

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«НАУКА БУДУЩЕГО – НАУКА МОЛОДЫХ»**

---

**посвящена 300-летию Российской академии наук**



**Оренбург  
9-10 ноября 2022 г.**

## ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ



**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр биологических систем  
и агротехнологий Российской академии наук»**



**Министерство науки и высшего образования РФ  
(минобрнауки России)**



*Российская Академия  
Наук*

**Российская академия наук**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр биологических систем и  
агротехнологий Российской академии наук»

**МАТЕРИАЛЫ  
ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«НАУКА БУДУЩЕГО – НАУКА МОЛОДЫХ»**

г. Оренбург, 9-10 ноября 2022 г.

ОРЕНБУРГ  
2022

УДК 636

ББК 45.2

Н - 34

### **Научный редактор**

Лебедев С.В., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

### **Редакционная коллегия**

Лебедев С.В., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

Сизова Е.А., доктор биологических наук, доцент

Дускаев Г.К., доктор биологических наук, профессор РАН

Кизаев М.А., кандидат сельскохозяйственных наук

Павлова М.Ю., кандидат биологических наук

**Наука будущего – наука молодых:** материалы Всерос. молодежной науч.-практ. конф., г. Оренбург, 9-10 ноября 2022 г. – Оренбург: изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2022. – 185 с.

**ISBN 978-5-904627-49-2**

В сборник вошли статьи участников всероссийской молодежной научно-практической конференции «Наука будущего – наука молодых», посвященные актуальным проблемам инноваций в животноводстве, разведении, селекции, генетики сельскохозяйственных животных, растениеводства и семеноводства зерновых. Мероприятие проведено на платформе Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук в рамках подготовки к 300-летию юбилею Российской академии наук.

**ISBN 978-5-904627-49-2**

© ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. Фундаментальные аспекты и перспективы развития животноводства

<i>Дускаев Г.К., Климова Т.А. Действие кумарина и хлортетрациклина на концентрацию Ca, P, Mg, Fe в сыворотке крови, мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров.....</i>	6
<i>Громова Т.В., Люлина С.А. Причины и возраст выбытия коров алтайской популяции черно-пестрой породы, рожденных от быков отечественной и зарубежной селекции.....</i>	11
<i>Губайдуллина И.З., Иванищева А.П., Вершинина И.А. Рост, аминокислотный состав печени цыплят-бройлеров при использовании различных форм хрома.....</i>	14
<i>Гулиц А. Ф., Мирошникова Е.П. Влияние пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров.....</i>	19
<i>Рофезода Х.Х., Иргашев Т.А. Экстерьерные особенности яков ягнобской популяции Зеравшанского типа памирских яков.....</i>	24
<i>Самсонова О.Е., Сажнева А.Р., Ершова М.А. Влияние низкобелкового рациона на откормочные показатели свиней.....</i>	27
<i>Ганькина Е. Е., Сизова Е.А. Поведенческие реакции крыс при введении нерадиоактивных изотопов меди.....</i>	32
<i>Иванищева А.П., Мусабаева Л.Л., Власов Е.А., Яужева Е.В. Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении лактулозосодержащей кормовой добавки.....</i>	34
<i>Цыдыпов С.С. Межпородная и внутривидовая дифференциация казахского белоголового скота по группам крови.....</i>	39
<i>Инчагова К.С. Комбинирование малых молекул растительного происхождения приводит к усилению QS-ингибирующего эффекта у Chromobacterium substsugae.....</i>	43
<i>Казаев К.А., Холодилина Т.Н., Сальникова Е.В. Некоторые аспекты воздействия различных форм кальция на организм цыплят-бройлеров.....</i>	46
<i>Петруша Ю.К., Лебедев С.В. Влияние препаратов Бутитан, Oreganipowder и Пробиоцид®-Фито на использование питательных веществ корма и рост цыплят-бройлеров.....</i>	50
<i>Силин Д.А., Лебедев С.В. Влияние биологически активных добавок на переваримость питательных веществ и яйценоскость кур-несушек.....</i>	55
<i>Шошина О.В. Метаболические процессы в организме бычков при разных уровнях хрома в рационах.....</i>	59
<i>Иргашев Т.А., Рофезода Х.Х. Биологическая и энергетическая ценность мяса яков-самцов Зеравшанского типа памирских яков.....</i>	64
<i>Кононец В.В. Факторы, влияющие на образования компонентов молока и стабильность удоя лактирующих коров.....</i>	69
<i>Тузиков Р.А. Изучение влияния пробиотиков на продуктивные и гематологические показатели цыплят-бройлеров.....</i>	73
<i>Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. Влияние различных доз фитобиотика Scutellaria Baicalensis на рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота.....</i>	77

**Секция 2. Фундаментальные аспекты и перспективы развития земледелия, растениеводства и кормопроизводства**

<b>Корчагина И.А., Юшкевич Л.В.</b> Влияние влажности почвы на заболевание корневой системы пшеницы яровой в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	81
<b>Юсова О.А., Николаев П.Н.</b> Перспективный селекционный материал ярового ячменя в Омском АНЦ.....	84
<b>Аринжанова М.С.</b> Обмен веществ и продуктивность карпа при использовании в кормлении ультрадисперсных частиц диоксида кремния.....	88
<b>Паламарчук П.Г., Паламарчук И.В.</b> Влияние уровня минерального питания на формирование урожая гибридов подсолнечника масличного в условиях степной зоны Южного Урала.....	92
<b>Лузбаев К.В., Николаева Н.А.</b> Использование природного сырья Забайкалья в птицеводстве.....	97
<b>Васильев А.С.</b> Особенности формирования технологий возделывания картофеля в хозяйствах Тверской области.....	102
<b>Вейнбендер А.А., Шулико Н.Н.</b> Влияние инокуляции семян сои биопрепаратом Ризоторфин на интенсивность разложения целлюлозы.....	105
<b>Воронин А.Н., Котьяк П.А.</b> Влияние обработки почвы, удобрений и гербицидов на поражённость болезнями и урожайность овса.....	107
<b>Гармашов В.М.</b> Микробиом чернозема обыкновенного при ресурсосберегающих технологиях и NO-TILL.....	111
<b>Грошева Т.Д., Фролова А.С., Смолькин А.В.</b> Урожайность гибридов подсолнечника в условиях Барышского района Ульяновской области.....	115
<b>Николаев П.Н., Юсова О.А.</b> Реализация адаптивных возможностей омских сортов ярового ячменя в стрессовых условиях Сибирского Прииртышья.....	118
<b>Сизенцов А.Н., Черногорец О.А., Баранова А.П.</b> Экспериментальная оценка биотоксичности сульфата меди на организм лабораторных животных.....	123
<b>Шевчук Н.И.</b> Влияние стимуляторов роста на урожайность овса в условиях Приобской лесостепи.....	129
<b>Емельянова А.А., Давыдова О.К.</b> Оценка устойчивости почвенных изолятов <i>Bacillus spp.</i> к свинцу.....	132
<b>Регер Н.С.</b> Влияние биостимуляторов на формирование надземной биомассы кормовых культур.....	137
<b>Тюриков Д.А., Бесалиев И.Н., Дускаев Г.К.</b> Математический метод LOESS для восстановления временной серии NDVI пшеницы.....	141
<b>Чернявский А.Н., Сторожаков С.Ю.</b> Моделирование процесса воздействия пружинного зуба на почву.....	146
<b>Башняк С.Е., Лемешко М.А.</b> Повышение эффективности холодильных машин в кормопроизводстве.....	150
<b>Алтыбаева А.К., Жаркова С. В.</b> Влияние различных факторов на урожайность сортов мягкой пшеницы в засушливых условия Павлодарской области.....	154
<b>Мальшев С.В., Прядун Ю.П.</b> Экологическое испытание сортов твердой пшеницы.....	157
<b>Шулико Н.Н., Тимохин А.Ю.</b> Влияние длительного применения удобрений	

<i>на численность почвенной биоты и питательный режим орошаемой лугово-черноземной почвы.....</i>	162
---	-----

### **Секция 3. Фундаментальные аспекты и перспективы развития аквакультуры**

<b>Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В.</b> <i>Применение ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотиков для повышения продуктивности рыб.....</i>	167
<b>Пронина Г.И., Моргулев С.К.</b> <i>Новый трехпородный кросс карпа.....</i>	170
<b>Мирошникова Е.П., Зуева М.С.</b> <i>Морфологический состав крови карпов при использовании в кормлении пробиотиков Атыш и Субтилис.....</i>	174
<b>Зуева М.С., Мирошникова Е.П.</b> <i>Элементный статус сеголетков карпа при добавлении в рацион пробиотиков.....</i>	177
<b>Зуева М.С.</b> <i>Рост и развитие сеголетков карпа на фоне введения в рацион пробиотических препаратов.....</i>	181

## Секция 1. Фундаментальные аспекты и перспективы развития животноводства

УДК 636.5.033:636.084.1

### ДЕЙСТВИЕ КУМАРИНА И ХЛОРТЕТРАЦИКЛИНА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ Ca, P, Mg, Fe В СЫВОРОТКЕ КРОВИ, МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И ПЕЧЕНИ ЦЫПЛЯТ- БРОЙЛЕРОВ

Дускаев Г.К., д-р биол. наук, Климова Т.А.

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий  
Российской академии наук» (г.Оренбург)

**Аннотация.** В работе представлены данные биохимии сыворотки крови, мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров на фоне введения кумарина в отдельности и совместно с хлортетрациклином. Полученные данные показали, что увеличение содержания P, Mg и Fe в крови цыплят-бройлеров при включении в рацион кумарина и комбинации кумарина с хлортетрациклином. Также было выявлено что, кумарины не оказали значительного влияния на изменение железа в тканях и органах.

**Ключевые слова:** кумарины, растительные экстракты, животноводство, фитобиотики, антибиотик.

**Введение.** Отказ от использования кормовых антибиотиков в животноводстве привёл к возникновению вопроса поиска новых веществ для поддержания продуктивности и здоровья животных в период активного выращивания. В то же время поиск способов усиления действия существующих антибиотиков и их возможного синергетического действия с другими биологически активными веществами может быть полезен при терапевтическом лечении животных, в том числе для снижения антибиотикорезистентности.

На наш взгляд не менее важно изучение возможных синергетических эффектов кумаринов с антибактериальными препаратами. Так, исследователями наблюдалось синергетическое взаимодействие против грамположительных бактерий *Enterococcus faecalis* (водно-спиртовой экстракт листьев *Liquidambar styraciflua* L. и тетрациклин) и золотистого стафилококка (водно-спиртовой экстракт стебля *Liquidambar styraciflua* L. и тетрациклин) [1]. Этанольный экстракт *Sargassum aquifolium* (Turner) C. Agardh показал синергизм с окситетрациклином в отношении *S. aureus*, *L. monocytogenes* и *E. coli* [2]. Растительный экстракт *C. gigantea* усиливал антибактериальные свойства тетрациклина, антибактериальная активность была активна как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных бактерий [3].

Целью работы было: оценить действие кумарина в отдельности или совместно с хлортетрациклином на изменения биохимии сыворотки крови, мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров.

**Объекты и методы исследований.** Исследования были проведены в условиях центра коллективного пользования научным оборудованием ФНЦ БСТ РАН. Объект исследования: цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкрес,  $n=240$  (в трех повторностях, по 20 гол.). В своих исследованиях мы использовали вещество – 7-Гидроксикумарин (99 % АС12111-0250, Acros), ранее выделенное авторами с подтвержденной антибактериальной и QS-активностью из экстракта *Quercus Cortex* [4], и не токсическое по отношению к микроорганизмам [5]. Хлортетрациклин (20 %), относится к антибактериальным препаратам группы тетрациклинов. Схема эксперимента: контрольная группа – основной рацион (ОР), I опытная – ОР + хлортетрациклин (20 %) в дозе 0.63 г/кг массы тела (положительный контроль), II опытная - ОР + кумарин в дозе 2 мг/кг корма/сут, III опытная – ОР + кумарин + хлортетрациклин (20 %). Формирование общих рационов (ОР) для подопытной птицы в ходе исследований проводилось с учетом рекомендаций ВНИТИП [6]. Период эксперимента – 42 дня.

Динамика и прирост живой массы цыплят-бройлеров определялась ежедневно, утром, до кормления. Поедаемость и расход корма при выращивании цыплят-бройлеров рассчитывалась ежедневно. Содержание птицы и процедуры при выполнении экспериментов соответствовали требованиям инструкций и рекомендациям российского регламента (Приказ МЗ СССР <sup>1</sup> 755 от 12.08.1977) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Washington, D.C., 1996)». Были предприняты все усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить число используемых образцов. Декапитация птицы проводилась под нембуталовым эфиром на 42-е сутки эксперимента, определялась масса внутренних органов цыплят-бройлеров.

Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров определялась с использованием биохимического автоматического анализатора CS-T240 (DIRUI).

Определение элементного состава биосубстратов – на масс-спектрометре с индуктивной связанной плазмой Agilent 7900 с системой ВЭЖХ 1260 Infinity II BIO-Inert.

Статистический анализ. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Statistica 10.0 («StatSoft, Inc.», США). Результаты представлены в виде среднего арифметического значения ( $M$ ) и стандартной ошибки среднего ( $\pm SEM$ ). Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** Включение в состав рациона кумарина, а также кумарина с хлортетрациклином способствовало снижению Ca на 2,89 % и 5,54 % и Mg во II опытной группе на 1,52 % в крови цыплят-бройлеров (таблица 1). Увеличение содержания P по отношению к контрольной группе было зафиксировано в II и III опытных группах на 0,48 % и 6,34 %. Достоверное увеличение железа по сравнению с контрольной группой наблюдается в I опытной группе на 25,5 % ( $p \leq 0,05$ ). Во двух других опытных группах уровень железа был выше на 5,96 % и 3,75 %. На протяжении всего эксперимента содержание химических элементов во всех опытных группах не сильно отличалось друг от друга.

Таблица 1. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров ( $M \pm m$ ,  $n=20$ )

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Кальций, мкмоль/л	4,15±0,09	4,65±0,19	4,03±0,10	3,92±0,08
Фосфор, ммоль/л	4,10±0,14	4,79±0,17	4,12±0,13	4,36±0,06
Магний, ммоль/л	1,31±0,05	1,46±0,23	1,38±0,06	1,29±0,02
Железо, мкмоль/л	11,73±1,05	14,73±1,73*	12,43±0,73	12,17±1,11

Примечание: I опытная – ОР+хлортетрациклин (положительный контроль), II опытная – ОР+кумарин, III опытная – ОР+ хлортетрациклин+кумарин

В ходе эксперимента выявились определенные различия по содержанию химических элементов в грудных мышцах птицы (таблица 2). Введение в рацион хлортетрациклина в I опытной группе способствует увеличению Ca на 55,6 % ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с птицей из контрольной группы. Во II опытной группе при введении кумарина происходит снижение Ca на 26,8 % ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем. При этом наблюдается меньшее отложение P, Mg, Fe в I опытной группе в грудных мышцах на 28,1 %, 29,2 %, 8,0 % ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем. Концентрация Ca во II опытной группе была ниже по сравнению с I и III опытными группами на 67,5 % и 33,7 %.

Таблица 2. Концентрация химических элементов в грудных мышцах, мкг/г

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Ca	0,067±0,017	0,151±0,026*	0,049±0,0254 *	0,074±0,0257
P	2,351±0,253	1,689±0,212*	2,378±0,0555	2,313±0,113
Mg	0,339±0,029	0,240±0,034*	0,326±0,003	0,307±0,0325
Fe	38,475±0,125	35,385±8,875 *	38,730±23,92	38,025±28,49 5

Примечание: I опытная – ОР+хлортетрациклин (положительный контроль), II опытная – ОР+кумарин, III опытная – ОР+ хлортетрациклин+кумарин

Содержание Ca, P, Mg в бедренных мышцах во всех группах было практически одинаковым (таблица 3). Но следует отметить, что в III опытной группе при совместном действии кумарина и хлортетрациклина было самое низкое отложение Ca. По сравнению с группой контроля ниже на 22,4 % ( $p \leq 0,05$ ). Концентрация Mg в I опытной группе была выше по сравнению со II и III опытными группами на 5,1 % и 11,6 %. Концентрация Fe в I и II опытных группах была выше по сравнению с контрольной группой на 54,4 % и 35,2 % ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 3. Концентрация химических элементов в бедренных мышцах, мкг/г

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Ca	0,049±0,003	0,045±0,007	0,040±0,001 1	0,038±0,0045 *
P	2,168±0,080	2,197±0,052	2,104±0,058 0	2,158±0,0385
Mg	0,295±0,02	0,308±0,002	0,292±0,001 5	0,272±0,003
Fe	12,770±1,320	19,725±5,805 *	17,270±4,83 *	15,330±6,01

Примечание: I опытная – ОР+хлортетрациклин (положительный контроль), II опытная – ОР+кумарин, III опытная – ОР+ хлортетрациклин+кумарин

Аналогично содержание Ca, P, Mg в печени во всех групп практически одинаково (таблица 4). Однако, при добавлении в рацион кумарина, отложение Ca и P во II опытной группе ниже по сравнению с контрольной группой на 18,7 % и 7, 2 % ( $p \leq 0,05$ ). Достоверное снижение Fe наблюдается в группе при совместном применении хлортетрациклина и кумарина на 39,6 % ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с группой контроля.

Таблица 4. Концентрация химических элементов в печени, мкг/г

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Ca	0,080±0,018	0,077±0,018	0,065±0,0094 *	0,081±0,0037
P	3,236±0,059	3,350±0,49	3,000±0,1270 *	3,052±0,1230
Mg	0,212±0,015	0,203±0,021	0,215±0,004	0,210±0,0085
Fe	234,500±13,5 0	212,500±2,5 0	223,000±19,0	141,500±28,50 *

Примечание: I опытная – ОР+хлортетрациклин (положительный контроль), II опытная – ОР+кумарин, III опытная – ОР+ хлортетрациклин+кумарин

**Обсуждение результатов.** Результаты нашего эксперимента показали тенденцию к увеличению содержания P, Mg и Fe в крови цыплят-бройлеров при включении в рацион кумарина и комбинации кумарина с хлортетрациклином. В свою очередь уровень Ca понижался при включении в рацион кумарина и комбинации кумарина с хлортетрациклином. Данный факт противоположен ранее полученным данным, в частности, при добавлении в рацион экстракта *Q. cortex* (содержащего в своем составе дубильные вещества, в том числе кумарины) содержание Ca было выше, чем у контрольной группы, а содержание P наоборот ниже [5].

Также известно, что кумариноподобное вещество способно влиять на обмен кальция в том числе снижать его поступление [7], что согласуется с результатами нашего эксперимента.

Что касается Fe, полученные данные также противоречат информации о том, что включение в рацион экстрактов виноградных косточек способствует снижению железа и других элементов в крови цыплят бройлеров [8]. Возможно, синергетический эффект кумарина и хлортетрациклина дает своего рода изменения в биохимии химических элементов.

Кумарины не оказали значительного влияния на изменение железа в тканях и органах, за исключением бедренных мышц, принимающих участие в двигательной активности. Вероятно, в данной группе мышц более тесное взаимодействие кумаринов и железа и накопление продуктов окисления, что подтверждается недавними исследованиями [9], а также способность дубильных веществ образовывать с железом комплексы [10].

**Выводы.** Таким образом, изучение синергетических эффектов кумаринов с антибактериальными препаратами является актуальным. Комбинация кумарина и хлортетрациклина способствует увеличению содержания P, Mg и Fe и снижению Ca в крови цыплят-бройлеров. В отдельности кумарины не оказали влияния на Fe в тканях и органах цыплят-бройлеров кроме бедренных мышц.

