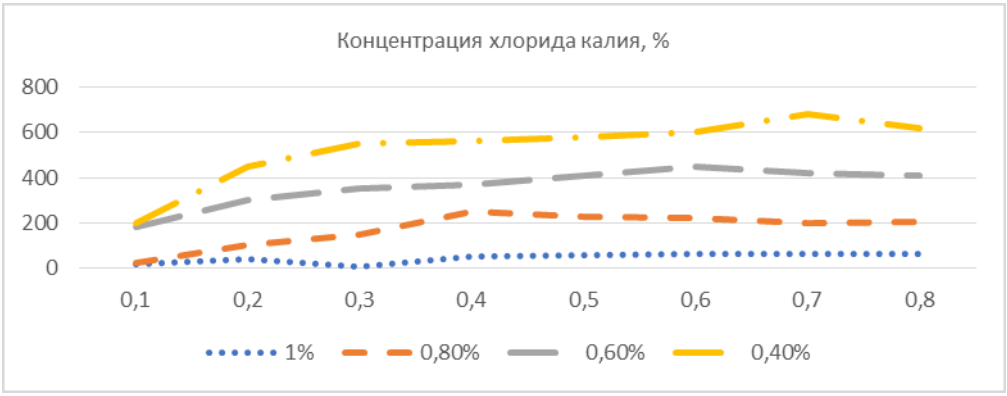
Биогель с фукоиданом	Сухое вещество, %	Содержание, % к сухому веществу				Вязкость биогеля, Пас, $l0^{-3}$	Прочность биогеля, г/см^2
		Углеводы	Зольные вещества	Протеины	Клетчатка		
	3,6±0,08	78,2±0,32	9,8±0,1	1,4±0,2	0,7±0,1	3,47±0,12	62-68

Для получения стабильных биогелей желательно повысит содержание $CaCl_2$ в осадительной смеси до 0,84 %. При этом значительно возрастаю прочностные свойства фукоидановых биогелей – до 660 г/см^2 (рис. 3, а). Но при этом ухудшаются потребительские характеристики биогеля. При органо-лептичеких исследлваниях было установлено, что такие гели приобретают горький привкус. Влияние цитрата калия на прочность гелей проявляется в меньшей степени. Анализ зависимости прочности гелей от концентраций фукоидана, $CaCl_2$ и цитрата калия (рис. 3) показал, что цитрат калия снижает снижает прочностные свойства биогелей в среднем в 1,8 раз. Применение $CaCl_2$ в тех же концен рациях не дает такого эффекта снижения прочности. При введении в биогель соков клюквы и брусники в качестве фитобиотических компонентов также не снижал прочностные характеристики. Слеовательно полисахариды вне зависимости от их содержания в биогелях не приволят к снижению прочности геля.

Повышение содержания солей лимонной кислоты при повышенных температурах (например до температуры кипени воды - при 95 ± 5 °С - приводит к полной деструкции фукоиданового биогеля.

Однако полное устрание солей лимонной кислоты невозможно, так как цитрат калия в системе биогеля «фукоидан — углеводы соков клюквы и брусники — цитрат калия» (рекомендуемое содержание солей лимонной кислоты - 0,5 % от общего количества компонентов системы) стабилизирует гелевую структуру за счет остановки кислолтной деполимеризации.

А)



Б)

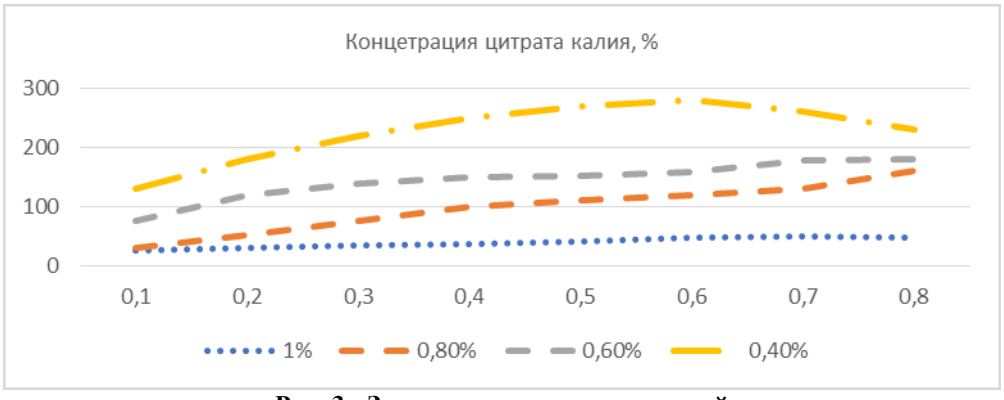


Рис. 3 - Зависимость прочности гелей от концентраций фукоидана, хлорида калия (а) и цитрата калия (б)

При разработке технологии получения гидрогеля для спортсменов решали задачу создания продукта, обладающего устойчивой структурой.