**Работа выполнялась в рамках проекта № FNWZ-2022-0010.**

#### **Литература:**

1. Mancarz GFF, Laba LC, da Silva ECP, Prado MRM, de Souza LM, de Souza D, Nakashima T, Mello RG. *Liquidambar styraciflua L.*: A new potential source for therapeutic uses. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2019;174:422-431. doi: 10.1016/j.jpba.2019.06.003.
2. Vamunuarachchi NI, Khan F, Kim YM. Bactericidal Activity of *Sargassum aquifolium* (Turner) C. Agardh against Gram-positive and Gram-negative Biofilm-forming Pathogenic Bacteria. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2021;22(12):1628-1640. doi: 10.2174/138920102266621011122230.
3. Nath K, Talukdar AD, Bhattacharya MK, Bhowmik D, Chetri S, Choudhury D, Mitra A, Choudhury NA. *Cyathea gigantea* (Cyatheaceae) as an antimicrobial agent against multidrug resistant organisms. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2019;19(1):279. doi: 10.1186/s12906-019-2696-0.
4. Deryabin DG, Tolmacheva AA. Antibacterial and Anti-Quorum Sensing Molecular Composition Derived from *Quercus cortex* (Oak bark) Extract. *Molecules*. 2015;20:17093-17108; doi:10.3390/molecules200917093.
5. Duskaev GK, Rakhmatullin SG, Kazachkova NM, Sheida YV, Mikolaychik IN, Morozova LA, Galiev BH. Effect of the combined action of *Quercus cortex* extract and probiotic substances on the immunity and productivity of broiler chickens. *Veterinary World*. 2018;11(10):1416-1422. doi:10.14202/vetworld.2018.1416-1422.
6. Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. М., 2009. 80 с.
7. Abdelazeem KNM, Kalo MZ, Beer-Hammer S, Lang F. The gut microbiota metabolite urolithin A inhibits NF-κB activation in LPS stimulated BMDMs. *Scientific Reports*. 2021;11(1):7117. doi: 10.1038/s41598-021-86514-6.

8. Skrypnik K, Suliburska J. Association between the gut microbiota and mineral metabolism. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017;98(7):2449-2460. doi: 10.1002/jsfa.8724.
9. Baune M, Kang K, Schenkeveld WDC, Kraemer SM, Hayen H, Weber G. Importance of oxidation products in coumarin-mediated Fe(hydr)oxide mineral dissolution. *Biometals*. 2020;33(6):305-321. doi: 10.1007/s10534-020-00248-y.
10. Chiocchetti GM, De Nadai Fernandes EA, Wawer AA, Fairweather-Tait S, Christides T. *In Vitro* Iron Bioavailability of Brazilian Food-Based by-Products. *Medicines (Basel)*. 2018;5(2):45. doi: 10.3390/medicines5020045.

УДК 636.2.034. 082.251(571.15)

### **ПРИЧИНЫ И ВОЗРАСТ ВЫБЫТИЯ КОРОВ АЛТАЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ, РОЖДЕННЫХ ОТ БЫКОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Громова Т.В., канд. с.-х. наук, доцент; Люлина С.А., зоотехник-селекционер  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (г. Барнаул)*

**Аннотация.** Изучено влияние типа селекции на показатели долголетия и пожизненной продуктивности коров алтайской популяции черно-пестрой породы. Величина влияния фактора составила 10-12% ( $p < 0,001$ ). Лучшие показатели долголетия, здоровья и пожизненной продуктивности (по сумме рангов) зафиксированы у потомков быков английской, алтайской, германской, омской и ленинградской селекции.

**Ключевые слова:** долголетие, тип селекции, пожизненная продуктивность, гинекологические заболевания, яловость, черно-пестрая порода.

**Введение.** Увеличение сроков хозяйственного использования коров – один из острых вопросов отрасли животноводства молочного направления продуктивности. От него зависят такие биологические и экономические показатели, как: интенсивность ремонта стада, надежность оценки животных по продуктивным и племенным качествам, себестоимость произведенной продукции [1, 2].

В последние годы в высокопродуктивных стадах наблюдается сокращение сроков использования коров до 2-3 лактаций [3]. В первую очередь это связано с длительной односторонней селекцией скота по показателям молочной продуктивности с использованием генофонда голштинской породы [1, 4-6].

В связи с этим целью исследований стало: изучить влияние типа селекции на долголетие, пожизненную продуктивность и причины выбытия коров алтайской популяции черно-пестрой породы и выявить перспективные группы для включения в селекционную группу стада.

**Объекты и методы исследований.** Научные исследования проведены в 2022 году на базе ФГБНУ ФАНЦА (отдел ПЗ «Комсомольское» Павловского района Алтайского края), где разводится скот черно-пестрой породы. Выборочная совокупность животных за последние 10 лет составила 6165 гол.

Срок хозяйственного использования и причины выбытия коров из стада изучались по данным информационной базы ИАС «Селэкс – молочный скот». Животные были распределены на группы с учетом типа селекции (по отцу).

Проводился генетико-статистический анализ данных и метод сравнения групп животных с использованием критерия достоверности разницы Стьюдента-Фишера.

Степень влияния изучаемого фактора ( $\eta^2$ ) определялась методом однофакторного дисперсионного анализа.

**Результаты.** Животные алтайской популяции черно-пестрой породы в среднем использовались в стаде 3,8 лактаций. За этот период от каждой коровы было получено 18258,7 кг молока, 732,9 кг молочного жира и 531,6 кг молочного белка (табл. 1).

Более продолжительный срок эксплуатации (на 3,9 лет,  $p < 0,001$ ) имели коровы, рожденные от быков отечественной селекции. Максимальным долголетием в стаде (4,3 лакт.,  $p < 0,001$ ) отличились дочери быков алтайской селекции.

Среди сверстниц от быков зарубежной селекции срок более четырех лактаций (4,2 лакт.,  $p < 0,001$ ) имели потомки английской и германской селекции.

Менее двух лактаций использовались коровы-потомки быков канадской селекции, поэтому от них было получено наименьшее количество молочной продукции.

Таблица 1. Возраст выбытия и показатели пожизненной продуктивности коров алтайской популяции черно-пестрой породы, рожденных от быков разной селекции

Тип селекции	n	Возраст выбытия, лакт.	Пожизненная продуктивность, кг		
			удой	выход жира, кг	выход белка
<i>Дочери быков отечественной селекции</i>					
Алтайская	2210	4,3±0,05 <sup>3</sup>	18745,5±252,19	747,5±14,67	568,9±11,03
Куйбышевская	339	3,8±0,12	17418,7±629,35	664,2±24,27	507,9±19,00
Ленинградская	1245	3,6±0,06	20807,1±357,89 <sup>3</sup>	861,7±15,14	639,5±11,03
Омская	860	3,7±0,08	15435,9±416,88	589,2±16,26	522,5±22,68
Смоленская	168	3,9±0,18	17560,6±1009,26	685,4±40,75	522,2±31,54
<b>В среднем</b>	<b>4822</b>	<b>3,9±0,03<sup>3</sup></b>	<b>18514,6±176,69</b>	<b>736,3±8,35</b>	<b>581,4±6,79</b>
<i>Дочери быков зарубежной селекции</i>					
Английская	209	4,2±0,17 <sup>3</sup>	19010,4±785,36 <sup>1</sup>	777,0±35,43	594,9±26,38
Германская	121	4,2±0,20 <sup>3</sup>	21151,3±1193,34 <sup>2</sup>	845,2±48,63 <sup>2</sup>	649,8±36,75 <sup>1</sup>
Канадская	295	1,8±0,05	11558,0±363,52	490,8±15,53	352,3±11,05
Нидерландская	718	3,2±0,06	18632,0±408,67	789,7±17,25	571,4±12,53
<b>В среднем</b>	<b>1343</b>	<b>3,1±0,05</b>	<b>17352,0±297,38</b>	<b>724,7±12,54</b>	<b>531,6±9,24</b>
<i>В среднем по всему поголовью</i>	6165	3,8±0,03	18258,7±152,88	732,9±7,00	567,0±5,54

<sup>1</sup>  $p < 0,05$ ; <sup>2</sup>  $p < 0,01$ ; <sup>3</sup>  $p < 0,001$

Наибольший пожизненный удой был получен от коров, рожденных от быков германской, ленинградской и английской селекции. Потомки перечисленных производителей достоверно больше имели продуктивность по удою – на 751,7-2892,5 кг молока и по выходу молочного жира и белка – на 72,5-128,8 кг.

Дочери быков алтайской селекции показали продуктивность на уровне среднего по стаду.

Основными причинами выбытия животных из стада явились: неудовлетворительная продуктивность, заболевания вымени, органов воспроизводства, конечностей и пищеварительной системы, а также яловость (табл. 2).

Таблица 2. Причины выбытия коров алтайской популяции черно-пестрой породы, полученных от быков разной селекции

Тип селекции	Низкая продуктивность	Заболевания:				Яловость	Прочие
		вымени	органов воспроизводства	конечностей	БПС*		
<i>Дочери быков отечественной селекции</i>							
Алтайская	25,9	15,8	23,7	7,2	4,5	8,8	14,1
Куйбышевская	18,6	21,5	31,0	8,0	4,1	8,0	8,8
Ленинградская	6,4	16,0	21,7	13,6	11,5	13,9	16,9
Омская	22,6	14,7	31,8	6,6	3,3	6,7	14,3
Смоленская	13,2	21,0	32,9	6,6	6,0	9,6	10,7
<b>В среднем</b>	<b>17,3</b>	<b>17,8</b>	<b>28,2</b>	<b>8,4</b>	<b>5,9</b>	<b>9,4</b>	<b>13,0</b>
<i>Дочери быков зарубежной селекции</i>							
Английская	22,5	16,3	13,9	14,4	6,7	9,6	16,6
Германская	7,4	19,0	23,9	7,4	9,1	9,9	23,3
Канадская	0,7	13,2	24,1	9,1	15,2	14,9	22,8
Нидерландская	3,5	16,0	19,8	15,0	11,3	13,9	20,5
<b>В среднем</b>	<b>8,5</b>	<b>16,1</b>	<b>20,4</b>	<b>11,5</b>	<b>10,6</b>	<b>12,1</b>	<b>20,8</b>
<i>В среднем по поголовью</i>	<i>13,4</i>	<i>17,1</i>	<i>24,8</i>	<i>9,8</i>	<i>8,0</i>	<i>10,6</i>	<i>16,4</i>

\* БПС – Болезни пищеварительной системы.

Наибольшая доля животных выбыла из стада по причинам гинекологических заболеваний (24,8%) и яловости (10,6%). Особенно часто болезни органов воспроизводства встречались у коров-потомков быков куйбышевской, омской и смоленской селекции (31,0-31,8%). По причине яловости чаще выбывали из стада дочери быков ленинградской, канадской и нидерландской селекции.

У коров, рожденных от производителей куйбышевской и смоленской селекции, в 21% случаев встречались заболевания вымени. У потомков быков ленинградской и канадской селекции в 13,9-14,9% случаев наблюдались заболевания конечностей и органов пищеварения.

Влияние изучаемого фактора (тип селекции) на показатели долголетия и пожизненной продуктивности составило 10-12% ( $p < 0,001$ ).

**Выводы.** Лучшие показатели долголетия и пожизненной продуктивности имели коровы, рожденные от быков алтайской, германской и ленинградской селекции. Они достоверно превосходили сверстниц по сроку хозяйственного использования на 0,4-0,5 лакт., по пожизненному удою – на 486,8-2892,6 кг молока, по выходу молочного жира и белка – на 14,6-128,8 кг.

1. У коров-потомков алтайской, английской, нидерландской и ленинградской селекции реже на 2-4% встречались: яловость, заболевания вымени и органов воспроизводства.

2. По сумме ранговых мест по изученным показателям лучшее потомство было получено от быков-производителей английской, алтайской, германской, омской и ленинградской селекции. Величина влияния типа селекции на показатели долголетия и пожизненной продуктивности коров составила 10-12% ( $p < 0,001$ ).

### *Литература:*

1. Стрекозов Н.И., Сивкин Н.В., Чинаров В.И., Баутина ОВ. Оценка молочных пород по воспроизводительным и адаптационным способностям // Зоотехния. – 2017. – № 7. – С. 2-6.

2. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е., Новиков В.М. и др. Анализ некоторых показателей продуктивности коров в связи с наследованием EAV-аллелей групп крови // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 68-70.

3. Любимов А.И. Пожизненная молочная продуктивность коров, полученных разными методами подбора / А.И. Любимов, В.М. Юдин // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., 14-17 февраля 2012 г. / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2012. – Т. 2 (31). – С. 156-158.

4. Волынкина М.Г. Ярмоц Л.П. Генетический потенциал импортного скота разного происхождения в Тюменской области // Главный зоотехник. – 2015. — № 1. – С. 33-39.

5. Титова С.В. Продолжительность продуктивного использования и пожизненная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота // Аграрная наука Северо-Востока. – 2016. – №5 (54). – С. 17-19.

6. Чукавин А.С., Воробьева С.Л. Влияние генотипических факторов на продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы в Удмуртии // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2017. – № 4. – С. 15-19.

УДК 636.52/.58

## **РОСТ, АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЕЧЕНИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЛИЧНЫХ ФОРМ ХРОМА**

Губайдуллина И.З к.б.н., Иванищева А.П., Вершинина И.А., Мустафина А.С.

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования по дополнительному включению хрома в комбикорм цыплят-бройлеров в различных формах. Эксперимент был проведен на цыплятах кросса Арбор Айкрес (ОАО «Птицефабрика Оренбургская, www.pfo56.ru), которые были разделены методом групп-аналогов на пять экспериментальных групп. Контрольная группа получала рацион без добавок хрома; экспериментальные группы получали в рацион пиколинат хрома в дозе 100 мкг/кг (Cr-Pic) и ультрадисперсные частицы хрома в дозе 100 мкг/кг (УДЧ Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Установлено, что абсолютный прирост цыплят достоверно увеличился при добавлении в рацион

пиколината хрома. Отмечен факт увлечения аминокислот при добавлении в рацион пиколината хрома, по отношению к контролю.

**Ключевые слова:** цыплята-бойлеры, хром, аминокислотный состав, пиколинат.

**Введение.** В последние годы были проведены исследования по оценке реакции животных организмов на хром (Cr), используемый в качестве пищевой добавки. Поскольку потребление Cr обычно низкое в рационах и кормах, поэтому внимание исследователей сосредоточено на изучении возможных полезных аспектов добавок Cr для биологической активности, состава тела и здоровья животных [1]. Хром является основным компонентом фактора толерантности к глюкозе. Его способность регулировать уровень глюкозы путем активации секреции инсулина обеспечивает надлежащие метаболические превращения углеводов, белков и липидов. В передаче сигналов инсулина, главную роль играет хромодулин. Этот белок прочно связывает четыре хромовых связывающих иона, прежде чем этот олигопептид приобретет конформацию, необходимую для связывания с рецептором инсулина через активный сайт тирозинкиназы [2]. Считается также, что хром необходим для активации некоторых ферментов и стабилизации белков и нуклеиновых кислот. Дефицит хрома может нарушить метаболизм углеводов, белков и липидов [3]. Известно, что метаболизм инсулина влияет на перекисное окисление липидов [4, 5, 6], и поэтому Cr, как кофактор инсулина, может проявлять антиоксидантную активность. В доступной литературе имеется несколько сообщений о потенциальном влиянии Cr (посредством индукции высвобождения цитокинов) на иммунный ответ у животных, включая цыплят [7, 8, 9].

В настоящее время хром не считается важным микроэлементом для птицы, но считается, что этот микроэлемент может играть питательную и физиологическую роль. Хан [1] показал, что добавление Cr в рацион птицы может улучшить метаболизм углеводов и липидов, стимулируют иммунную и антиоксидантную систему, и, прежде всего, он может улучшить прирост веса и снизить упитанность туши. С точки зрения производителя мяса птицы и потребителя, уменьшение брюшного жира является желаемым эффектом. Однако результаты исследований, представленные до сих пор, часто расходятся с точки зрения возможности уменьшения жирового покрова за счет использования Cr в питании птиц.

Согласно исследованиям, проведенным на сельскохозяйственных животных, хром, введенный в организм в форме Cr (III), оказывает заметное воздействие на выработку, и его доступность в организме зависит от используемой формы [9, 10, 11]. Доступность органических форм считается 10 раз больше, чем у неорганических форм [11]. В последнее время ученые взялись за новые задачи, связанные с интенсивными исследованиями для оценки потенциального использования нанохрома в качестве профилактической кормовой добавки для животных [11, 12, 13]. Еще не установлены максимальные дозы для различных форм Cr, включая наночастицы. Помимо благоприятного воздействия Cr на организм, следует принимать во внимание потенциальные токсические эффекты неподходящей дозы.

Целью этого исследования было изучение эффективности использования различных форм хрома в рационе на интенсивность ростового показателя и аминокислотного состава печени цыплят бройлеров.

**Объекты и методы исследований.** Исследования были проведены в условиях лаборатории биологических испытаний и экспертиз и Испытательном центре ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии

наук». Объект исследований были цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкрес (ОАО «Птицефабрика Оренбургская, www.pfo56.ru).

Сформировали 3 группы из 7-суточных бройлеров: одну контрольную и две опытных. Контрольная группа птиц на протяжении всего эксперимента получали рацион сформированный по рекомендациям ВНИИТИП (2015). В рацион I группы включали – пиколинат хрома (Cr-Pic), во II опытную - УДЧ Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Доза вводимого хрома соответствовала в пересчете на металл 100 мкг/кг корма (надо себя).

Статистическая обработка. Цифровые данные статистически обработаны с использованием программ «Excel» из программного пакета «Office XP», «Statistica 10.0». Достоверными считали различия при  $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $p \leq 0,001$ . Данные в таблицах представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка средней арифметической.

**Результаты.** За период эксперимента расход корма на 1 кг прироста в контроле составил 1,47 кг, разница в зависимости от различных форм хрома составила от 0,7 до 3% (Рисунок 1)

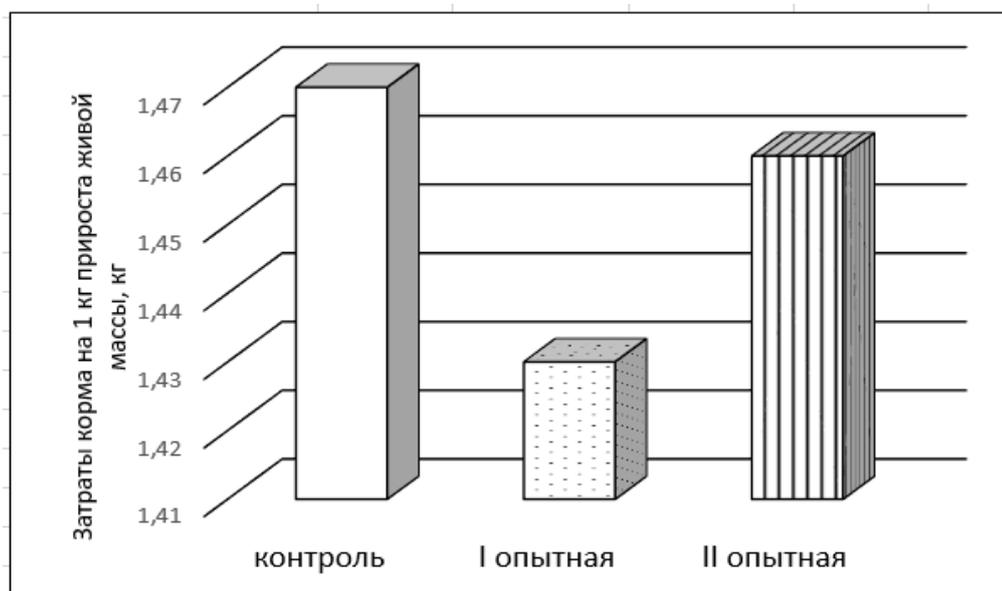


Рисунок 1 - Затраты корма на 1 кг прироста цыплят-бройлеров Арбор-Айкрес (опыт в условиях вивария,  $M \pm m$ ,  $n = 30$ ), кг

Активность метаболизма связана с наличием катализаторов, способных в минимальных количествах стимулировать обмен веществ, выраженный в синтезе белка и ростовыми показателями.

Исходя из показателей прироста живой массы, наибольшие различия были характерны для 3 и 5 недельного периода у I и II опытных групп (Таблица 1).

Таблица 1. Прирост живой массы бройлеров за период эксперимента, г/гол

Недели	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
1	126,4±8,4	115,9±3,6	124,8±4,5

2	355±33,8	371,7±18,2	376±21,5
3	449,7±25,7	528,3±41,4	507±24,3
4	481±23,4	518±31,3	581±27
5	551±69	645±32,8	627±7,5

Таким образом, наиболее удобоваримыми являлись пиколинат хрома, что соответствовало показателям прироста живой массы при наименьших затратах корма.

Аминокислоты являются строительными блоками белка, который является основным компонентом сухого вещества для роста цыплят.

По результатам проведенных исследований аминокислотного состава печени цыплят – бройлеров, нами установлено, что добавление в рацион пиколината хрома способствовало увеличению заменимых аминокислот на 14,7%, а незаменимых на 12,6% по отношению к контрольной группе (Таблица 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав печени, %

Аминокислота, %	контроль	I	II
Незаменимые			
Аргинин, %	2,45±0,20	2,95±0,15	2,76±0,25
Валин, %	2,65±0,32	2,79±0,26	2,84±0,10
Фенилаланин, %	2,37±0,29	2,65±0,27	2,49±0,21
Гистидин, %	1,38±0,15	1,58±0,14	1,34±0,06
Лейцин+Изолейцин, %	5,97±0,56	6,86±0,54	6,34±0,33
Метионин, %	1,55±0,34	1,38±0,13	1,34±0,04
Треонин, %	2,48±0,25	2,84±0,22	2,60±0,13
Лизин, %	3,30±0,43	3,89±0,43	3,47±0,30
сумма	22,15	24,94	23,18
% к контролю	100	112,6	104,65
Заменимые			
Тирозин, %	1,98±0,20	2,27±0,28	2,10±0,14
Серин, %	2,08±0,24	2,44±0,16	2,32±0,10
Аланин, %	3,19±0,34	3,63±0,18	3,58±0,10
Глицин, %	2,66±0,24	3,02±0,26	2,75±0,17
Пролин, %	2,51±0,30	2,82±0,30	2,58±0,13
сумма	12,42	14,18	13,33
% к контролю	100	114,17	107,33

Метионин в контрольной группе птиц, был выше чем в опытных группах. Метионин представляет собой незаменимую серосодержащую аминокислоту, которая играет множество ролей в различных биологических процессах, таких как: синтез белка, синтез полиаминов.

Следовательно, включение в рацион цыплят-бройлеров пиколината хрома способствует повышению эффективности использования в кормах.

**Обсуждение результатов.** Хром используется в повседневной жизни и имеет широкий спектр функций. Он играет важную роль в синтезе белка, углеводном и липидном обмене.

Аналогично в исследованиях [14] дополнительное включение в рацион Cr (0,2 мг) увеличило среднесуточный прирост массы без повышения расхода корма, и нивелировало отложения жира. О сходном влиянии органических и наноформ хрома по сравнению с минеральной его формой сообщалось ранее [15].

Результаты показывают, что добавление хрома в форме пиколината может быть эффективным средством для улучшения показателей роста и аминокислотного состава печени цыплят бройлеров. Пиколинат, по-видимому, оказывает положительное воздействие по сравнению с УДЧ хрома.

Необходимы более обширные исследования, чтобы определить влияние различных форм хрома на показатели роста и характеристики тушки. Исследования по использованию Cr из органических источников в птицеводстве ограничены.

Основной целью использования хрома в качестве кормовых добавок у цыплят является улучшение роста и производительности. Отчеты о влиянии хрома на показатели роста бройлеров были разными [16], и наши результаты, по крайней мере, в определенной степени, согласуются с этой изменчивостью. Наши результаты и обзор Национального исследовательского совета [16] относительно изменчивости добавок Cr согласуются с недавними публикациями. Кроме того, Ли [17] сообщили, что пиколинат Cr не оказывал влияния на рост, но повышал эффективность корма. В Европе кормовая добавка на основе Cr еще не разрешена.

Таким образом, показатели роста и затраты корма могут быть значительно улучшены за счет включения в рацион пиколината хрома. Безусловно, требуются дополнительные исследования.

**Выводы.** Результаты этого исследования подтверждают, что добавление в корм пиколината хрома благотворно влияет на показатели роста, затраты корма и аминокислотный состав печени бройлеров.

**Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации №075-15-2022-680**

#### *Литература:*

1. Khan, R.U., Naz, S., Dhama, K., Saminathan, M., Tiwari, R., Jeon, G.J., Laudadio, V., Tufarelli, V. 2014. Modes of action and beneficial application of chromium in poultry nutrition, production and health: a review. *Int. J. Pharm.* 10: 357-367
2. Vincent J. 2000. Quest for the molecular mechanism of chromium action and its relationship to diabetes. *Nutr. Rev.* 58: 67 - 72
3. Sahin, N., Akdemir, F., Tuzcu, M., Hayirli, A., Smith, M.O., Sahin, K. 2010. Effects of supplemental chromium sources and levels on performance, lipid peroxidation and proinflammatory markers in heat-stressed quails. *Anim. Feed Sci. Technol.* 159: 143-149
4. Preuss, H.G., Grojec, P.L., Lieberman, S., Anderson, R.A. 1997. Effects of different chromium compounds on blood pressure and lipid peroxidation in spontaneously hypertensive rats. *Clin. Nephrol.* 47: 325-30
5. Gallaher, D.D., Csallany, A.S., Shoeman, D.W., Olson, J.M. 1993. Diabetes increases excretion of urinary malondehyde cojugates in rats. *Lipids* 28: 663-666
6. Mikulski, D., Jankowski, J., Zduńczyk, Z., Wróblewska, M., Sartowska, K., Majewska T.

2009. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *J. Anim. Feed Sci.* 18: 518-530

7. Wang, J.Y., Wicklund, B.H., Gustilo, R.B., Tsukayama, D.T. 1996. Titanium, chromium and cobalt ions modulate the release of bone-associated cytokines by human monocytes/macrophages in vitro. *Biomaterials.* 17: 2233-2240

8. Granchi, D., Verri, E., Ciapetti, G., Savarino, L., Cenni, E., Gori, A., Pizzoferrato, A. 1998. Effects of chromium extract on cytokine release by mononuclear cells. *Biomaterials* 19: 283-291

9. Uyanik, F., Kaya, S., Kolsuz, A.H., Eren, M., Sahin, N. 2002b. The effects of chromium supplementation on egg production, egg quality, and serum parameters in laying hens. *Taurk. J. Vet. Anim. Sci.* 26: 379- 387

10. Mirfendereski, E., Jahanian, R. 2015 Effects of dietary organic chromium and vitamin C supplementation on performance, immune responses, blood metabolites, and stress status of laying hens subjected to high stocking density. *Poult. Sci.* 94: 281-288

11. Sirirat, N., Lu, J., Hung, A.T., Chen, S., Lien, T. 2012. Effects different levels of nanoparticles chromium picolinate supplementation on growth performance, mineral retention, and immune responses in broiler chickens. *J. Agric. Sci.* 4: 48-58

12. Amiri Andi, M., Shahamat A. 2015. Effects of different levels of nano chromium chloride in diet on egg quality and blood chromium content of layingjapanese quail. *Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res.* 3: 378–383

13. Hung, A.T., Leury, B.J., Sabin, M.A., Lien, T.F., Dunshea, F.R. 2015. Dietary chromium picolinate of varying particle size improves carcass characteristics and insulin sensitivity in finishing pigs fed low- and high-fat diets. *Anim. Prod. Sci.* 55: 454-460

14. Lien T.F., Yeh H.S., Lu F.Y., & Fu C.M. Nanoparticles of chromium picolinate enhance chromium digestibility and absorption. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2009, 89: 1164–1167

15. National Research Council (NRC). 2005. Mineral tolerance of animals, second revised edition. National Academies Press, Washington, 115-125

16. NRC. The role of chromium in animal nutrition. Washington DC: National academy press; 1997

17. Lee DN, Wu FY, Cheng YH, Lin RS, Wu PC. Effect of dietary chromium picolinate supplementation on growth performance and immune responses of broilers. *Asian Australas J Anim Sci* 2003;16:227e33

УДК 636.52

## **ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ БРОЙЛЕРОВ**

Гулиц А. Ф.,

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук;*

Мирошникова Е.П.

*Оренбургский государственный университет (Оренбург)*

**Аннотация.** Описаны результаты влияния пробиотических препаратов на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1\*10<sup>6</sup>), *Bifidobacterium adolescentis* (1\*10<sup>8</sup>), *Enterococcus faecium* (1\*10<sup>8</sup>) на рост и развитие цыплят бройлеров. При введении в рацион пробиотиков был установлен рост цыплят на

величину от 7 до 22 %. Лучшая динамика живой массы наблюдалась для группы, потреблявшей вместе с кормом пробиотический препарат на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* ( $1 \times 10^8$ ).

**Ключевые слова:** пробиотические препараты, кормление, цыплята бройлеры, прирост

**Введение.** Птицеводство считается одной из самых эффективных отраслей животноводства, основной фактор которой - рациональное использование кормовых ресурсов при организации сбалансированного кормления птицы. Полноценное кормление птицы организуется с учетом особенностей переваривания пищи в желудочно-кишечном тракте, что также является одним из путей повышения мясной продуктивности [1,2,13].

Широкое применение в птицеводстве находят различные микробиологические препараты, в особенности пробиотики, способствующие формированию нормальной (полезной) микрофлоры желудочно-кишечного тракта и сохранению здоровья птицы. Отдельными авторами отмечается положительное влияние пробиотиков на полноту переваривания питательных веществ и всасывание их в кишечнике [4].

Данные кормовые добавки безопасны как для животных, так и для человека, употребляющего в пищу готовую продукцию [5, 6]. Пробиотики вытесняют патогенную и условно-патогенную микрофлору в кишечнике птицы, замещая ее микроорганизмами, выделяющими ферменты в процессе своей жизнедеятельности, тем самым повышая переваримость и усвоение питательных компонентов корма. За счет этих процессов увеличивается продуктивность птицы [10,12].

В последние годы проводится много исследований, связанных с разработкой технологий, в основе которых лежит совместное использование различных групп биологически активных веществ, для проявления большего эффекта при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы. Изучение эффективности использования пробиотиков при выращивании сельскохозяйственной птицы является весьма важным направлением [14].

Цель исследований – выявить влияние пробиотических препаратов на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^6$ ), *Bifidobacterium adolescentis* ( $1 \times 10^8$ ), *Enterococcus faecium* ( $1 \times 10^8$ ) на продуктивность цыплят бройлеров.

**Объекты и методы исследований.** Методикой эксперимента предполагалось изучение влияния использования монофазных пробиотических препаратов на основе штаммов: *Lactobacillus acidophilus*, *Ifidobacterium adolescentis*, *Enterococcus faecium* продуктивные качества цыплят бройлеров.

Исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор Айкрес». Для эксперимента было отобрано 20 голов недельных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 4 группы ( $n=5$ ).

Подопытные группы сформированы методом пар-аналогов. Контрольная группа потребляла основной рацион на протяжении всего эксперимента. Пробиотик на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^6$ ) был включен в основной рацион в концентрации 4 г/кг корма (I опытная), пробиотик на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* ( $1 \times 10^8$ ) – в концентрации 4 г/кг корма (II опытная), пробиотик на основе штамма *Enterococcus faecium* ( $1 \times 10^8$ ) - в концентрации 4 г/кг корма (III опытная). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента 28 суток, включавшие подготовительный (7 суток) и учетный (21 день) периоды.

Учет массы цыплят бройлеров проводили раз в неделю индивидуальным взвешиванием.

Впоследствии проводили расчёт прироста ( $\pm 1$  г). Кормление опытной птицы проводилось 2 раза в сутки, учет кормов – ежесуточно. Поение вволю. Рацион рассчитывали еженедельно после взвешивания.

Обработка полученных результатов была проведена с применением методов вариационной статистики и определением средней арифметической вариационного ряда (M), средней ошибки средней арифметической (m), достоверности разницы средних величин. Достоверность была определена по t-критерию Стьюдента.

**Результаты.** На протяжении всего эксперимента поведение цыплят бройлеров не отклонялось от нормы для данного вида. Птица была подвижна, прекрасно поедала корм, реагировала на внешние раздражители. Сохранность подопытной птицы была 100 % во всех группах.

Включение в рацион цыплят бройлеров пробиотических препаратов на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \cdot 10^6$ ), *Bifidobacterium adolescentis* ( $1 \cdot 10^8$ ), *Enterococcus faecium* ( $1 \cdot 10^8$ ) отразилось на изменении динамики живой массы птицы с первой недели эксперимента (рис. 1).

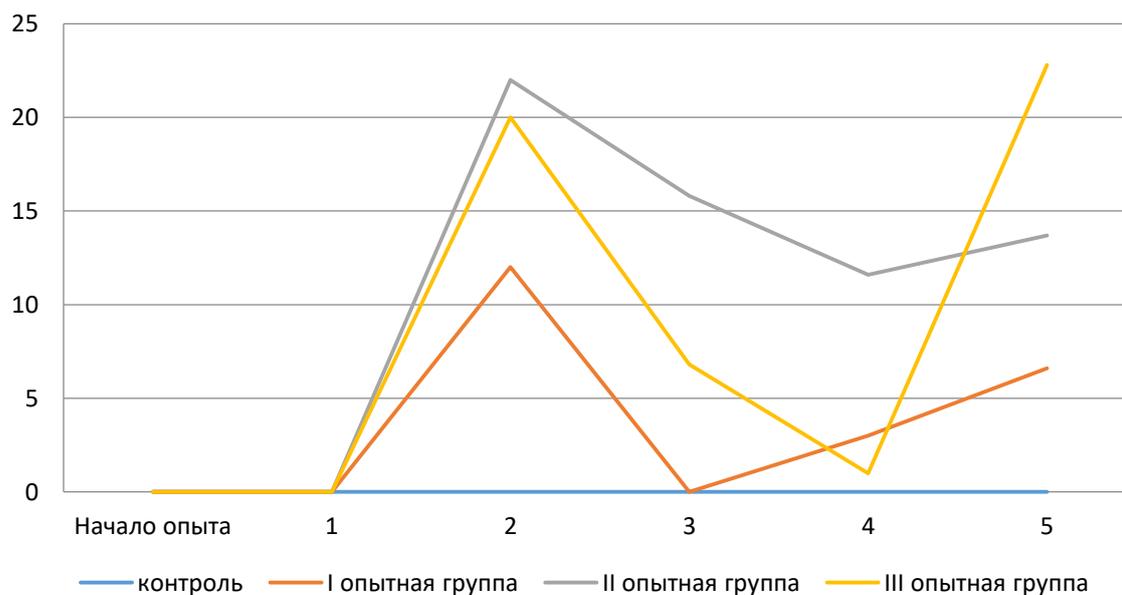


Рисунок 1. Динамика разницы живой массы цыплят бройлеров в опытных группах по отношению к контрольной в период эксперимента, %

В возрасте 7 суток масса цыплят-бройлеров контрольной и трех опытных групп была приблизительно одинаковой.

Живая масса цыплят I группы, получавших пробиотический препарат на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \cdot 10^6$ ), в возрасте 14 суток превосходила таковую у бройлеров контрольной группы на 12%. В возрасте 28 суток значение исследуемого показателя у бройлеров I опытной группы было выше, чем у цыплят контрольной группы, на 3%. В возрасте 35 суток показатель превышал контрольную группу на 7 % .

Динамика живой массы цыплят бройлеров II опытной группы, получавшей пробиотический препарат на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* ( $1 \cdot 10^8$ ), отличалась от контрольной следующими показателями: в возрасте 14 суток превосходила в сравнении с

контрольной группой на 22%, в 21-суточном возрасте превышение живой массы птиц II опытной группы над живой массой цыплят контрольной группы составило 16 %, в возрасте 28 суток исследуемый показатель у бройлеров II опытной группы превысил показатель цыплят контрольной группы, на 20%. В возрасте 35 суток показатель превышал контрольную группу на 14 %.

В III опытной группы, получавшей пробиотический препарат на основе штамма *Enterococcus faecium* (1\*108), было также отмечено превышение исследуемого показателя по отношению к контрольной группе: в возрасте 14 суток на 20%, в 21-суточном возрасте превышение составило 7 %, в возрасте 28 суток - 1%, в возрасте 35 - суток 6 % .

На основе вышепредставленных данных были рассчитаны среднесуточные привесы молодняка по каждому периоду выращивания и в целом за время опыта (рис. 2).



Рисунок 2. Динамика прироста цыплят бройлеров в конце эксперимента: а) среднесуточный прирост, г; б) относительный прирост, %

При анализе влияния пробиотических препаратов на среднесуточный прирост живой массы было установлено, что показатели в конце эксперимента во всех опытных группах оказались выше контрольной (рис. 2).

Наибольший прирост был установлен для II опытной группы, получавшей пробиотический препарат на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* (1\*108). Так, показатель среднесуточного прироста составил 62,42 г в конце эксперимента, относительный – 173 %.

Также высокие показатели среднесуточного прироста цыплят бройлеров были зафиксированы в I опытной группе, получавшей пробиотический препарат на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* (1\*106) - 58,26 г, относительного 172 %.

Для III опытной группы показатель среднесуточного прироста составил 57,82 г, относительный - 171%.

**Обсуждение результатов.** В современном птицеводстве актуальными задачами являются поиск и апробация новых дешевых и экологически безопасных кормовых добавок, которые стимулируют продуктивность птицы, положительно влияют на здоровье птицы, а, следовательно, увеличивают сохранность поголовья [15, 16]. К таким добавкам относятся и пробиотики [2, 7–9,11].

В ходе проведения эксперимента по использованию в кормлении пробиотических препаратов на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1\*106), *Bifidobacterium adolescentis*

(1\*108), *Enterococcus faecium* (1\*108) наблюдался рост массы тела цыплят бройлеров, начиная с первой недели эксперимента. Данные результаты показали перспективное использование пробиотических препаратов.

Продуктивный эффект был отмечен для II опытной группы, где живая масса оказалась выше контрольной на 14 %. Данные результаты показали перспективное использование пробиотического препарата на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* (1\*108). Кроме того, во всех опытных группах было зафиксировано закономерное увеличение абсолютного и относительного прироста. Показатели живой массы для цыплят I и III опытных групп превысили контрольные на 7% и 6% соответственно.

Во всех опытных группах было зафиксировано закономерное увеличение среднесуточного прироста. Лучшие результаты были достигнуты при использовании в кормлении пробиотика на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* (1\*108). Значительно меньшие результаты выявили для пробиотиков на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1\*106) и *Enterococcus faecium* (1\*108).

**Выводы.** В ходе проведения исследований по влиянию пробиотических препаратов на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1\*106), *Bifidobacterium adolescentis* (1\*108), *Enterococcus faecium* (1\*108) в дозировке 4 г/кг корма на рост и развитие цыплят бройлеров был отмечен прирост во всех опытных группах на величину от 6% (для добавки на основе штамма *Enterococcus faecium* (1\*108)) до 14 % (для добавки на основе штамма *Bifidobacterium adolescentis* (1\*108)). Таким образом, использование пробиотических препаратов при выращивании цыплят бройлеров способствует увеличению их продуктивности.

#### **Литература:**

1. Bugai I.S. Productivity of broilers when adding an enzyme to compound feed with sorghum grain / I.S. Bugai, S.I. Kononenko // Collection of scientific tr. Stavropol Research Institute of zhiv-va and kormoprva. - 2014. - Vol. 2. - No. 7. - pp. 22-26.
2. Kaloev B.S. The use of biologically active drugs as a way to improve the use of nutrients by broilers of the diet / B.S. Kaloev, M.S. Gurtsieva // Poultry farming. - 2020. - No. 3. - pp. 25-30.
3. Kozhevnikov S. V. Digestibility of nutrients of compound feeds using probiotics and natural feed additives / S. V. Kozhevnikov, N. M. Kostomakhin // Feeding of farm animals and feed production. – 2018. – No. 5. – pp. 3-6.
4. Kolesnikova I.A. Morphological and biochemical blood parameters of broiler chickens when feeding probiotic and micronutrient // Bulletin of beef cattle breeding. - 2017. - No.2. - pp.147-155.
5. Koshchayev, A.G. Study of acute toxicity of liquid probiotic additive/ A.G. Koshchayev, V.A. Mishchenko// In the collection: Scientific support of the agro-industrial complex collection of articles based on the materials of the 72nd scientific and practical conference of teachers on the results of research in 2016, 2017. pp. 181-182. 291
6. Lysenko, Yu.A. Intensification of poultry farming with the use of probiotic feed additives / Yu.A. Lysenko, T.M. Shuvaeva, V.V. Radchenko, E.V. Initskaya, A.G. Koshchayev – Veterinary Medicine of Kuban. 2015. No. 5. pp. 7-10.
7. Mikolajchik I. Features of digestion in highly productive cows when using yeast probiotic additives / I. Mikolajchik, L. Morozova, N. Kostomakhin, I. Arzin // Chief zootechnik. – 2017. – No. 12. – pp. 27-33.