Внесение соков клюквы и брусники оосновано необходимостью придания продукту антибиотических и функциональных свойств. Однако углеводсодержащие соки могут изменить реологические свойства и стойкость фукоиданового биогеля. Было показано, что увеличение вносимых соков по отдельности и объединенных соков в соотношении 1:1, в концентрации от 5 до 48 % приводило к увеличению вязкости фукоиданового биогеля (0,38-0,43 до 1,20-1,31 Па·с). Вносимые соки также способствовали повышению прочности и стабильности биогеля до 95-98 % (рис. 4). Ожидалось, что чем выше содержание вносимых фитобиотиков, тем выше прочностные свойства и стабильность биогеля. Однако, как показали исследования, повышение концентрации соков более 54 % приводило к расслоению биогеля.

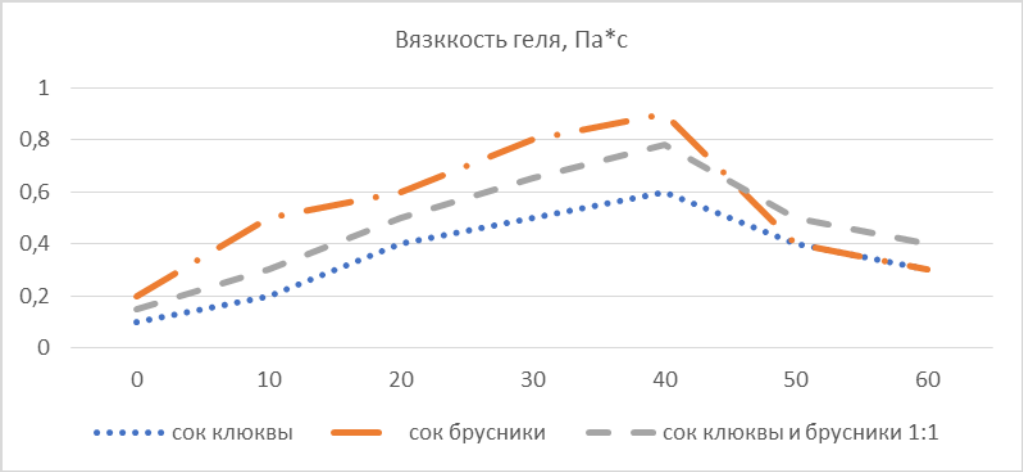


Рис. 4 - Зависимость вязкости эмульсии от содержания ягодного сока.

Установлено, что введение в систему соков в количестве 15% позволяет получить стабильный гидрогель, реологические характеристики которого соответствуют пищевым параметрам гидрогелей (табл. 3). Объединенный композит соков клюквы и брусники в соотношении 1:1 улучшает сенсорные показатели фукоиданового биогеля. Продукт приобретает приятный кисло-сладкий ягодной привкус. Оптимальное содержание ягодных соков - 10%, что способствует наибольшей стабильности структуры биогеля. При снижении содержания соков фитобиотиков стабильность биогеля снижается до 51%. Для увеличения стойкости и улучшения органолептических показателей биогеля рекомендуется поддерживать pH гелевой системы в пределах 4,0-4,5 [18].

Проведенные исследования позволили разработать рецептуру функционального гидрогеля для спортсменов на основе бурой водоросли Фукус с внесением соков ягод клюквы и брусники.

Представленные результаты исследований позволят в дальнейшем моделировать стабильность биогелей при помощи изменения концентрации углеводов, катионов K^+ или Ca^{2+}, что позволит разнообразить ассортимент биогелей и предложить новые продукты для различных групп потребителей.

Таблица 3 – Сенсорные показатели и реологические свойства фукоиданового гидрогеля с применением ягодных соков клюквы и брусники (15 %)

Состав эмульсионной системы, % сухого вещества		Характеристика эмульсий		
Сок клюквы	Сок брусники	Вязкость, Па •с	Стойкость, %	Вкус
3,0	0	1,02±0,021	42,4±0,84	Кисловато-сладкий, терпкий
1,5	1,5	1,68±0,057	71,2±0,27	Сбалансированный по кислоте и нежности, свойственный фруктовому пюре
0	3,0	1,48±0,056	48,1±0,54	Очень кислый, с характерной для брусники горечью

Выводы. В ходе проведенных исследований нами была предложена модификация технология производства пищевых углеводных биогелей, полученных на основе полисахарида фукоидана, выделенного из бурых водорослей Фукус. Показана перспектива их использования в расширении линейки гелевых пищевых продуктов с введением в рецептуру соков клюквы и брусники, обладающих фитобиотическими свойствами.