8. Nozdryn G. A. Probiotics and micronutrients in intensive cultivation of chickens of the cross Shift: monograph. / G. A. Nozdryn, A. B. Ivanova, A. I. Shevchenko, S. A. Shevchenko. – Novosibirsk: NGAU, 2009. – 207 p.
9. Okolelova T. Enzymes with feed antibiotics and probiotics / T. Okolelova, V. Geinel // Poultry farming. – 2007. – No. 8. – pp. 13-15.
10. Ovsepyan, V.A. Sorbent-probiotic complex in the cultivation of meat chickens / V.A.Ovsepyan, A.A.Danilova, N.A. Yurina – In the collection: Food. Ecology. Quality //Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. 2017. pp. 75-78.
11. Okolelova T. Enzymes with feed antibiotics and probiotics / T. Okolelova, V. Geinel // Poultry farming. – 2007. – No. 8. – pp. 13-15.
12. Petenko, A.I. The peculiarity of the formation of gastrointestinal microbiocenoses and the efficiency of metabolic processes in quails when using probiotic feed additives / A.I. Petenko, Yu.A. Lysenko – Veterinary medicine of Kuban. 2012. No. 4. pp. 24-26.
13. Sevostyanova O.I. Nutraceutical usefulness of broiler chicken diets as a basis for high productivity of crosses / O.I. Sevostyanova, V.A. Orobets, E.S. Kastarnova, A.V. Serov // Bulletin of Agroindustrial Complex of Stavropol. - 2018. - No. 3. - pp. 21-25.
14. Temiraev R. Probiotics and enzyme preparations in chicken diets / R. Temiraev, V. Garpoeva, N. Gagkoeva // Poultry farming. - 2009. - No. 4. - pp. 20-21.
15. Fisinin V. I. Modern approaches in feeding highly productive poultry // Efficient animal husbandry / V. I. Fisinin. – 2011. – No. 5. – pp. 44-46.
16. Khaustov V. N. The influence of lactic acid starter culture on the productive qualities of hens of the Haysex cross Brown" / V. N. Khaustov, N. A. Novikov, E. V. Zagorodnev, E. V. Pilyukshina // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2012. – № 12 (98). – Pp. 86-89.

УДК 636.293.3 (575.3)

## ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯКОВ ЯГНОБСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЗЕРАВШАНСКОГО ТИПА ПАМИРСКИХ ЯКОВ

Рофезода Х.Х., Иргашев Т.А., д-р с.-х. наук, профессор

*Институт животноводства и пастбищ Таджикской академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН) (Душанбе, Таджикистан)*

**Аннотация.** В статье показаны результаты изучения возрастной динамики линейных промеров и изменение пропорции индексов телосложения у яков ягнобской популяции Зеравшанского типа памирских яков. Установлено, что четырёхлетние яки превосходили 18-мес. по индексам длинноногости, костистости, тазогрудному и грудному и уступали по индексам растянутости, сбитости, перерослости, массивности, комплексному и широкотелости, т.е. взрослые яки компактнее молодых, хорошо развиты в ширину. На линейные промеры и индексы телосложения яков влияет не только условия среды обитания, возраст, пол но и экологические и биологические факторов.

**Ключевые слова:** Яки, Зеравшанский тип, Ягнобская популяция, возраст, линейные промеры, пропорции индексов телосложения

**Введение.** Между внешним видом животного и его внутренними свойствами имеется определенная связь. Животные, различающиеся между собою по форме телосложения, как

правило, имеют разное направление и различный уровень продуктивности.

Внешние формы в значительной степени характеризуют тот или другой конституциональный тип животного. По конституции и экстерьеру в какой-то мере можно судить о направлении и уровне продуктивности, биологической стойкости и приспособленности животного к среде, в которой оно обитает [1].

Однако отдельные стати животного и их развитие, как и экстерьер в целом, не могут служить непосредственным показателем количественного, а тем более качественного выражения продуктивности, ибо характер связей между внешними признаками и внутренними свойствами организма чрезвычайно сложен [2-4].

При оценке экстерьера животных, как правило, учитывают, как общее телосложение, его гармоничность, так и развитие отдельных статей - головы, шеи, холки, грудной клетки, лопатки, спины, поясницы, брюха, ног и др. Оценку экстерьера якоматов и телок-ячьих мы проводили путем взятия промеров.

Правильная оценка экстерьера имеет большое значение, поскольку она помогает в племенном деле при отборе и подборе животных. Общие особенности внешнего вида яков прямо связаны со своеобразием их экстерьера, что видно из данных сопоставления промеров животных этого вида [5-8].

**Целью** исследования является изучение возрастной динамики линейных промеров и изменение пропорции индексов телосложения у яков ягнобской популяции Зеравшанского типа памирских яков.

**Объекты и методы исследований:** Опыты проводили на поголовье Зеравшанского типа памирских яков в условиях Ягнобского высокогорного массива Сугдской области.

Экстерьерный профиль яков анализировали в 1; 3; 12; 24; 36 и 48 мес. по данным основных промеров и индексам телосложения, рассчитанным по формулам.

Все полученные цифровые данные, полученные в опытах, подвергались математической обработке на персональном компьютере по программам Microsoft Excel и Microsoft Word с использованием метода вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969). Статистическую разницу между средними величинами оценивали с применением критерия Стьюдента, а достоверными принимали значения при  $P < 0,05$ .

**Результат и их обсуждение.** Данные измерений подопытных животных приведены в таблице.

Закономерно, что с возрастом животных абсолютная величина промеров увеличивалась. Однако степень этого увеличения оказалась неодинаковой. Например, промер высоты в холке с трехмесячного до четырёхлетнего возраста у яков-самцов увеличился с 79,3 см до 122,9 см или на 54,98% ( $P < 0,001$ ). Практически с такой же интенсивностью увеличивалась высота в крестце. За время наблюдения (с трех до 48-месячного возраста) этот промер увеличился на 43,3 см или в 1,56 раза ( $P < 0,001$ ).

Важной частью тела яков является грудь. Строение и объем груди, как известно, имеют очень большое значение для животных вообще и яка в особенности. Степень ее развития характеризуется тремя промерами: шириной, глубиной и обхватом. Надо отметить, что возрастные изменения промеров глубины и ширины груди у изучаемых нами яков ягнобской популяции оказались существенными. В частности, глубина груди увеличилась на 96,48% ( $P < 0,001$ ), а ширина - в 2,01 раза ( $P < 0,001$ ). Практически с аналогичной интенсивностью

увеличивался обхват груди (с 82,7 см в месячном возрасте до 168 см в возрасте четырёх лет). Увеличение косой длины туловища составило 83,6% ( $P < 0,001$ ).

Таблица. Промеры статей тела подопытных яков-самцов ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ), **см**

Возраст, мес.	Промеры, см						
	Высота в холке	Высота в крестце	Глубина груди,	Ширина груди	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти
3	84,5	82,5	40,6	25,5	84,4	84,6	15,0
12	99,0	92,8	53,3	29,0	100,7	131,3	17,6
24	111,3	107,4	60,0	35,5	124,6	149,7	22,3
36	115,0	116,0	68,0	40,0	130,6	166,0	24,0
48	123,0	120,2	72,5	43,5	135,6	168,0	24,5

С аналогичной интенсивностью изменялись линейные промеры и у ячих-самок. Надо отметить, что подопытные животные четырёхлетнего возраста обладали достаточно высокими показателями промеров высоты в холке и в крестце, грудных, косой длины туловища и обхвата пясти. Тем не менее, ячихи по величине вышеуказанных промеров уступали самцам. В четырёхлетнем возрасте превосходство самцов над самками составило: по высоте в холке 9,0 см, высоте в крестце - 8,7, глубине груди - 2,7, ширине - 3,6 и косой длине туловища - 5,5 см или 7,9% ( $P < 0,01$ ); 7,8 ( $P < 0,001$ ); 3,87 ( $P < 0,05$ ); 9,02 ( $P < 0,001$ ) и 4,23% ( $P < 0,01$ ) соответственно.

**Выводы.** Приведенные данные показывают, что с возрастом у яков изменялись пропорции их телосложения. Четырёхлетние яки превосходили 18-месячных по индексам длинноногости, костистости, тазогрудному и грудному и уступали по индексам растянутости, сбитости, перерослости, массивности, комплексному и широкотелости, т.е. взрослые яки компактнее молодых, хорошо развиты в ширину.

На линейные промеры и индексы телосложения яков влияет не только условия среды обитания, возраст, пол, но и экологические и биологические факторов.

#### **Литература:**

1. Каракулов А.Б. Яководство Памира/Душанбе: «Дониш», -1993. - 208 с.
2. Коимдодов К.К. Энергетические и питательные качества мяса яков /Нигохдории тандурустии Точикистон. - 2005. -№ 3. - С. 108-109.
3. Отаров А.И. Жашуев Ж.Х. Перспективы развития яководства в Кабардино-Балкарской Республике / Вестник мясного скотоводства. -2015. -(92) № 4. -С. 149-152.
4. Коимдодов К. Биологические и акклиматизационные свойства яков Таджикистана: монография. -Гродно: ГГАУ. -2013. -269 с.
5. Каракулов А.Б., Коимдодов К.К., Иргашев Т.А. Особенности химического состава мяса и их биологическая ценность у яков-бычков /Морфологические и физиологические основы адаптации организма: материалы науч. конф., (Душанбе, 1997 г.). Таджик, гос. ун-т. -

Душанбе, -1997. - С. 24-25.

6. Каракулов А.Б. Коимдодов К.К., Бобоев М., Отаева М., Умаров Х.У. Рост, развития и мясная продуктивность памирских яков в экологических условиях Ягнобского массива /Вопросы селекции и технологии животноводства Таджикистана: Труды/Таджикский НИИ животноводства - Душанбе, -1999. - С.27-35.

7. Каракулов, А.Б., Коимдодов К.К., Отаева М., Тоиров Н. Мясная продуктивность ягнобской популяции яков /Научные и практические основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, птиц и пчел Таджикистана: Труды / Таджикский НИИ животноводства - Душанбе, -2007. - С.7-15.

8. Иргашев Т.А., Шабунова Б.К., Косилов В.И. Результаты разведения яков в Таджикистане// Вестник мясного скотоводства. Теоретический и научно-практический журнал// ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства» - Оренбург, - 2016. - (96) № 4 – С. 109-117.

УДК 636.085.22

## ВЛИЯНИЕ НИЗКОБЕЛКОВОГО РАЦИОНА НА ОТКОРМОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СВИНЕЙ

Самсонова О.Е., к.с.-х.н., Сажнева А.Р., магистр, Ершова М.А., бакалавр  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» (Мичуринск)*

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований по оценке влияния уровня сырого белка на продуктивность откормочных свиней. Результаты показали, что уровень сырого протеина в рационе при снижении на 2,0–4,0%, а добавки с четырьмя сбалансированными лимитирующими аминокислотами не оказали существенного влияния на продуктивность откормочных свиней.

**Ключевые слова:** свиньи, откорм, рацион, белок, качество, эффективность.

**Введение.** Эффективность использования протеина сельскохозяйственными животными и птицей имеет большое значение [1, 2], так как богатые белком корма являются наиболее дорогостоящими компонентами рационов.

Снижение содержания сырого протеина в рационе может быть достигнуто за счет использования большего количества кристаллических аминокислот. С помощью этого метода можно снизить содержание сырого протеина на 2–3 % без негативного влияния на продуктивные признаки [3, 4].

Сбалансированный рацион с низким содержанием белка и аминокислот может удовлетворить потребности животных за счет снижения уровня белка в рационе и добавления свободных аминокислот [4, 5, 6]. Это может улучшить коэффициент использования кормового белка, снизить производственные затраты. Поэтому его применение в животноводстве имеет большое значение.

Добавление промышленных синтетических аминокислот в корм для надлежащего снижения уровня пищевого белка *Frontiers in Nutrition* может эффективно снизить затраты на корма, отрегулировать структуру кишечной микробиоты, улучшить морфологию кишечника, увеличить использование азота и улучшить здоровье кишечника без ущерба для свиней [4, 7].

Традиционные кукурузно-соевые рационы обычно имеют повышенное содержание соевого шрота, поэтому необходимо следить за уровнем лизина для свиней [7, 8]. Все это приводит к чрезмерно высокому уровню белка в рационе и низкому его использованию [9].

В свиноводстве, когда потребности в незаменимых аминокислотах и общем азоте удовлетворены, уровень сырого протеина в рационе может быть снижен, поскольку потребность в белке у свиней в основном такая же, как и в аминокислотах [10].

Вопрос о том, как показатели откорма свиней зависят от низкобелковых рационов мало изучен, поэтому данное исследование является актуальным.

Цель исследования - дать оценку влияния различных низкобелковых сбалансированных по аминокислотам рационов на продуктивность, убойные и мясные качества мяса свиней.

**Объекты и методы исследований.** Научно-хозяйственный опыт был проведен на базе ООО «Центральное» Тамбовской области в июне 2019 г. Подопытные свиньи были отобраны методом аналогов близкие по живой массе, возрасту, состоянию здоровья.

Всего для испытания было отобрано 27 голов свиней породы дюрок в возрасте 120 дней, весом  $60,65 \pm 2,41$  кг. Они были случайным образом разделены на три группы: контрольная, I опытная и II опытная. Схема опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

Наименование	Контрольная группа	I группа	II группа
Уровень сырого белка в рационе, %	16,0	14,0	12,0

Были разработаны три рациона с содержанием сырого протеина 16,0, 14,0 и 12,0% соответственно. Состав и питательность основных рационов подопытных свиней представлены в таблице 2.

Таблица 2. Состав рациона кормления (%) и содержание питательных веществ в 1 кг корма

Ингредиент	Контроль	I группа	II группа
Кукуруза	63,4	67,9	71,9
Соевый шрот	17,8	12,4	6,7
Пшеничные отруби	5,5	5,5	5,5
Шрот люцерны	5,1	6,6	9,1
Бентонит	4,0	2,9	1,4
Соевое масло	1,6	1,8	2,1
Лизин	0,09	0,23	0,37
Метионин	-	0,03	0,05
Треонин	-	0,08	0,15
Триптофан	-	0,03	0,05
Мел	0,51	0,46	0,3
СаНРО <sub>4</sub>	1,15	1,22	1,33
Премикс	0,5	0,5	0,5
NaCl	0,35	0,35	0,35

Уровни питательных веществ, МДж	13,12	13,11	13,0,9
Сырой протеин, %	16,0	14,0	12,0
Сырая клетчатка, %	3,24	3,52	4,04
Ca, %	0,6	0,6	0,6
Na, %	0,16	0,16	0,17
Cl, %	0,27	0,27	0,28

В течение опыта свиней взвешивали перед утренним кормлением, а также в начале и в конце периода откорма. Рассчитывали среднесуточный прирост массы тела. Кроме того, ежедневный регистрировали объем корма и оставшийся объем в кормушке, рассчитывали среднесуточное потребление корма.

Соотношение корма к живой массе рассчитывали, исходя из среднесуточного прироста и среднесуточного потребления корма, по следующим формуле:

$$\text{Соотношение корма к живой массе} = \frac{\text{среднесуточное потребление корма}}{\text{среднесуточный прирост}} \times 100\%$$

Перед забоем свиней не кормили в течение 24 часов и давали им свободно пить воду. В каждой группе случайным образом забивали по три свиньи; таким образом, всего было забито девять свиней. Программное обеспечение Excel 2016 использовалось для предварительной статистики и сортировки экспериментальных данных, Все результаты были выражены как среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение.

**Результаты.** Показатели роста свиней на откорме при разном уровне белка в рационе приведены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние уровня белка в рационе на показатели роста свиней на откорме

Показатели	Контроль	I группа	II группа
Масса свиней при постановке на откорм, кг	61,04 $\pm$ 3,16	60,57 $\pm$ 2,82	60,42 $\pm$ 2,28
Масса свиней в конце откорма, кг	118,32 $\pm$ 3,38	119,60 $\pm$ 5,54	114,26 $\pm$ 4,60
Среднесуточное потребление корма, кг	2,65 $\pm$ 0,12*	2,69 $\pm$ 0,15	2,52 $\pm$ 0,11
Среднесуточный прирост, кг	0,88 $\pm$ 0,03	0,90 $\pm$ 0,07*	0,82 $\pm$ 0,06
Среднесуточное потребление корма/ Среднесуточный прирост	2,96 $\pm$ 0,10	2,90 $\pm$ 0,04	2,99 $\pm$ 0,08*

Примечание: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$

По сравнению с контрольной группой, которой скармливали 16% сырого протеина, среднесуточное потребление корма во II группе снизился на 4,91% ( $P \geq 0,95$ ). Среднесуточный

прирост в I группе увеличился на 2,27%, а во II группе снизился на 7,32% ( $P \geq 0,95$ ). Соотношение среднесуточного потребленного корма к среднесуточному приросту в I группе было ниже на 2,07 % ( $P \geq 0,95$ ). Таким образом, низкобелковый рацион с содержанием сырого протеина 14,0% может увеличить среднесуточный прирост, снизить весовое соотношение потребленного корма и улучшить продуктивность откормочных свиней. Показатели мясных качеств молодняка свиней приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Мясные качества молодняка свиней на откорме, (n=3)

Показатели	Контроль	I группа	II группа
Масса туши, кг	87,24 ± 4,41	89,56 ± 6,39**	84,46 ± 3,06
Толщина шпика над 6–7-м грудными позвонками, мм	26,81 ± 3,08*	26,40 ± 1,37	23,10 ± 4,98
Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup>	37,03 ± 4,45**	45,03 ± 1,84*	42,60 ± 0,97
Масса задней трети полутуши, кг	14,45 ± 0,20	13,71 ± 0,88	13,80 ± 0,29

Примечание: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$

Влияние уровня белка в рационе на убойные качества туши оказало влияние. Так, средняя толщина шпика в I и II группах снизилась на 1,55 и 16,06% соответственно. ( $P \geq 0,95$ ). Площадь мышечного глазка увеличилась на 21,60% в I группе и во II группе на 15,04% ( $P \geq 0,95$ ).

Низкобелковая диета с добавлением аминокислот мало повлияла на убойные качества откормочных свиней, но смогла значительно увеличить площадь мышечного глазка ( $P \geq 0,95$ ).

**Обсуждение результатов.** Исследования показали, что на показатели роста поросят на откорме не влияет снижение уровня белка в рационе при соответствующем добавлении аминокислот. Добавление аминокислот в рацион откормочных свиней породы дюрок с содержанием белка 12% положительно сказалось на показателях роста откормочных свиней, но существенно не повлияло на среднесуточный прирост и среднесуточное потребление корма и соотношение потребленного корма к весу. Уровень сырого протеина у растущих свиней был снижен, а добавление аминокислот не оказало существенного влияния на продуктивность растущих свиней.

Когда уровень белка в рационе был снижен на 1-2% по сравнению с 14%, не было значительного влияния на показатели роста и кажущуюся усвояемость питательных веществ у откормочных свиней. Исследование показало, что 14,0% сырого протеина могут увеличить среднесуточный привес откормочных свиней и снизить соотношение корма к живой массе по сравнению с контролем (16,0% сырого протеина); однако различия не были значительными. Низкобелковые рационы, дополненные аминокислотами, не оказали существенного влияния на показатели роста свиней на откорме.

**Выводы.** В заключение следует отметить, что по сравнению с существующими нормами кормления коммерческих кормов уровень белка в рационе свиней на откорме может быть снижен на 2,0–4,0%, что не окажет существенного влияния на показатели роста и убойные показатели свиней на откорме, но может улучшить убойные показатели и качества мяса в разной степени. Среди них уровень сырого белка 14,0% является лучшим.

### *Литература:*

1. Самсонова, О. Е. Воспроизводительные, откормочные и мясные качества свиней в зависимости от условий кормления и генотипа животных в условиях центрально-чернозёмной зоны / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин. – Тамбов : ООО "Консалтинговая компания Юком", 2019. – 116 с. – ISBN 978-5-4480-0233-5.
2. Результаты дорацивания индюшат, полученных из яиц индеек разного возраста / А. Ч. Гаглоев, А. Н. Негреева, О. Е. Самсонова, Е. А. Сухарев // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2020. – № 2(16). – С. 42-47.
3. Сушков, В. С. Опыт использования научно-исследовательской работы обучающихся по направлению подготовки «зоотехния» в работе методической школы / В. С. Сушков, А. Н. Негреева, О. Е. Самсонова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 58.
4. Свиноводство / В. А. Бабушкин, Е. В. Юрьева, А. Г. Нечепорук [и др.]. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2022. – 127 с. – ISBN 978-5-94664-491-4.
5. Самсонова, О. Е. Влияние технологии кормления на продуктивные качества ремонтных свинок / О. Е. Самсонова // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.М. Куликова, Волгоград, 08–10 декабря 2015 года / главный редактор А.С. Овчинников. Том 1. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 155-158.
6. Самсонова, О. Е. Взаимосвязь репродуктивных признаков у чистопородных и помесных свиноматок / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин // АПК России: образование, наука, производство : сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Саратов, 28–29 сентября 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 148-151.
7. Влияние нетрадиционного корма на экстерьерно-этологические особенности хряков / А. Е. Антипов, А. Н. Негреева, Е. В. Юрьева, О. Е. Самсонова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(61). – С. 127-131.
8. Самсонова, О. Е. Индексная оценка конституциональных особенностей у свиней / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(59). – С. 96-98.
9. Самсонова, О. Е. Индексная оценка конституциональных типов свиней / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1-1. – С. 143-146.
10. Влияние методов разведения на воспроизводительные качества свиноматок / А. Н. Негреева, Е. В. Юрьева, О. Е. Самсонова, П. С. Бурков // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 30.

УДК 539.186:537; 539.196:537

## ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС ПРИ ВВЕДЕНИИ НЕРАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ МЕДИ

Ганькина Е. Е., Сизова Е.А., д-р биол. наук

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий  
Российской академии наук»*

**Аннотация.** Менее чем за два десятилетия в рамках изотопной металломики получены значимые результаты, определяющие важность метаболизма стабильных изотопов металлов в развитии ряда заболеваний, в том числе с нейродегенеративными расстройствами, ассоциированными с поведением. Избыточное поступление/усвоение изотопов конкретного элемента, может спровоцировать изотопный дисгомеостаз и влиять на проявление патологии. Целью исследований явилось изучение влияния наночастиц (НЧ)  $^{63}\text{Cu}$  (I группа), НЧ Cu природного изотопного состава (ПИС) (II группа) на поведение крыс в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт». В ходе исследований установлено, что введение НЧ Cu различного изотопного состава: природного и обогащённого  $^{63}\text{Cu}$  влияет на поведение животных приводя к общему усилению двигательной активности крыс, повышению числа стоек. Однако, учитывая отдел лабиринта, где находились животные во время наблюдения можно сказать, что время прибывания в закрытых лучах у экспериментальных животных увеличилось на 6,9 - 11,3 % по сравнению с контролем. При этом, животные отдают предпочтение центральной площадке. Соответственно, снижается время пребывания на открытых лучах по сравнению с контрольными крысами и число выходов в открытые рукава лабиринта. При оценке риска по количеству заглядываний и свешиваний вниз отметим, что данные показатели значительно снижены у экспериментальных групп. Поэтому, принимая во внимание динамику всех показателей, можно сделать вывод, что исследовательская деятельность у экспериментальных животных снижается наряду с двигательной и ориентировочной активностью, в большей степени на фоне введения  $^{63}\text{Cu}$ .

**Ключевые слова:** Раднорактивнне изотопы меди, поведение, крысы, «Приподнятый крестообразный лабиринт»

**Введение.** Менее чем за два десятилетия в рамках изотопной металломики получены значимые результаты, определяющие важность метаболизма стабильных изотопов металлов в развитии заболеваний, например, нейродегенеративных расстройств, остеопороза, канцерогенеза, а также их полезность для расшифровки механизмов, лежащих в основе таких заболеваний [1, 2]. Изотопный состав тканей позволяет судить о рисках возникновения и развития заболеваний. В частности, описаны различия в отношении  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  для образцов крови у пациентов с различными типами нарушений обмена железа, вызывающие анемию. Установлено, что, отложение железа в головном мозге являются общим признаком болезни Альцгеймера и болезни Паркинсона [3]. Поэтому, очевидно, что важно оценивать не только валовое содержания того или иного элемента, но и учитывать соотношение различных изотопов конкретного элемента, так как избыточное поступление/усвоение которого, может спровоцировать изотопный дисгомеостаз и влиять на проявление патологии. Опираясь на вышесказанное, целью исследований явилось изучение влияния наночастиц (НЧ) нерадиоактивных изотопов меди на поведение крыс в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт».

**Материалы и методы.** Исследования проводилось на базе ЦКП БСТ РАН <https://xn----btbumgw.xn--plai/> на самцах белых лабораторных крыс линии Вистар, (n=30), которым однократно внутривенно вводили НЧ  $^{63}\text{Cu}$  (I группа), НЧ Суприродного изотопного состава (ПИС) (II группа) в дозе 2 мг/кг живой массы. Контрольной группе (интактная) аналогично вводился 0,9 % раствор NaCl. Учет показателей проводился в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт» через сутки после инъекции.

НЧ  $^{63}\text{Cu}$  и НЧ Cu ПИС были синтезированы с помощью метода конденсации паров металла в газе в институте физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург из проволоки соответствующего состава. Средний размер НЧ составляет около 60 нм.

В тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт» оценивали: КПОЛ - количество посещения открытых лучей; КПЗЛ - количество посещений закрытых лучей; КВЦП - количество выходов на центральную площадку; ВПОЛ - время пребывания на открытых лучах; ВПЗЛ - время пребывания на закрытых лучах; ВПЦП - время пребывания на центральной площадке; ВИА – вертикальная исследовательская активность; КС – количество свешиваний, КЗ – количества заглядываний.

Статистическую обработку результатов выполняли с помощью пакета документов MicrosoftOfficeExcel 2007.

**Результаты.** В ходе исследований установлено, что введение НЧ Cu различного изотопного состава: природного и обогащённого  $^{63}\text{Cu}$  влияет на поведение животных (таблица 1). Ориентируясь на показатели вертикальной исследовательской активности, фактор влияния приводит к общему усилению двигательной активности крыс, повышению числа стоек. Однако, учитывая отдел лабиринта, где находились животные во время наблюдения можно сказать, что время прибывания в закрытых лучах у экспериментальных животных увеличилось на 6,9 - 11,3 % по сравнению с контролем. Закрытые рукава, являясь аналогом норы, ощущается грызунами как безопасное. При этом, животные отдают предпочтение центральной площадке, время прибывания на которой в I группе увеличивается на 89,8 %, во II – на 9,3 %. Соответственно, снижается время пребывания на открытых лучах по сравнению с контрольными крысами и число выходов в открытые рукава лабиринта. Открытые рукава, в свою очередь, играют роль пространства, воспринимаемого грызунами, как потенциально небезопасное.

Таблица 1. Показатели теста «Приподнятый крестообразный лабиринт» в эксперименте (данные представлены в виде  $M \pm m$ )

Параметры	Группы		
	I опытная (НЧ $^{63}\text{Cu}$ )	II опытная (НЧ Cu ПИС)	Контрольная
КПОЛ	0,5±0,04	2,6±0,14	2,6±0,13
КПЗЛ	3,5±0,19	4,2±0,86	2,8±0,86
КВЦП	3,33±0,18	5,8±0,21	4,4±0,41
ВПОЛ	21±1,45	36,8±2,49	40,8±1,14
ВПЗЛ	135,83±15,47	122±9,11	127±10,13

ВПЦП	23,17±2,73	21,2±1,42	12,2±1,06
КС	2,5±0,12	6,6±0,72	7,6±0,46
КВ	1,5±0,67	1,8±0,17	2,4±0,18
ВИА	10,17±1,34	8,0±0,14	4,4±0,29

При оценке риска по количеству заглядываний и свешиваний вниз отметим, что данные показатели значительно снижены у экспериментальных групп. Так, количество свешиваний в Группе снижается на 67,1 %, во II – на 13,1 %, количество выглядываний - в I группе на 37,5 %, во II – на 25 % по сравнению с контролем.

Поэтому, принимая во внимание динамику всех показателей, можно сделать вывод, что исследовательская деятельность у экспериментальных животных снижается наряду с двигательной и ориентировочной активностью, в большей степени на фоне введения  $^{63}\text{Cu}$ .

*Исследования выполнены при поддержке РФФ проект №20-16-00078*

#### Литература:

1. Hiroki Haraguchi Metallomics: the history over the last decade and a future outlook. Metallomics 2017 Aug 16; 9(8):1001-1013. doi: 10.1039/c7mt00023e
2. Isotopemetallomics approaches for medical research. [Brandon Mahan](#), [Roger S Chung](#), [Dean L Poutney](#), [Frédéric Moynier](#), [Simon Turner](#). Cell Mol Life Sci. Sep; 77(17):3293-3309. doi: 10.1007/s00018-020-03484-0. Epub 2020 Mar 4
3. Ramírez-Acosta, S. Environmental Metallomics /S. Ramírez-Acosta [et all] // Adv Exp Med Biol. - 2018. – С. 1055. doi: 10.1007/978-3-319-90143-5\_3. PMID: 29884961

УДК 591.613

### МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЛАКТУЛОЗАСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Иванищева А.П., Мусабаева Л.Л., Власов Е.А., Яушева Е.В.

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

**Аннотация.** Запрет с 1 января 2006 года в Европейском союзе использование стимуляторов роста на основе антибиотиков обязывает на поиск альтернативных природных веществ, обеспечивающих аналогичные эффекты. Одной из перспективных групп подобных веществ являются пребиотики. Поступая с кормом она избирательно стимулирует рост и метаболическую активность только полезной микрофлоры, тем самым повышая продуктивность животных. Так, скармливание цыплятам-бройлером пребиотической кормовой добавки на основе лактулозы не оказывает отрицательного влияния на морфо-биохимические показатели крови и способствует улучшению продуктивности цыплят-бройлеров не зависимо от сроков введения её в рацион, начиная с 7-15-суточного возраста.

**Ключевые слова:** цыплята-бойлеры, продуктивность, лактулоза, пребиотик, кровь, сыворотка

**Введение.** Положительные эффекты пребиотиков установлены и широко применяются с целью увеличения эффективности использования питательных веществ кормов, продуктивности и улучшения качества получаемой продукции, а следовательно, и для достижения желаемых хозяйственно-экономических показателей [1, 2]. В частности, пребиотические вещества могут стимулировать рост и активность полезных микроорганизмов, таких как бифидо- и лактобактерии в кишечнике [3], являясь хорошей альтернативой антибиотическим веществам. Исследователи продемонстрировали, что добавление в рацион цыплят-бройлеров пребиотиков приводит к улучшению показателей роста и стимуляции иммунной системы [4, 5]. Пребиотическим эффектом обладают несколько групп веществ, в том числе дисахариды, в частности лактулоза. Использование лактулозы в качестве иммуностимулятора приводит к усилению неспецифических защитных механизмов, а также влияет на рост бактерий [6]. Кроме того, ранее было показано значительное повышение фагоцитарной активности лейкоцитов цыплят-бройлеров в ответ на обогащение корма пребиотиком [7].

Таким образом, целью настоящего исследования было оценить влияние лактулозосодержащего рациона на продуктивность и морфо-биохимический состав крови цыплят-бройлеров.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф> на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор Айкрес». Было сформировано три группы (n=35): I опытной группы скормливали лактулозу с 7 суточного возраста; цыплятам II опытной группы – то же, но с 15 суточного возраста. Контрольная группа содержалась без добавок.

Статистическая обработка. Данные выражаются в виде средних значений  $\pm$  стандартной ошибки среднего значения ( $M \pm m$ ). Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США) и Microsoft Excel (Microsoft, США).

**Результаты.** За период эксперимента все опытные группы отличались значительным приростом живой массы (Рисунок 1). Так, среднесуточный прирост на первой неделе эксперимента был выше на 46,1 % в I опытной группе и на 30 % во II опытной группе относительно контроля. На четвертой неделе эксперимента среднесуточный прирост в опытных группах был увеличен на 20 % по сравнению с контролем. К концу выращивания (пятая неделя) во II опытной группе отмечается увеличение среднесуточного прироста живой массы цыплят-бройлеров на 39 %, в то же время в I опытной группе разница по приросту составила 26 % относительно контроля.

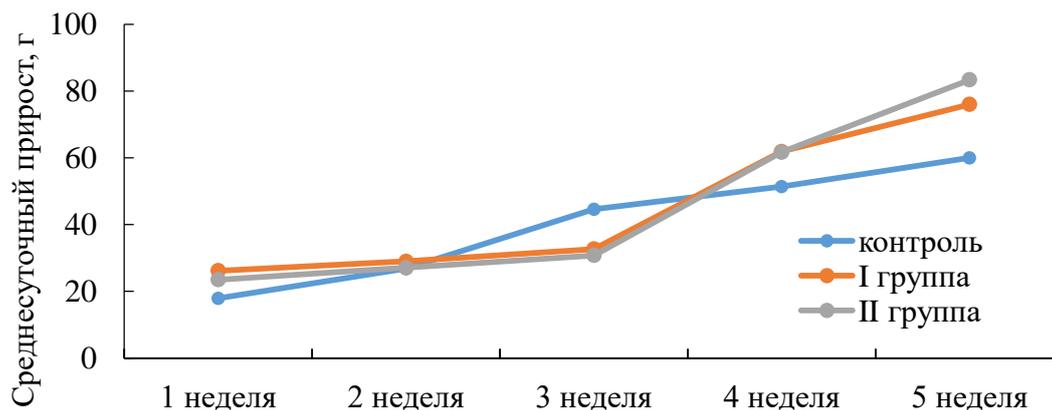


Рисунок 1 – Среднесуточный прирост цыплят-бройлеров «ArborAukres» в возрасте 42 суток (опыт в условиях вивария,  $M \pm m$ ,  $n = 35$ ), г

Скармливание лактулозы не зависимо от сроков её введения в рацион снижало затраты корма на 1 кг прироста, которые составили в I группе 1,79 кг, а во II группе 1,77 кг, что на 10,5 % и 11,5 % меньше по сравнению контролем (Рисунок 2).

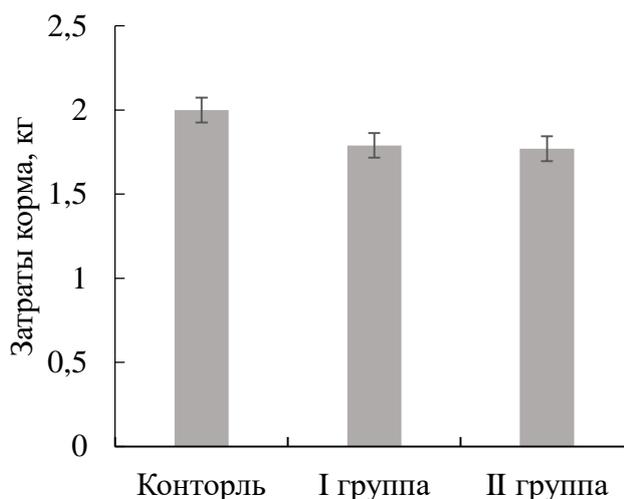


Рисунок 2 - Затраты корма на 1 кг прироста цыплят-бройлеров «ArborAukres» в возрасте 42 суток (опыт в условиях вивария,  $M \pm m$ ,  $n = 35$ ), кг

Таким образом, внесение пребиотической добавки на основе лактулозы оптимально с 15-суточного возраста, что обеспечивает лучший прирост живой массы при наименьших затратах корма.

В ходе проведенной работы было установлено, что морфологические показатели крови находились на уровне физиологических значений во всех опытных группах цыплят-бройлеров.

Однако анализируя полученные данные было выявлено, что показатели лейкоцитов, эритроцитов и лимфоцитов повышаются в I группе на 8,6; 0,6 и 13,8 % соответственно, в то же время эти же показатели, напротив, снижаются во II группе на 6,5; 9,8; 13 % относительно контроля (Таблица 1).

Таблица 1. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров «ArborAykres» в возрасте 42 суток (опыт в условиях вивария,  $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

Показатели	Контроль	I группа	II группа
Лейкоциты, $10^9$ /л	37,0±2,232	40,21±2,817	34,61±3,240
Эритроциты, $10^{12}$ /л	2,03±0,056	2,04±0,083	1,83±0,209
Лимфоциты, %	62,95±2,064	71,66±2,064	54,72±3,613

Применение кормовой добавки отразилось на биохимическом составе сыворотки крови (Таблица 2). Так, уровень глюкозы повышается на 2,03 % в I группе, но снижается во II группе на 5,57 % относительно контроля.

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров «ArborAykres» в возрасте 42 суток (опыт в условиях вивария,  $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

Показатели	Контроль	I группа	II группа
Общий белок, г/л	27,07±1,354	27,46±1,373	26,14±1,307
Глюкоза, ммоль/л	11,92±0,596	12,7±0,608	11,26±0,563
Триглицериды, ммоль/л	0,16±0,008	0,23±0,011	0,17±0,008
Холестерин, ммоль/л	2,89±0,145	3,0±0,150	3,04±0,152
Мочевина, ммоль/л	0,47±0,032	0,47±0,031	0,38±0,045

Исследования показали, что применения лактулозы как с семи- так и 15-суточного возраста влияет на жировой обмен. Уровень триглицеридов повышается в I группе на 47,3 %, а во II группе на 5,5 % по сравнению с контролем. Лактулоза оказывает влияние на уровень холестерина, который в ходе исследования увеличивается на 3,9 и 8,3 % в I и II группах соответственно.

Таким образом, был сделан вывод, что пребиотиков, в частности лактулоза, не зависимо от возраста улучшает некоторые показатели обмена веществ и как следствие продуктивность.

**Обсуждение.** Ряд исследователей ранее продемонстрировали благотворное влияние пребиотиков на показатели роста бройлеров [8, 9, 10] за счет создания благоприятных условий для полезных бактерий. Настоящее исследование показало, что прирост живой массы цыплят-бройлеров, получавших пребиотическую добавку, значимо увеличивается по сравнению с контролем. Продуктивность бройлеров зависит от сроков скармливания пребиотиков. Так, разница по приросту более значимо при поздних сроках скармливания [11], что согласуется с нашими результатами.

Общеизвестно, что, анализируя состав крови, можно проследить изменения обмена веществ в организме птицы. Так, в ходе морфологического анализа крови выявлено, что количество лейкоцитов и эритроцитов было выше при скармливание лактулозы с 7-суточного возраста по сравнению с более поздним сроком скармливания. Лактулоза воздействуя на экосистему кишечника, может влиять на иммунитет организма с большим эффектом на ранних стадиях постнатального онтогенеза [12]. В исследовании Hossain [13] было отмечено, что пребиотические добавки увеличивали количество лейкоцитов и лимфоцитов у растущих животных [14], тогда как Zhou et al. [8] заявили, что полиолигосахариды снижали концентрацию лимфоцитов. Различия в результатах могут быть вызваны различными типами

пребиотиков, животными и условиями окружающей среды, использованными во время эксперимента.

В ходе проведенной работы было установлено, что биохимические показатели сыворотки крови находились на уровне физиологических значений во всех опытных группах. Однако, в то же время была зафиксирована разница между показателями опытных групп и контроля по содержанию триглицеридов, холестерина и глюкозы.

Уровень холестерина был значительно увеличен во всех опытных группах. Данный факт можно объяснить способностью лактобактерий, рост которых усиливается на фоне приёма пребиотиков, – ассимилировать холестерин в присутствии желчи, снижая его содержание в крови цыплят-бройлеров [15]. Аналогичные результаты были получены в исследовании Joy и Samuel [16], которые сообщили что некоторые микроорганизмы, присутствующие в желудочно-кишечном тракте, могут использовать холестерин для собственного метаболизма, таким образом, увеличивая всасывание количества холестерина [17].

Исследование концентрации мочевины показало снижение ее в сыворотке крови во всех опытных группах. Как считают Сахарова-Фетисова и другие [18], снижение ее концентрации в сыворотке крови животных следует рассматривать как реализацию его защитных антиоксидантных функций.

**Выводы.** Проведенное исследование показало, что скармливание лактулозосодержащей кормовой добавки не оказывает отрицательного влияния на морфо-биохимические показатели крови и способствует улучшению продуктивности цыплят-бройлеров.

**Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда проект №20-16-00078**

#### **Литература:**

1. Zhao PY, Li HL, Mohammadi M, Kim IH. Effect of dietary lactulose supplementation on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, relative organ weight, and excreta microflora in broilers. Poultry Science. 2016;95(1); 84- 89. doi: 10.3382 / ps / pev324
2. Zhao PY, Wang JP, Kim IH. Effect of dietary levan fructan supplementation on growth performance, meat quality, relative organ weight, cecal microflora, and excreta noxious gas emission in broilers. J. Anim. Sci. 2013; 91(11):5287-93. doi: 10.2527/jas.2012-5464.
3. Cummings JH, Macfarlane GT. Gastrointestinal effects of prebiotics. Br J Nutr. 2002; 145-151. doi: 10.1079/BJNBJN/2002530.
4. Ipek A., Sozcu A., Akay V. Effects of dietary inclusion of probiotics and prebiotics (SynerAll) on growth performance and serum biochemical parameters in broilers. J. Anim. Sci., 94 (2016), pp. 484-485
5. Biswas, A., Mohan, N., Raza, M., Mir, N. A., & Mandal, A. (2019). Production performance, immune response and blood biochemical parameters in broiler chickens fed diet incorporated with prebiotics. Journal of Animal Physiology and Animal 103(2):493-500 doi:10.1111/jpn.13042
6. Al-Khalaifa, H., Al-Nasser, A., Al-Surayee, T., Al-Kandari, S., Al-Enzi, N., Al-Sharrah, T., Mohammed, A. (2019). Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. Poultry Science. Volume 98, Issue 10, 1 October 2019, Pages 4465-4479 doi:10.3382/ps/pez282
7. Kotrbáček V, Halouzka R, Jurajda V, Knotková Z, Filka J. Increased immune response in

broilers after administration of natural food supplements. *Vet Med (Praha)* 1994;39(6):321-8.

8. Zhou T X, Cho J H and Kim I H. 2011. Effects of supplementation of chito-oligosaccharide on the growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and appearance of diarrhea in weanling pigs. *Livestock Science* 144: 263–68.

9. Mookiah S, Sieo CC, Ramasamy K, Abdullah N, Ho YW. Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens. *J. Sci. Food. Agric.* 2014;94(2):341-348. doi: 10.1002/jsfa.6365.

10. Fathi M, Haydari M, Tanha T. Effects of zinc oxide nanoparticles on antioxidant status, serum enzymes activities, biochemical parameters and performance in broiler chickens. *J. Livest. Sci. Technol.* 2016;4:7-13. doi: 10.22103/JLST.2016.1509.

11. Dizaji BR, Hejazi S, Zakeri A. Effects of dietary supplementations of prebiotics, probiotics, synbiotics and acidifiers on growth performance and organs weights of broiler chicken. *Eur. J. Exp. Biol.* 2016; 9 (3): 313-319. doi: 10.14202 / vetworld.2016.313-319.

12. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы. Рябцева С.А., Храмцов А.Г., Будкевич Р.О., Анисимов Г.С., Чукло А.О., Шпак М.А. *Вопросы питания.* 2020. Т. 89. № 2. С. 5-20

13. M M HOSSAIN<sup>1</sup>, M BEGUM<sup>2</sup> and I H KIM<sup>3</sup> Evaluation of lactulose on growth performance, nutrient digestibility, hematology, fecal microbial shedding and fecal noxious gas emission in the growing-finishing pigs *Indian Journal of Animal Sciences* 85 (2): 195–201

14. Li J and Kim I H. 2013. Effects of levan-type fructan supplementation on growth performance, digestibility, blood profile, fecal microbiota, and immune responses after lipopolysaccharide challenge in growing pigs. *Journal of Animal Science* 91: 5336–43.

15. Уровень липидного обмена кур-несушек при совместном использовании пробиотика лактомикробиоцикла и йодида калия Никулин В.Н., Курушкин В.В. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2006. № 4 (12). С. 33-36

16. Joy AD, Samuel JJ (1997) Effect of probiotic supplementation on the performance of broilers. *J Vet Anim Sci* 28:10–14

17. S S Kurmasheva, A A Mosolov, M V Frolova, M I Slozhenkina, I F Gorlov and O A Knyazhechenko. Influence of new lactulose-containing fodder additives on basic morpho-biochemical indicators of blood and resistance of broiler chicken *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 848 (2021) 012066 doi:10.1088/1755-1315/848/1/012066

18. Сахарова-Фетисова, А.Л. Морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных / А.Л. Сахарова-Фетисова // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Жодино, 2011. – С. 153-155.

УДК 636.082.11

## МЕЖПОРОДНОЕ И ВНУТРИПОРОДНОЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КАЗАХСКОГО БЕЛОГОЛОВОГО СКОТА ПО ГРУППАМ КРОВИ

Цыдыпов С.С.,

*Государственное Казенное Учреждение «Государственная племенная служба Республики Бурятия»*

**Аннотация.** Казахская белоголовая и герефордской породы крупного рогатого скота находится в определенной степени родства, о чем свидетельствует присутствие у них общих аллелей Y<sub>1</sub>, D<sup>+</sup>, Г, FV.

**Ключевые слова:** метод оценки, быки-производители, казахская белоголовая, герефордская, аллели.

**Введение.** Современные условия интенсификации мясного скотоводства предъявляют жесткие требования к уровню мясной продуктивности животных, что, в свою очередь требует проведения целенаправленной селекционной работы по выведению животных с высоким генетическим потенциалом. [1, 2, 6, 7] В селекционно-племенных исследованиях большую роль играют биологические науки, позволяющие проводить глубокий анализ интерьерных сдвигов у животных, их генетической обусловленности и решает ряд конкретных вопросов селекции, с породой, популяцией, линиями и отдельными группами животных. [3, 4, 5] В связи с этим возрастает значение объективного контроля за генетическими изменениями, происходящими в стадах вследствие применяемых методов селекции, для чего могут быть использованы маркеры, в частности, группы крови.

**Цель исследования.** Характеристика казахского белоголового скота различных родственных групп, определение влияния генотипов быков производителей на аллелофонд племенных стад и анализ генетического материала привносимого ими в популяцию.

**Методы исследования.** Контроль происхождения проводили путем сравнения антигенов факторов групп крови потомков с соответствующими факторами родителями. Принцип определения происхождения по группам крови основан на том, что потомки не могут иметь антигены, которых нет у родителей.

**Результаты.** Определены генотипы 72 основных быков-производителей казахской белоголовой и герефордской пород использованных в стадах трёх племенных хозяйств Республики Бурятия и Забайкальского края. Для животных изучаемых пород свойственны антигены в системе А – А<sub>1</sub> А<sub>2</sub>; В – Y<sub>1</sub> Y<sub>2</sub> A<sub>1</sub> D<sub>1</sub>, Г, Q<sub>1</sub>; С – С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, E, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, W, C<sub>1</sub>; F – F V; S – H<sub>1</sub>; табл. 1.

Таблица 1. Частота встречаемости антигенных факторов у мясного скота в основных племхозах

Системы	Антигены	Племенные хозяйства		
		ООО «Куйтун»	ООО «Кяхтинская»	ООО «Толгой»
		Порода		
		Герефордская	Казахская белоголовая	Казахская белоголовая
А	A <sub>1</sub>	30,8	46,8	40,8
	A <sub>2</sub>	53,9	66,6	75,9
	B <sub>2</sub>	13,9	18,1	20,3
	G <sub>2</sub>	0,2	9,6	18,3
	G <sub>3</sub>	1,6	9,6	18,9
	K	0,6	7,2	5,2
	I <sub>1</sub>	2,6	3,4	9,8
	I <sub>2</sub>	8,8	5,3	12,5
	O <sub>1</sub>	1,9	4,6	14,9
	O <sub>2</sub>	3,9	20,6	18,1

В	P <sub>2</sub>	0,6	1,9	8,6
	Q	5,1	49,3	8,9
	T <sub>2</sub>	1,8	2,3	2,8
	Y <sub>1</sub>	53,9	56,9	60,1
	Y <sub>2</sub>	37,3	68,3	70,9
	A` <sub>1</sub>	11,9	46,8	14,3
	A` <sub>2</sub>	15,9	43,1	20,8
	D`	46,3	54,8	49,8
	G`	1,9	12,9	35,8
	Г	62,9	53,6	78,1
	O`	3,8	11,6	7,8
	P` <sub>2</sub>	0,9	4,3	11,8
	Q`	41,3	53,9	26,1
	J <sub>1</sub>	4,8	7,3	12,3
	G	0,6	4,7	12,1
	C <sub>1</sub>	59,9	72,3	78,6
	C <sub>2</sub>	77,6	81,5	85,9
	E	66,8	63,6	41,1
	P <sub>1</sub>	49,1	47,6	20,3
	P <sub>2</sub>	81,8	86,8	66,3
	W	53,8	74,2	61,2
	X <sub>1</sub>	0,8	7,1	9,6
	X <sub>2</sub>	6,8	18,3	23,2
	C`	81,3	13,1	66,9
	L`	6,6	21,8	28,3
	F	88,6	93,1	90,6
	V	46,8	39,8	36,3
	L	86,8	78,9	73,2
	S <sub>1</sub>	6,5	20,8	19,6
	S <sub>2</sub>	9,3	25,6	21,9
H`	43,2	44,8	59,6	
Z <sub>1</sub>	45,4	77,6	79,1	
P`	93,0	4,1	11,9	

В то же время установлено определенное различие, как в породном, так и в межпородном аспектах. Более консолидированной мясной породы является герефордская, животные которой преобладает с факторами по системе В – Y<sub>1</sub> D` Г; С – R WC`; F – FV; L – L.

По частоте встречаемости иммуногенетических маркеров животных казахской белоголовой породы отмечается большее разнообразие. Однако в изучаемых стадах казахской белоголовой породы, блок системы В – Y<sub>1</sub> D` T` у животных казахской белоголовой породы передается от герефордов. По другим системам и факторам групп крови казахский белоголовый скот превосходит герефордский.

В В-системе – Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, A`<sub>1</sub>; D`, Г, Q`, частота встречаемости составило от 8,6 до 78,8%.

В С-системе наиболее распространены C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, E, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, W, C`, их встречаемость колебалась от 12,9 до 88,6%.

Идентичная картина установлена и по другим системам. Так в F-системе антиген F составляет от 81,8 до 97,8 %, в заметно меньшей мере содержится антиген V от 19,8 до 48,9%. В S-системе антиген H` находится в пределах от 59,8 до 87,9%, а в Z-системе антиген Z

составляет от 42,9 до 79,1%.

Отсутствуют во всех племенных стадах антигены по В-системе В<sup>h</sup>, O<sub>x</sub>, P<sup>1</sup>, F<sup>1</sup>, F<sup>2</sup>, а также Г, Г<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>. Практически не встречаются животные по Т<sup>-</sup>системе, мало антигенов по S-системе.

Различие частоты встречаемости антигенов в племенных стадах обусловлено, по нашему мнению, дрейфом генов в результате использования при выведении и совершенствовании казахской белоголовой породы быков различных родственных групп, селекции из Уругвая, Канады, США, Великобритании, Венгрии и др. При более подробном анализе аллельного распределения фенотипов на примере племрепродуктора (Кяхтинской) из 54 быков-производителей концентрация сугубо присущих герефордскому скоту аллелей, таких как выявлено у 23 голов (42,6%); QQ<sup>-</sup> – у 7 (13,0%) и QA<sup>-</sup><sub>1</sub> – у 9 (16,7%). Эти аллели привнесены в генофонд скота казахской белоголовой породы быками-производителями герефордской породы, которые, в отличие от других мясных пород, более консолидированы по блокам в В-системе – Y<sub>1</sub>, D<sup>-</sup>, Г<sup>-</sup>; в С-системе по RWC<sup>-</sup>; в F – FV и в L по L.

**Заключение.** Таким образом, полученный экспериментальный материал свидетельствует о том, что животные изучаемых племенных стад имеют различия и сходство по частоте встречаемости иммуногенетических маркеров. Поэтому применение иммуногенетического мониторинга быков-производителей разных поколений позволит контролировать генетические изменения, происходящие в племенных стадах.

#### **Литература:**

1. Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Распределение полиморфных генотипов некоторых генов в среде тёлочек с различными экстерьерно-конституциональными типами // Животноводство и кормопроизводство. Оренбург. №4 (103). С.
2. Емельяненко А.В., Куш Е.Д., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Салихов А.А. Морфологический и биохимический состав крови бычков разных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (82). С. 256-260. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-82-2-256-260
3. Джуламанов К.М., Сурундаева Л.Г., Герасимов Н.П. Изменчивость антигенной структуры групп крови уральской популяции герефордского скота // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 3. С. 17-25. DOI: 10.33284/2658-3135-104-3-17
4. 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. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-92-6-274-277
5. Макаев Ш.А., Ляпин О.А., Тайгузин Р.Ш. Антигенный фактор животных казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 235-237
6. Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Ляпин О.А. Генетическая характеристика казахского белоголового скота // Известия ОГАУ. 2019. №6 (80). С.281-285
7. Гонтюрев В.А., Христиановский П.И., Белоусов А.М., Искандерова А.П. Племенная и генетическая характеристика стада казахской белоголовой породы // Известия ОГАУ. 2019. №6(80). С. 273-276

УДК 579.258

**КОМБИНИРОВАНИЕ МАЛЫХ МОЛЕКУЛ РАСТИТЕЛЬНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИВОДИТ К УСИЛЕНИЮ  
QS-ИНГИБИРУЮЩЕГО ЭФФЕКТА У *CHROMOBACTERIUM SUBSTSUGAE***

Инчагова К.С., к.б.н.,

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий  
Российской академии наук» (г. Оренбург)

**Аннотация.** Использование малых молекул растительного происхождения в качестве ингибиторов системы «quorum sensing» является перспективным направлением для создания антибактериальных средств нового принципа действия. Выявлена QS-ингибирующая активность 4-гексилрезорцинола, салициловой кислоты и 7-гидроксикумарина. Установлено, что совместное применение 4-гексилрезорцинола и салициловой кислоты, а также 4-гексилрезорцинола и 7-гидроксикумарина приводит к усилению QS-ингибирующего эффекта.

**Ключевые слова:** quorum sensing, QS-ингибирующий эффект, малые молекулы растительного происхождения, антибиотикорезистентность

**Введение.** Неконтролируемое применение антибиотиков в медицинской и ветеринарной практике на сегодняшний день привело к повсеместному распространению резистентности бактериальных патогенов. Данная проблема обозначила интерес к поиску новых методов борьбы с болезнетворными микроорганизмами. Вариантом выхода из данной ситуации может стать воздействие на систему плотно-зависимой химической коммуникации, также известную как «quorum sensing» (QS), поскольку данный феномен играет ключевую роль в реализации патогенного потенциала бактерий, контролируя синтез факторов вирулентности и биопленкообразование [1].

В настоящее время представлено несколько подходов к ингибированию QS, включающих: подавление синтеза автоиндукторов, их внеклеточное связывание, химическую деградацию и интерференцию с автоиндукторами за связывание с рецепторными белками [2].

Использование растительных экстрактов и малых молекул, идентифицированных в их составе, в качестве ингибиторов QS является одним из многообещающих подходов. Растения в ходе своей эволюции выработали большой спектр защитных механизмов, помогающих им переживать неблагоприятные условия среды, в том числе и «нападки» со стороны фитопатогенов. К подобным методам борьбы относятся синтез малых молекул, обладающих QS-ингибирующей активностью, и ферментов, разрушающих сигнальные молекулы, а также симбиоз с так называемыми «полезными» бактериями, которые также могут защищать растительный организм, угнетая рост бактериальных патогенов [3].

В этой связи, целью данного исследования стало изучение QS-ингибирующего эффекта 4-гексилрезорцинола, салициловой кислоты и 7-гидроксикумарина в отношении виолацеинпродуцирующего штамма *Chromobacterium substsugae* ATCC 31532 (ранее *S. violaceum* ATCC 31532) и их последующее комбинирование для усиления выявленной активности каждого растительного компонента.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследования явились малые молекулы растительного происхождения – 4-гексилрезорцинол, салициловая кислота и 7-

гидроксикумарин.

Исследования проводились в два этапа. На первом для определения рост- и QS-ингибирующей активности исследуемых малых молекул в ячейках 96-луночного планшета (Jet Biofil, Канада-Китай) формировались ряды двукратных разведений анализируемых веществ в LB-бульоне (Sigma-Aldrich, США). Соответствующие объемы LB-бульона, не содержащие названных компонентов, использовали в качестве положительного (рост тест-штамма) и отрицательного (стерильного) контролей. Далее ячейки инокулировали *C. substsugae* ATCC 31532 и инкубировали при 27°C в течение 24 часов. Оценку рост-ингибирующего эффекта фиксировали, регистрируя значения оптической плотности выросшей биомассы при длине волны 450 нм, выражая их значениями МИК<sub>100</sub> и МИК<sub>50</sub>, соответствующими 100% и 50% подавлению роста тест-штамма. Подавление системы QS регистрировали по измерению оптической плотности сине-фиолетового пигмента виолацеина после его этанольной экстракции при длине волны 600 нм, выражая ее величинами ЕС<sub>100</sub> и ЕС<sub>50</sub>, соответствующими 100% и 50% интенсивности воздействия на биосинтез пигмента в растущей культуре. Оба измерения проводили с использованием многофункционального микропланшетного ридера Infinite 200 PRO («Tecan», Австрия).

Второй этап исследования подразумевал формирование парных композиций малых молекул растительного происхождения: 4-гексилрезорцинол + салициловая кислота; 4-гексилрезорцинол + 7-гидроксикумарин и салициловая кислота + 7-гидроксикумарин. Для этого в ячейки 96-луночного планшета (Jet Biofil, Канада-Китай) в перпендикулярных друг другу направлениях вносили двукратные разведения исследуемых веществ, таким образом, что в каждой из ячеек формировалось индивидуальное соотношение «вещество А: вещество Б». Пробами сравнения являлись ряды разведений, содержащие только одно из тестируемых соединений, а также положительный и отрицательный контроли. Дальнейшие инокуляцию *C. substsugae* ATCC 31532, культивирование и учет результатов исследования проводили, как описано выше. Характер взаимодействия двух веществ определяли с помощью изоболографического анализа [4].

**Результаты.** В ходе эксперимента по определению рост- и QS-ингибирующего действия исследуемых малых молекул растительного происхождения в отношении виолацеинпродуцирующего штамма *C. substsugae* ATCC 31532 было выявлено, что каждое из исследуемых веществ обладает обеими активностями в отношении тест-штамма, причем эффект возрастал в ряду салициловая кислота → 7-гидроксикумарин → 4-гексилрезорцинол.

Дальнейшие исследования позволили выявить две аддитивные композиции: 4-гексилрезорцинол + салициловая кислота и 4-гексилрезорцинол + 7-гидроксикумарин. Так QS-ингибирующей эффект композиции 4-гексилрезорцинол + салициловая кислота превосходил контрольные значения ЕС<sub>50</sub> в 1,2-5 раз. В свою очередь, комбинация 4-гексилрезорцинол + 7-гидроксикумарин характеризовалась увеличением QS-ингибирующей активности в 1,2-3 раза по сравнению с контролем. На этом фоне, композиция салициловая кислота + 7-гидроксикумарин не обладала способностью к усилению QS-ингибирующего действия, демонстрируя выраженный антагонистический эффект.

**Обсуждение результатов.** Использование растительных экстрактов и малых молекул растительного происхождения в качестве ингибиторов системы QS уже давно привлекает внимание многих исследователей [5]. Однако существование ряда ограничений применения

данных соединений в качестве ингибиторов QS, в первую очередь, связанных с токсичностью используемых растительных компонентов, делает эту задачу весьма затруднительной [6, 7].

Данная работа была направлена на исследование QS-ингибирующей активности малых молекул растительного происхождения, не обладающих либо обладающих незначительным токсическим эффектом, развивающимся только при чрезмерно высокой дозе вещества, в отношении животных и человека, с их последующим комбинированием. В последнее время исследование воздействия комбинаций малых молекул растительного происхождения с веществами той же или иной природы с целью усиления их QS-ингибирующего действия получило широкое распространение [8, 9]. Выявление двух аддитивных композиций в ходе выполнения этого исследования расширяет данные об эффективности использования нескольких соединений для усиления QS-ингибирующего эффекта, однако, как показывает практика, не каждая композиция обладает подобным усиливающим действием. Так демонстрацией вышесказанного является композиция салициловая кислота + 7-гидроксикумарин, показавшая антагонистический эффект в отношении виолацеинпродуцирующего штамма *C. substugae* ATCC 31532, причина которого не ясна.

**Выводы.** Выявленные аддитивные композиции формируют основу для их дальнейшего тестирования в качестве потенциального антибактериального средства, основным критерием которого должно стать отсутствие токсического эффекта в отношении животных и человека. Более того, полученные композиции могут стать основой для создания кормовых добавок, используемых при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, направленных на поддержание их здорового состояния, а также способных заменить использование антибиотиков в сельском хозяйстве и ветеринарии.

*Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации (проект № МК-3114.2022.1.4)*

#### **Литература:**

1. Defoirdt T. Quorum-sensing systems as targets for antivirulence therapy // Trends Microbiol. – 2018. – V. 26. – № 4. – P. 313-328.
2. Remy B., Mion S., Plener L., Elias M., Chabriere E., Daude D. Interference in bacterial Quorum sensing: a biopharmaceutical perspective // Front. Pharmacol. – 2018. – V. 9. – P. 203.
3. Ansari F.A., Ahmad I. Quorum Sensing in Phytopathogenic Bacteria and Its Relevance in Plant Health. In: Kalia, V. (eds) Biotechnological Applications of Quorum Sensing Inhibitors. Springer, Singapore. – 2018.
4. Tallarida R.J. An overview of drug combination analysis with isobolograms: perspectives in pharmacology // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 2006. – V. 3. – N. 19. – P. 1-7.
5. Deryabin D., Galadzhieva A., Kosyan D., Duskaev G. Plant-derived inhibitors of AHL-mediated quorum sensing in bacteria: Modes of action // Int. J. Mol. Sci. – 2019. – V. 20. – № 22. – P. 5588.
6. Thooptianrat T., Chaveerach A., Sudmoon R., Tanee T., Liehr T., Babayan N. Screening of phytochemicals and toxicity of medicinal plants, Dillenia species, reveals potential natural product resources // J. Food. Biochem. – 2017. – V. 41. – № 3. – P. e12363.
7. Devillers J., Devillers H. Toxicity profiling and prioritization of plant-derived antimalarial agents // SAR QSAR Environ Res. – 2019. – V. 30. – № 11. – P. 801-824.

8. Jakobsen T.H., Van Gennip M., Phipps R.K., Shanmugham M.S., Christensen L.D., Alhede M., Skindersoe M.E., Friedrich K., Uthe F., Jensen P.O., Moser C., Nielsen K.F., Eberl L., Larsen T.O., Tanner D., Hoiby N., Bjarnsholt T., Rasmussen T.B., Givskov M. Ajoene, a sulfur-rich molecule from garlic, inhibits genes controlled by quorum sensing // *Antimicrob. Agents Chemother.* – 2012. – V. 56. – № 5. – P. 2314-2325.

9. Deryabin D., Inchagova K., Rusakova E., Duskaev G. Coumarin's anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules // *Molecules.* – 2021. – V. 26. – P. 208.

УДК 636.084.415

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ КАЛЬЦИЯ НА ОРГАНИЗМ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Казаев К.А. лаборант-исследователь<sup>1</sup>, Холодилина Т.Н. канд. с.-х. наук<sup>1,2</sup>,  
Сальникова Е.В. д-р биол. наук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Оренбург

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург

**Аннотация.** Доставка кальция в организм птицы в промышленных условиях сопряжена с рядом трудностей. Многие птицефермы испытывают острую потребность в дешевых кальцийсодержащих препаратах, препятствующих появлению различных заболеваний кур, при этом использование этих соединений не должно вызывать существенных нагрузок на оборудование и персонал ферм. В данной статье описано применение различных добавок на основе кальция и их влияние на организм цыплят-бройлеров. Представлена информация о влиянии водного раствора хлорида кальция, сухого цитрата кальция и доломитовой муки на показатели роста птицы, поедаемость и удельные затраты корма на килограмм живой массы.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, кальций, цитрат, хлорид, рост, поедаемость

**Введение.** На современных птицефабриках кормовые рационы составляются с расчетом на недорогое и продуктивное содержание, сопровождающееся быстрым набором массы и повышением питательности мяса [1]. Однако подобный способ содержания сопряжен с рядом трудностей. При клеточном содержании малая активность птиц способствует развитию болезней костно-мышечной ткани, что в свою очередь снижает иммунитет и аппетит птицы, падает рентабельность производства [2].

Нарушение минерального обмена в нижних конечностях быстрорастущих бройлеров встречается достаточно часто, как правило сопряжено это с недостаточным усвоением из кормов макро- и микроэлементов, особенно это касается кальция [3,4].

Целью данной работы является изучение кальциевого обмена в организме цыплят-бройлеров и синтез новых, более усвояемых источников кальция. На первом этапе исследований нами рассмотрены вопросы влияния на рост и развитие цыплят-бройлеров различных форм кальция, синтезированных из традиционно используемого в рационах птиц карбоната кальция.

**Объекты и методы исследований.** Препараты кальция синтезировались в условиях Испытательного центра ФНЦ БСТ РАН, в качестве исходного компонента были использованы образцы доломитовой муки предоставленные компанией AKKERMANN. Исследования на птице были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов РФ: Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры по сведению к минимуму страданий животных. Эксперимент проводился в Центре коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН (цкп-бст.рф) на высокопродуктивных цыплятах-бройлерах кросса Arbor Acres. В эксперименте задействованы 4 группы, подобранных методом пар-аналогов. I опытная группа получала кальций в форме хлорида кальция, через систему подачи воды. II опытная группа получала гранулы цитрата кальция с кормом. III опытная группа получала доломитовую муку в виде гранул с кормом. Контрольная группа получала стандартный рацион. Содержание кальция в контрольной группе составляло 0,9 % по массе, содержание кальция в опытных группах было одинаковым – 1,08 %

На протяжении всего эксперимента велся ежедневный учет потребления корма и воды. Каждую неделю выполнялось контрольное взвешивание. Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием программного комплекса «Microsoft Office» со встроенным табличным процессором Excel (надстройка «Анализ данных»). Значимость групповых различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента разница считалась достоверной при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** *Поедаемость корма цыплятами-бройлерами.* В ходе эксперимента было выявлено, что поедаемость кормов птицами опытных групп значительно не менялась, статистически значимого отличия между группами не обнаружено. Введение в рацион I опытной группы  $CaCl_2$  с водой снижало поедаемость корма на 9%, относительно контроля. Введение органической формы кальция в виде цитрата сохранило потребление кормов II опытной группой на уровне контроля. Использование нативного известняка в III опытной группе ухудшало вкусовые свойства кормов, наблюдалось снижение изучаемого показателя (рисунок 1).

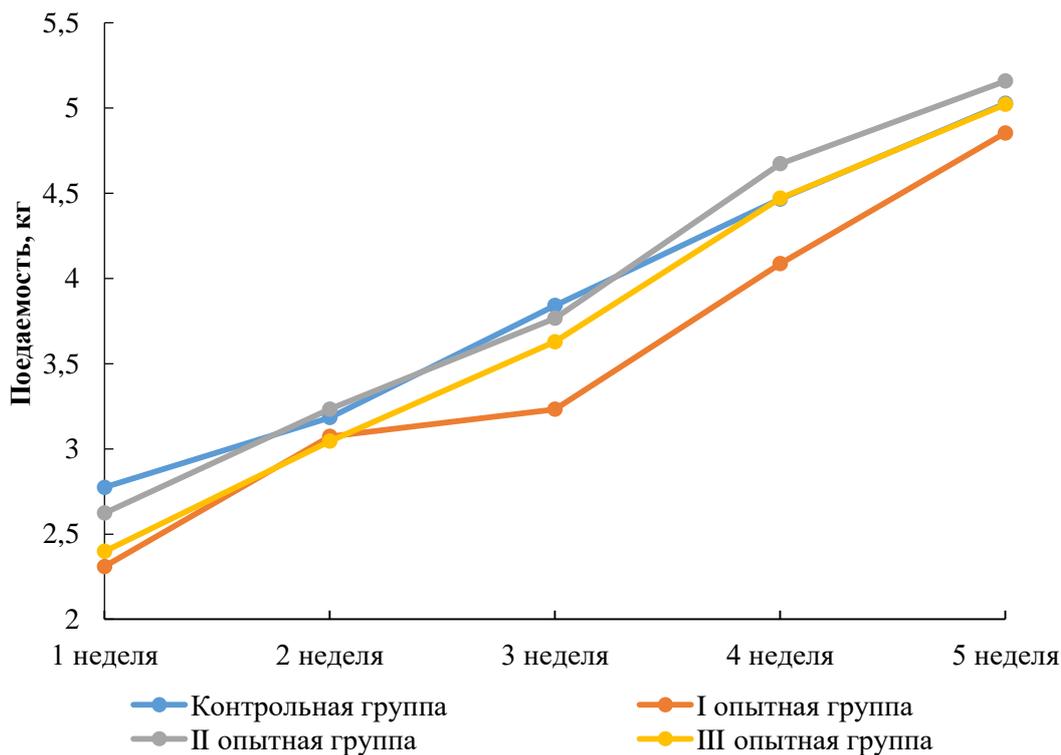


Рисунок 1 Динамика потребления кормов птицей за период эксперимента

*Прирост живой массы и затраты корма.* Средние величины прироста птицы по каждой группе, а также значения затрат корма на 1 кг прироста указаны в таблице 1.

Первая опытная группа показала снижение прироста по отношению к контролю, на 8,9 %. Вторая опытная группа потреблявшая цитрат кальция по приросту не уступала контрольной группе. Третья опытная группа снизила прирост живой массы относительно контрольной группы на 5,9 %. Статистическая обработка результатов не показала достоверных различий в изменении живой массы опытных групп на конец эксперимента.

Таблица 1. Прирост живой массы и затраты корма

Группа	Прирост живой массы		Затраты корма на 1 кг прироста	
	кг	отношение к контролю, %	кг	отношение к контролю, %
Контроль	1,69±0,10	100,0	1,90	100,0
I опытная	1,54±0,17	91,1	1,99	104,7
II опытная	1,67±0,13	98,8	1,94	102,1
III опытная	1,59±0,16	94,1	1,95	102,6

Наибольшие затраты кормов на единицу массы выявлены у I опытной группы, наименьшее значение по отношению к контролю у II группы (различие в 2,1 %). По затратам корма существенных статистических различий между группами так же не наблюдалось.

**Обсуждение результатов.** Сам по себе кальций не является существенным строительным материалом, но его недостаток влечет за собой проблемы с усвояемостью цепи других элементов, при этом теряют свои свойства многие важнейшие кальцийсвязывающие белки [6]. При недостатке кальция, в сократительных биохимических реакциях будут затруднены процессы активации протеаз, что скажется на общем состоянии мышечной ткани [7]. Костная же ткань при недостатке кальция (и его синергиста, магния) испытывает затруднения в обменных процессах, что влечет за собой повышение хрупкости костей и структурные изменения в соединительной ткани суставов [8].

Включение новых форм кальция в рацион цыплят-бройлеров не выявило критических изменений в потреблении кормов и приросте живой массы.

Снижение потребления корма относительно контроля I опытной группой может объясняться повышенной соленостью воды [5]. Использование растворимого хлорида кальция требует более тщательного подбора дозировок, поскольку существует довольно широкий набор физико-химических свойств, значительно меняющихся в растворе при внесении солей, катионы или анионы которых способны подвергаться гидролизу. Цитрат кальция показал хорошую тенденцию, как в поедаемости, так и в приросте живой массы и затратах корма. Особенности получения цитрата кальция в рамках лаборатории ФНЦ БСТ РАН предполагает небольшую примесь лимонной кислоты, что может частично повышать аппетит у птиц [9]. Поставка кальция в органической форме не приводит к ухудшению метрических показателей птиц, в дальнейших исследованиях необходимо разработать технологию недорогого фракционирования зерен цитрата кальция, поскольку для пищеварительной системы птиц очень важен размер потребляемой пищи.

**Заключение.** Поиск новых подходов к модификации имеющихся трудноусвояемых форм кальция сопряжен с множеством тонкостей по подбору оптимальных дозировок и физико-химических параметров непосредственно испытываемой формы. Цитрат кальция на данном этапе показал себя как вполне безопасная альтернатива в роли поставщика кальция в организм. При этом для хлорида кальция необходим подбор оптимальной дозировки и возрастных периодов ввода в рацион. Дальнейший анализ кальций-зависимых механизмов в организме опытных птиц, позволит выявить влияние изучаемых компонентов на обменные процессы.

#### **Литература:**

1. А.И. Газизова, Ф. Балкеева, А. Нуркенова / Содержание и кормление птиц мясного направления в условиях птицефабрики Акмолинской области ТОО "capital project" / Наука и мир. 2018. № 3-1(55). С. 78-79.

2. О.Н. Ястребова, А.Н. Добудько, В.А. Сыровицкий, А.Е. Ястребова / Многофакторное влияние условий содержания на продуктивность цыплят-бройлеров Общество с ограниченной ответственностью / Издательско-полиграфический центр "ПОЛИТЕРРА", 2018. 63 с.

3. А.Н. Ильяшенко / Минерализация большеберцовых костей у цыплят-бройлеров кросса "Смена 7" / В сборнике: Инновационные процессы в АПК. Сборник статей III Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 50-летию образования Аграрного факультета РУДН. 2011. С. 113-114.

4. Н.Н. Иванова, В.В. Шипилов / Определение кальция и фосфора в крови и большеберцовой кости цыплят-бройлеров при применении сорбционной кормовой добавки / В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей IX

Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. Пенза, 2021. С. 53-56.

5. Б.В. Егоров, Ю.Я. Кузьменко / Качество питьевой воды и ее роль в системе кормления сельскохозяйственной птицы / Grain products and mixed fodders. 2014. Vol. 53. № 1. С. 36-41.

6. В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, Н.В. Овчинникова, М.В. Кощеева / Биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров при разном уровне кальция в рационе / Птицеводство. 2020. № 5-6. С. 57-62.

7. В.Г. Вертипрахов, И.В. Кислова, Н.В. Овчинникова / Уровень кальция в рационе и его связь с активностью пищеварительных ферментов у цыплят-бройлеров / Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 4. С. 56-59.

8. О.А. Громова, И.Ю. Торшин, О.А. Лиманова / Кальций и его синергисты в поддержке структуры соединительной и костной ткани / Лечащий врач. 2014. № 5. С. 69.

9. А.В. Стариченко, А.Р. Литвинова / Динамика живой массы и интенсивность роста бройлеров при использовании лимонной и аскорбиновой кислот / Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г., Краснодар, 29 марта 2017 года. / Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. С. 197-198.

УДК 636.5.033

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ БУТИТАН, ORIGANUM POWDER И ПРОБИОЦИД®-ФИТО НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМА И РОСТ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

Петруша Ю.К., аспирант 2-ого курса,  
Лебедев С.В., доктор биол. наук, член корр.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** Показаны результаты практического применения фитобиотических препаратов «Бутитан», «Origanum powder» и «Пробиоцид®-фито» на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор Айкросс». Представлены динамика живой массы, коэффициенты переваримости питательных компонентов корма и поедаемость кормов при добавлении фитобиотических кормовых добавок в рацион.

**Ключевые слова:** фитобиотики, домашняя птица, бройлеры, кормление, phytobiotics, poultry, broilers, feeding.

**Благодарности:** Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 21-16-00009

**Введение.** Для предотвращения негативных факторов кормления и содержания в современном птицеводстве необходимо применение кормовых добавок. Потому что именно негативное влияние на различные системы организма сельскохозяйственных птиц отрицательно влияет на продуктивность. Стоит понимать, что птицы более восприимчивы к различным заболеваниям, в особенности респираторным, чем крупный рогатый скот. Поэтому

здоровье поддержание здоровья птиц является очень важным фактором их содержания [1].

Комплексное заимствование из живой природы и учет важнейших биотехнологических факторов обращает на себя все больше внимания в последние годы при разработках технологий кормления сельскохозяйственных птиц. Так фитобиотики стали достойной заменой антибиотикам [2, 3]. Они обладают антибиотическими свойствами. В состав растительных добавок может входить огромное количество растительных материалов, большинство из которых уже давно используются в питании человека в качестве ароматизаторов, консервантов и лекарств. Поэтому данные добавки могут использоваться и для питания сельскохозяйственных животных и птиц [4, 5].

Фитобиотики и растительные кормовые добавки - это вещества растительного происхождения, которые добавляются в рацион животных и обладают рядом биоактивных свойств. Источниками биологически активных соединений, таких как фенолы и флавоноиды, являются травы, специи, эфирные масла и растительные экстракты [6].

### ***Объекты и методы исследований.***

*Объект исследования.* Комплексные исследования были проведены на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных имени профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (аттестат аккредитации Госстандарта России – RA.RU 21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Объект исследований - цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкросс (ОАО «Птицефабрика Оренбургская, [www.pfo56.ru](http://www.pfo56.ru)).

Работа была выполнена в соответствии с протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009) и The experimental research on animals was conducted according to instructions, recommended by the Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and “The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)”. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

*Схема эксперимента.* По окончании подготовительного периода (7 дней) птиц разделили на четыре группы по 15 голов в каждой. Контрольная группа содержалась на основном рационе. Путем замешивания с комбикормом в рацион I опытной группы дополнительно вводили препарат «Бутитан», во II опытную – препарат «Origanum powder», III опытную группу – препарат «Пробиоцид®-Фито». Длительность эксперимента составила 35 дней. Дозы рассчитаны с учётом информации о приёме конкретного препарата.

Биологические свойства препарата «Бутитан» обусловлены содержанием и синергетическим действием активных компонентов: экстракта сладкого каштана и бутирата кальция, входящих в состав добавки. Экстракт сладкого каштана является источником полифенолов, которые в свою очередь способствуют лучшему перевариванию и всасыванию питательных веществ, улучшению состояния слизистой оболочки ЖКТ и усилению кишечного иммунитета. В результате использования добавки значительно уменьшаются расстройства пищеварительного тракта, улучшается процесс пищеварения и всасывания питательных веществ, в результате чего улучшаются производственные показатели – среднесуточный прирост. Используемая дозировка – 500 г/тонну корма или 2,5 г на 5 кг корма.

ORIGANUM — натуральный продукт для повышения экономической эффективности, продуктивности и улучшения качества мяса. Продукция производится на основе натурального

эфирного масла растения орегано, вида *Origanum vulgare*. Масло включает в себя более 46 активных компонентов и является природным антибиотиком широкого спектра действия, повышает иммунитет, стимулирует рост и снижает стресс у животных и птиц. Препарат позволяет полностью заменить кормовые антибиотики. Используемая дозировка – 400 г/тонну корма или 2,0 г на 5 кг корма.

«Пробиоцид®-Фито» комплекс дополнительного питания для нормализации процессов пищеварения и повышения сохранности сельскохозяйственных животных и птицы.

Живые бактерии, входящие в состав кормовой добавки, способствуют формированию полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте и нормализации пищеварения. Смесь натуральных эфирных масел обладает антимикробной активностью, антиоксидантным действием и противовоспалительным эффектом, оказывает благоприятное действие на иммунный статус организма. Снижается вероятность возникновения дисбактериоза и других осложнений, вызываемых кормовыми и технологическими стрессовыми ситуациями. Используемая дозировка – 1 кг/тонну корма или 5 г на 5 кг корма.

В рационах всех групп использовался промышленный комбикорм ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», который включал пшеницу, кукурузу, шрот соевый, шрот подсолнечный, витаминно-минеральный премикс (микроэлементы – Ca, P, Na, K, Cl, макроэлементы – Fe, Cu, Zn, Mn, J, Se, витамины A, D3, E, K3, B1-B6, B12, Bc, H). Микроклимат в помещении соответствовал требованиям ОНТП-4-88. Динамика ростовых показателей оценивалась путем индивидуального взвешивания еженедельно до кормления ( $\pm 1$  г).

Для приготовления комбикорма использовался метод ступенчатого смешивания.

Птица в процессе исследований содержалась в клетках КУН-05 площадью 4050 см<sup>2</sup> (90½45½45 см).

Кормление бройлеров проводилось 1 раз в сутки, учет поедаемости кормов – ежесуточно. Кормление птицы осуществляли согласно потребности организма в различные возрастные периоды, цыплята-бройлеры всех групп в период эксперимента получали рацион в период от 7-10 дней ПК-0, 11-24 дней ПК-5, 25 дней и старше ПК-6.

Методика содержания описана в методическом пособии «Arbor Acres. Руководство по выращиванию бройлерного стада. 2009 год.»

*Статистическая обработка.* Статистический анализ выполняли с использованием методик ANOVA (программный пакет Statistica 10.0, «StatSoftInc.», США) и Microsoft Excel. Статистическая обработка включала расчет среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего ( $\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** Цыплята-бройлеры всех групп в период эксперимента получали рацион в период от 7-10 дней ПК-0, 11-24 дней ПК-5, 25 дней и старше ПК-6. Рационы включали пшеницу, кукурузу, шрот соевый, шрот подсолнечный, витаминно-минеральный премикс (микроэлементы – Ca, P, Na, K, Cl, макроэлементы – Fe, Cu, Zn, Mn, J, Se, витамины A, D3, E, K3, B1-B6, B12, Bc, H).