Нами были предложены режимы экстракции фукоиданов методов высокоэффективной жидкостной хроматографии. Предложено установит оптимальную температуру экстрагирования - 80°С, время экстрагирования – 1 час. Такой режим экстрагирования позволяет максимально извлекать фукоидан – до 95% от сухой массы талллом Фукуса. Гидромодуль такой системы составит 1:40. Молекулярная масса выделяемых углеводов – 2000 кДа.

Предложено модифицировать прочностные и реологические свойства биогелей за счет введения в систему биогеля и изменение концентрации катоионов Ca^{2+}. При осаждении фукоидана рекмендовано применять кислую среду за счет использования HCl 10%-ной концентрации и $CaCl_2$ 0,7%-ной концентрации. Такой состав экстрагирующей смеси позволяет повышать вязкость фукоиданового биогеля до 3,47 Па-с.

Показано, что введение в рецептуру фукоиданового биогеля соков ягод клюквы и брусники оказывает стабилизирующее действие на вязкость стойкость эмульсии. Биогели, содержащие 10% соков обладают наибольшей вязкостью и стойкостью.

Наши исследования согласуются с результатами исследования ряда ученых. В частности, данные наших исследований, как и работы Толмачева В.О. [19, 27] показали, что обеспечение высокой работоспособности, ускорения восстановительных процес-

сов, снижения утомляемости, дегидратации, повышение иммунитета и усиление адаптации к физическим нагрузкам спортсменов невозможны без включения в рацион специализированных продуктов, в том числе БАД к пище, содержащих аминокислоты, макро- и микроэлементы, биологически активные вещества с антиоксидантной направленностью [2, 15, 16]. Результат на длинных дистанциях зависит от целого ряда факторов, и питание во время забега – один из них, в связи с чем мы предлагаем расширить линейку гидрогелей за счет применения фукоидана из бурой водоросли Фукус и внести в рецептуру природные антиоксиданты – соки клюквы и брусники.

Спортивное питание – это отрасль, в которой особое внимание уделяется продуктам с заданными потребительскими свойствами, предназначенными, как для спортсменов, так и для других групп населения. Развитие данного направления в мире обусловлено развитием физической культуры и спорта, а также пропагандой здорового образа жизни. Поэтому продукты питания, первоначально предназначавшиеся для спортсменов, в дальнейшем, находят свое применение для укрепления здоровья и повышения качества жизни широких слоев населения**.**

Обосновано совместное использование фукоиданового гидрогеля и фитобиотиов для получения функциональных гидрогелей.

На основании результатов исследований показана перспектива получения пищевых биогелей из бурой водоросли Фукус и возможность введения в гели природных антиоксидантов на осное соков клюквы и брусники. Предложено расширить ассортимент биогелей за счет модификации вносимых фитобиотических компонентов.

Литература

1. ***Аминина Н.М., Подкорытова А.В., Корзун В.Н.*** Влияние альгиновойкислоты и ее солей на динамику накопления Sr и Cs в организме крыс // Радиационная биология. Радиоэкология. 2019. - вып. 4-5. - С. 703-712.
2. ***Баранов В.С.*** О пищевых студнях полисахаридов // Дис. на соискание ученой степени доктора технических наук. 2013. - 346 с.
3. ***Басамаков Д.*** Исследования каррагинана // Консервная и овощесушильная промышленность. 2016. - № 5. - С. 39-40.
4. ***Бобренева И.В.*** Рекомендации по внесению биологически активных добавок в рецептуры функциональных продуктов питания // Мясная индустрия. 2013. - № 5. - С. 27-29.
5. ***Врищ Э.А., Калугина В.М., Шмелькова Л.П.*** Технология получения чистого препарата альгината кальция из ламинариевых // Исследования по технологии рыб, беспозвоночных и водорослей дальневосточных морей. -Владивосток: ТИНРО, 2022. С. 95-106.
6. ***ГОСТ 26185-84*** Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. М.: Изд-во «Стандарт», 2014. - 53 с.
7. ***Гусев И.В.*** Разработка высокоструктурированных гидрогелевых депо-материалов для направленной доставки лекарственных препаратов// Дисс. На соискание уч. ст. кандидата хим. наук. Москва, 2015. – 182 с.
8. ***Добродеева Л.К., Белозеров В.П., Кондакова Н.И., Цимбаленко Н.В., Жилина Л.П., Добродеев К.Г.*** Пищевые добавки водорослевого происхождения для профилактики и лечения иммунодефицитных состояний. -Архангельск, 2016. 12 с.
9. ***Ермак И.М., Хотимченко Ю.С.*** Физико-химические свойства, применение и биологическая активность каррагинана - полисахарида красных водорослей // Биология моря. - 2017. - Т. 23. - № 3. - С. 129-142.
10. ***Заявка (Россия) № 5067045/13 08-364/75.*** Способ комплексной переработки бурых водорослей А.В. Подкорытова, Н.М. Аминина, Л.С. Зимина и др. Заявл. 05.10.92.
11. ***Кизеветтер И.В. Грюнер В.С. Евтушенко В.А.*** Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищ. пром-сть, 2017. - 416 с.
12. ***Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова А.П.*** Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Лег. и пищ. промсть, 2021. - 113 с.
13. ***Комиссарова Н.Ю.*** Современное отечественное и зарубежное производство продукции из водорослей. // Обзорная информация Серия: Обработка рыбы и морепродуктов. М., 2019. - № 4. - 45 с.
14. ***Лисицын А.Б., Литвинова Е.В., Коченкова И.И., Осипова Г.А.*** Реологические характеристики мясного фарша с альгинатами // Мясная индустрия. 2002. - № 7. - С. 50-52.
15. ***Литвинова Е.В.*** Кальцинированный наполнитель для паштета // Мясная индустрия. 2004. -№7. - С. 30-31.
16. ***Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Соколова В.М.*** Лечебно-профилактические и структурообразующие продукты из бурых водорослей // Рыбное хоз-во. 2016. - № 4. - С. 63-64.
17. ***Подкорытова А.В., Талабаева С.В., Мирошниченко В.А.*** Полифункциональные свойства полисахаридов бурых водорослей // Мат-лы Межд. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки».- Москва: ВНИРО, 2022. С.211-218.
18. ***Семенова М.Г., Антипова А.С., Белякова Л.Е.*** Роль взаимодействий между биополимерами в образовании и стабилизации пищевых коллоидов II Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. - № 6. - С. 55-56.
19. ***Толмачев В.О.*** Разработка напитков для спортивного питания, обогащенных функциональными ингредиентами. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Москва, 2021. – 19 с.
20. ***Талабаева С.В.*** Обоснование и разработка технологии полисахаридных гидрогелей из морских водорослей и пищевых продуктов на их основе // Автореф. на соиск. уч. ст. канд… Владивосток, 2006. 24с.

21. ***Токаев Э.С., Казюлин Г.П., Цымбал М.С.*** Разработка нового вида каррагинана// Мясная индустрия. 2021. - №7. - С. 37-39.
22. ***Усов А.И. Чижов А О.*** Полисахариды водорослей. Углеводный состав бурой водоросли Chordafilum II Биоорганическая химия. 2019. -Т. 15, №2. -С. 158-162.
23. https://elibrary.ru/item.asp?id=8970589
24. Моргачева А.А. Гидрогели на основе модифицированного поливинилового спирта и модифицированного 2- гидроксиэтилкрахмала. Автореф. Дисс. На соск. Уч. ст. кандидата хим. наук. Москва, 2019. – 18 с.
25. https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/100036736
26. https://kosygin-rgu.ru/aspirantura/files/defence/GusevIV/Гусев И.В. Диссертация.pdf
27. https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/100058861
28. https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-issledovaniy-morskih-vodorosley-i-trav-dalnevostochnogo-region

---

Поступила в редакцию: 21.02.2024 г.
Принята к публикации: 26.08.2024 г.

Ковалева О.А., д.б.н., профессор, профессор кафедры Продукты питания животного происхождения ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Шалимов Г.Э.,** бакалавр 3 курса очной формы обучения направления подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения**, Родина Н.Д.,** к.б.н., доцент, доцент кафедры Продукты питания животного происхождения ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, **Сергеева Е.Ю.,** к.т.н., доцент кафедры Продукты питания животного происхождения ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Перечень ВАК

Согласно рекомендации президиума ВАК, распоряжением Минобрнауки России от 11 декабря 2023 года № 428-р издание «Биология в сельском хозяйстве» включено в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим специальностям и отрасляим наук:

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (ветеринарные науки),
4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки),
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки),
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки),
4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

scientia, virtus, libertas