Разница по содержанию сырого жира и сырого протеина в рационе была не значительной (табл. 1).

Таблица 1. Питательность рациона, %

Показатели	Группа		
	ПК-0	ПК-5	ПК-6
Сухое вещество (СВ)	89,29	89,29	91,57
Сырая клетчатка (СК)	1,1	1,8	2,3
Сырой жир (СЖ)	3,85	4,76	4,78
Сырой протеин (СП)	23,38	23,00	21,69
Содержание золы (СЗ)	6,1	5,7	6,1

Рационы для животных были сформированы по потребности в питательных веществах и энергии.

Скармливание цыплятам рационов, включающих фитобиотические препараты, оказывало положительное влияние на формирование живой массы тела у подопытной птицы (табл. 2). Так в опытах постановочная живая масса молодняка всех групп была практически одинакова и составляла в среднем 154,7-154,9 г.

Спустя 7 дней эксперимента (возраст 14 дней) масса цыплят опытных групп не особо отличалась относительно контрольной группы и составляла в среднем 453,9-455,9 г.

На 14 день эксперимента (возраст 21 день) живая масса была выше во I группе, получавшей препарат «Бутитан», относительно контрольных значений она была выше на 8,7 %. В II группе прибавка в весе относительно контроля была больше на 1,8 %. В III группе наблюдается уменьшение в весе относительно контроля на 1,01 %.

К 21 суткам экспериментального исследования (возраст 28 дней) в I и II опытной группе наблюдалось увеличение веса относительно контроля на 7,43% и 6,75% соответственно. В III опытной группе наблюдалось снижение веса относительно контроля на 3,4%

К 28 суткам (возраст 35 дней) следует отметить прибавку в весе в большей степени во II группе, затем во I и III, что больше контроля на 8,47%, 6,51% и 2,01% соответственно. В контрольной группе птица медленнее набирала вес и была меньшей.

К окончанию эксперимента (возраст 42 дня) максимальное увеличение живой массы цыплят было отмечено в опытной группе, получавшей «Organum powder», относительно контроля на 8,64%. В группе, получавшей препарат «Бутитан», масса птицы увеличилась на 5,37%, а в группе, получавшей «Пробиоцид-фито», средняя живая масса увеличилась на 3,73%.

Таблица 2. Динамика живой массы, г

Возраст	Группа			
	Контроль	I группа	II группа	III группа
7 дней	154,8±6,5	154,9±6,3	154,8±6,3	154,7±5,3
14 дней	453,9±6,5	455,9±6,6	454,8±7,1	455,8±8,5
21 день	722,6±17,8	786,7±14,1	735,5±17,9	715,3±15,5
28 дней	1 074,4±43,5	1 154,2±24,5	1 146,9±32,6	1 037,8±26,9
35 дней	1 782,2±50	1 898,3±47,4	1 933,3±61,2	1 818,1±54,9
42 дня	2 599,5±72,2	2 739,1±82,6	2 824,1±86,5	2 696,5±79,9

Если рассматривать коэффициент переваримости питательных компонентов корма (табл. 3), то все опытные группы превосходят контрольную.

Таблица 3. Коэффициент переваримости питательных компонентов корма, %

Стартовый рацион	СВ	ОВ	СЖ	СП	СК	БЭВ	углеводы
Контроль	73,3±1,0	75,4±0,9	93,0±0,3	77,7±0,8	49,3±1,9	74,0±1,0	70,6±1,1
I группа	74,7±1,0	76,6±1,0	92,7±0,3	79,5±0,9	50,7±2,0	75,1±1,0	71,7±1,2
II группа	74,3±1,5	76,6±1,4	93,4±0,4	78,9±1,2	54,7±2,6	74,9±1,5	72,2±1,6
III группа	77,1±1,1	79,1±1,0	94,3±0,3	80,0±0,9	56,7±2,0	78,4±1,0	75,4±1,2
Ростовой рацион	СВ	ОВ	СЖ	СП	СК	БЭВ	углеводы
Контроль	77,6±0,5	79,2±0,4	94,5±0,1	84,1±0,3	46,5±1,1	77,8±0,5	73,9±0,5
I группа	77,3±0,8	78,8±0,7	93,1±0,2	82,7±0,6	41,8±2,0	78,9±0,7	74,3±0,9
II группа	78,6±0,7	79,9±0,6	93,6±0,2	84,4±0,5	53,2±1,4	78,3±0,7	75,2±0,8
III группа	76,5±0,5	78,0±0,4	92,3±0,2	82,1±0,4	51,3±1,0	76,4±0,5	73,3±0,5

Примечание: \* $p \leq 0,05$

Если рассматривать поедаемость кормов, то в I и II опытных группах она снизилась, а в III опытной группе незначительно повысилась.

Так препарат «Бутитан» положительно повлиял на поедаемость корма, снизив расход кормов на 6,93% относительно контрольной группы. Препарат «*Origanum powder*» также повлиял положительно, но снизил расход кормов незначительно, на 0,26%. Препарат «Пробиоцид®-Фито», напротив, повлиял отрицательно на поедаемость кормов, незначительно повысив их расход на 0,66%.

**Обсуждение результатов.** Всестороннее изучение растений, которые содержат фитобиотические компоненты, экспериментальное изучение этих компонентов и развитие современных технологий позволяют активно применять фитобиотики в качестве аналогов антибиотических препаратов в кормлении сельскохозяйственной и домашней птицы [7].

Фитобиотические препараты положительно влияют на динамику живой массы. Так у всех опытных групп наблюдалось увеличение живой массы относительно контроля.

Затраты корма в I и II опытной группе снизились относительно контрольной группы, а в III опытной группе незначительно повысились затраты корма.

Также фитобиотики положительно сказались на коэффициенте переваримости питательных компонентов корма.

**Выводы.** Результаты проведенных исследований наглядно показывают эффективность кормления цыплят-бройлеров кормами с фитобиотическими добавками. Фитобиотики способствуют повышению динамики живой массы, улучшению переваримости питательных компонентов корма и, в большинстве своем, снижению затрат корма.

Из представленных фитобиотических препаратов наиболее эффективно проявил себя препарат «*Origanum powder*». На втором месте находится препарат «Бутитан». Относительно остальных фитобиотиков, препарат «Пробиоцид-Фито» проявил себя наименее эффективно, но, тем не менее, показал результаты лучше, чем в контрольной группе.

### *Литература:*

1. Петруша, Ю. К. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственной птицы (обзор) / Ю. К. Петруша, С. В. Лебедев, В. В. Гречкина // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 1. – С. 103-118. – DOI 10.33284/2658-3135-105-1-103. – EDN PBSHUZ.
2. Clavijo V, Flórez MJV. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poult Sci.* 2018 Mar 1;97(3):1006-1021. doi: 10.3382/ps/pep359. PMID: 29253263; PMCID: PMC5850219.
3. Greene ES, Emami NK, Dridi S. Research Note: Phytobiotics modulate the expression profile of circulating inflammasome and cyto(chemo)kine in whole blood of broilers exposed to cyclic heat stress. *Poult Sci.* 2021 Mar;100(3):100801. doi: 10.1016/j.psj.2020.10.055. Epub 2020 Nov 5. PMID: 33518325; PMCID: PMC7936152.
4. Влияние пищевых волокон различной природы на рост, переваримость и обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров / В. В. Гречкина, С. В. Лебедев, А. С. Ушаков, Ю. К. Петруша // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104. – № 4. – С. 136-147. – DOI 10.33284/2658-3135-104-4-136. – EDN KDMMOI.
5. Rostagno MH. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *J Anim Sci.* 2020 Apr 1;98(4):skaa090. doi: 10.1093/jas/skaa090. PMID: 32206781; PMCID: PMC7323259.
6. Erdoğan Z, Erdoğan S, Aslantaş Ö, Çelik S. Effects of dietary supplementation of synbiotics and phytobiotics on performance, caecal coliform population and some oxidant/antioxidant parameters of broilers. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2010 Oct;94(5):e40-8. doi: 10.1111/j.1439-0396.2009.00973.x. PMID: 20487099.
7. Gilani SMH, Rashid Z, Galani S, Ilyas S, Sahar S, Zahoor-Ul-Hassan, Al-Ghanim K, Zehra S, Azhar A, Al-Misned F, Ahmed Z, Al-Mulham N, Mahboob S. Growth performance, intestinal histomorphology, gut microflora and ghrelin gene expression analysis of broiler by supplementing natural growth promoters: A nutrigenomics approach. *Saudi J Biol Sci.* 2021 Jun;28(6):3438-3447. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.03.008. Epub 2021 Mar 13. PMID: 34121882; PMCID: PMC8176037.

УДК 636.5.034

## **ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЯЙЦЕНОСКОСТЬ КУР-НЕСУШЕК**

Силин Д.А., аспирант 1 курса, Лебедев С.В., доктор биол. наук,  
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий  
Российской академии наук» (г. Оренбург)

**Аннотация.** Приведены результаты по практическому применению биологически активных веществ в кормлении кур-несушек и влияние их на такие показатели переваримости питательных веществ как сухое и органическое вещество, сырого жира и протеина, углеводов, а также яйценоскости.

**Ключевые слова:** переваримость, биологически активные вещества, фитобиотик, пробиотик, яйценоскость

**Введение.** Антибиотики были признаны одним из самых эффективных методов лечения в медицине [1]. Однако из-за растущего числа устойчивых к антибиотикам бактерий

использование антибиотиков в сельском хозяйстве в качестве стимуляторов роста в животноводстве запрещено во многих странах мира [2]. Несмотря на запрет, большое количество антибиотиков вводятся для кур-несушек посредством индивидуального лечения или добавок в воду или корма в целях сокращения заболеваемости заболеваний и повышения продуктивности кур-несушек [3,4]. Чрезмерное использование антибиотиков в субтерапевтических дозах не только может привести к бактериальной резистентности [5], но также и к накоплению их в яйцах, что вызывает серьезную озабоченность по поводу потенциального воздействия на здоровье человека [6]. Поэтому срочно необходимы альтернативы антибиотикам.

Было задокументировано, что биологически активные вещества, в частности пробиотики, являются привлекательной альтернативой антибиотикам, которые, по результатам исследований, улучшают здоровье кишечника, повышают стабильность кишечной микрофлоры и подавляют колонизацию патогенной флоры [7]. Современные исследования указывали, что пищевые добавки способны не только увеличить яйценоскость, но и повысить эффективность конверсии кормов [8].

Целью данной работы стало изучение влияния биологически активных добавок на переваримость питательных веществ основного рациона и яйценоскость кур-несушек.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследования выступали куры-несушки кросса Хайсекс-Браун в возрасте 90 дней.

Птица была получена в ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», сами же исследования проводились в лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФНЦ БСТ РАН.

Эксперимент с птицей проводился в соответствии с принципами, выраженными в Хельсинкской декларации (Declaration of Helsinki (<https://www.wma.net/policy/current-policies/>)). Исследования были разработаны таким образом, чтобы свести к минимуму страдания животных и количество используемых образцов. Все процедуры над животными выполнены без нарушения правил Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

Для эксперименты были отобраны 150 птиц и сформированы 5 групп по 30 голов в каждой, одна из которых была контрольной и четыре опытных.. Кормление и поение птиц осуществлялось групповым методом согласно рекомендациям ВНИИТИП.

Контрольной группе задавался рацион для кур-несушек ПК-1, I группе в рацион добавлялся энтеросорбент Цамакс в дозировке 50 г/кг корма; II группе пробиотик Ветом 1,5 г/кг корма; III группе – лигнинцеллюлоза Арбоцел 1 г/кг корма; V группе фитогенетик дигестаром 1 г/кг корма.

Оборудование и технические средства. Определение переваримости основного рациона осуществлялось в ЦКП БСТ РАН (<https://цкп-бст.рф>) по стандартизированным методикам – ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 32933-2014, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 31675-2012.

Для исследований применялся комплект оборудования для определения жира методом Сокслета-Рэндалла (экстрактор - VELP Scientifica (Италия), 2020 год; сушильный шкаф - Binder (Германия), 2020 год), комплект оборудования для определения клетчатки (экстрактор клетчатки - VELP Scientifica (Италия), 2021 год; сушильный шкаф - Binder (Германия), 2021 год; холодный экстрактор – COEX, VELP Scientifica (Италия), 2021 год; муфельная печь - Nabertherm (Германия), 2021 год), комплект оборудования для определения белка/азота по Кьельдалю (системы дистилляции; дигесторы; скрубберы; рециркулирующие насосы; титраторы - Millab (Италия), 2016 год).

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Результаты представлены в виде среднего (M) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при  $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ .

**Результаты.** На основании проведенных исследований были получены следующие результаты по переваримости питательных веществ и яйценоскости кур-несушек.

Таблица 1. Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов у кур-несушек при включении в рацион фитобиотиков и БАВ, %

Группа	Показатель				
	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Углеводы
Контрольная (ОР)	69,62±1,20	72,19±1,10	90,89±0,36	70,13±6,73	76,89±0,91
I опытная (ОР + Цамакс)	69,89±0,98	72,78±0,89*	84,34±0,51*	63,80±4,70*	76,75±0,76
II опытная (ОР + Ветом)	66,80±1,16**	68,72±1,09	83,80±0,57*	66,75±6,89*	74,39±0,90
III опытная (ОР + Арбоцел)	72,97±0,86*	74,34±0,81**	82,16±0,57*	60,20±5,09	79,09±0,66*
IV опытная (ОР + Дигестаром)	70,90±0,96*	71,10±0,96	87,20±0,42*	72,79±5,72	75,94±0,80

Примечание: \* $p \leq 0,05$ , \*\* $p \leq 0,01$  – опытные группы по сравнению с контрольной

Наилучший показатель переваримости сухого вещества показала III опытная группа – 72,97%, результат в которой был выше, чем в контрольной, I, II и IV группе на 4,81%, 4,41%, 9,24% и 2,92% соответственно.

Переваримость органического вещества также была на самом высоком уровне в III группе – 74,34%, что было больше, чем в контрольной, I, II и IV группе на 2,98%, 2,14%, 8,18% и 4,56% соответственно.

Переваримость сырого жира на самом высоком уровне была в контрольной группе – 90,89%. Результаты в I, II, III и IV группе были меньше, чем в контрольной на 7,77%, 8,46%, 10,63% и 4,23% соответственно.

Переваримость сырого протеина была наиболее высокой в IV группе – 72,79%, что больше, чем в контрольной, I, II и III группе на 3,79%, 14,09%, 9,05% и 20,91% соответственно.

Переваримость углеводов, как и сухого с органическим веществом была выше всего в III опытной группе – 79,09%. Данный результат был выше на 2,86%, 3,05%, 6,32% и 4,15%, чем в контрольной, I, II и IV группе соответственно.

Таблица 2. Зоотехнические показатели выращивания кур-несушек (210-231 сутки) при включении в рацион фитобиотиков и биологических активных веществ

Показатель	Контрольная (ОР)	I опытная (ОР + Цамакс )	II опытная (ОР + Ветом)	III опытная (ОР + Арбоцел)	V опытная (ОР + Дигестаром)
Яйценоскость, шт/гол/сут	0,90±0,04	0,88±0,04	0,90±0,04	1,00±0,02*	0,97±0,02

Примечание: \* $p \leq 0,05$ , \*\* $p \leq 0,01$  – опытные группы по сравнению с контрольной

Яйценоскость была на самом высоком уровне в III группе – 1 яйцо на голову в сутки, что больше, чем в контрольной, I, II и IV группе на 10%, 12%, 10% и 3% соответственно.

По большинству изученных показателей лидировала III опытная группа – переваримость сухого, органического вещества и углеводов, яйценоскости. В переваримости сырого жира лидировала контрольная группа, а среди опытных IV группа. В переваримости сырого протеина лучшие показатели были у IV опытной группы.

**Выводы.** На основании проведенных исследований лучшие результаты показали III опытная группа, в основной рацион которой добавлялся арбоцел и IV опытная группа, которой добавлялся дигестаром. Данные препараты могут быть рассмотрены для дальнейшего исследования и использования в качестве составляющих веществ премиксов для кур-несушек.

#### **Литература:**

- Laxminarayan R, Duse A, Wattal C, Zaidi AK, Wertheim HF, Sumpradit N, Vlieghe E, Hara GL, Gould IM, Goossens H, Greko C, So AD, Bigdeli M, Tomson G, Woodhouse W, Ombaka E, Peralta AQ, Qamar FN, Mir F, Kariuki S, Bhutta ZA, Coates A, Bergstrom R, Wright GD, Brown ED, Cars O. Antibiotic resistance-the need for global solutions. Lancet Infect Dis. 2013 Dec;13(12):1057-98. doi: 10.1016/S1473-3099(13)70318-9. Epub 2013 Nov 17. Erratum in: Lancet Infect Dis. 2014 Jan;14(1):11. Erratum in: Lancet Infect Dis. 2014 Mar;14(3):182. PMID: 24252483.
- Millet S, Maertens L. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: from challenges to opportunities. Vet J. 2011 Feb;187(2):143-4. doi: 10.1016/j.tvjl.2010.05.001. Epub 2010 Jun 2. PMID: 20627781.
- Singer RS, Hofacre CL. Potential impacts of antibiotic use in poultry production. Avian Dis. 2006 Jun;50(2):161-72. doi: 10.1637/7569-033106R.1. PMID: 16863062.
- Wongsuvan G, Wuthiekanun V, Hinjoy S, Day NP, Limmathurotsakul D. Antibiotic use in poultry: a survey of eight farms in Thailand. Bull World Health Organ. 2018 Feb 1;96(2):94-100. doi: 10.2471/BLT.17.195834. Epub 2017 Nov 27. PMID: 29403112; PMCID: PMC5791776.
- Klein EY, Van Boeckel TP, Martinez EM, Pant S, Gandra S, Levin SA, Goossens H, Laxminarayan R. Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018 Apr 10;115(15):E3463-E3470. doi: 10.1073/pnas.1717295115. Epub 2018 Mar 26. PMID: 29581252; PMCID: PMC5899442.
- Donoghue DJ. Antibiotic residues in poultry tissues and eggs: human health concerns? Poult Sci. 2003 Apr;82(4):618-21. doi: 10.1093/ps/82.4.618. PMID: 12710482.

7. Gaggia F, Mattarelli P, Biavati B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int J Food Microbiol.* 2010 Jul 31;141 Suppl 1:S15-28. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031. Epub 2010 Mar 10. PMID: 20382438.

8. Mikulski D, Jankowski J, Naczmanski J, Mikulska M, Demey V. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poult Sci.* 2012 Oct;91(10):2691-700. doi: 10.3382/ps.2012-02370. PMID: 22991559.

УДК 636.2.033

## МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ БЫЧКОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ХРОМА В РАЦИОНАХ

Шошина О.В., аспирантка 3-го курса

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** В исследовании «in vitro» установлено стимулирующее действие пиколината хрома на переваримость сухого вещества (4,9 %) в дозировке 300 мкг/кг СВ корма, у бычков повышалось потребление сухого вещества на 2,9 %, сырого протеина на 1,6 %, сырой клетчатки на 3,2 % и сырого жира на 2,9 %. Зафиксировано снижение выведения из организма кальция, фосфора и хрома с мочой и калом, и уменьшение потерь белка с мочой на 15,9 % относительно контроля.

**Ключевые слова:** пиколинат хрома, рацион, питательные вещества, амилаза, протеаза, простейшие, бактерии, коэффициенты переваримости, крупный рогатый скот

**Введение.** Микроэлементы играют важную роль в метаболизме животных. Знание потребностей в микроэлементах позволяет правильно составлять рационы, что является основным фактором, влияющим на производительность. Также эти минералы играют большую роль в обмене веществ животного организма [8].

Известно, что потребность в минеральных веществах в основном определяется физиологическим состоянием организма и уровнем планируемой продуктивности животных [7]. В последнее время проводятся научные поиски и исследования по дальнейшей расшифровке роли микроэлементов в организме животных, уточняются существующие и разрабатываются новые научно обоснованные нормы кормления по важнейшим элементам питания, оказывающие большое влияние на их продуктивность. К числу таких элементов относится и хром, участвующий в обмене белков, жиров, углеводов и ферментов. Необходимо отметить, что до настоящего времени нет данных по изучению эффективности использования хрома в рационах крупного рогатого скота, недостаточно изучены вопросы его действия на продуктивность, их поведение и обмен веществ в организме животных. В связи с этим вопрос оптимизации уровня хрома в рационах крупного рогатого скота является весьма актуальным [1].

Среди имеющихся органических форм хрома одной из самых популярных выступает пиколинат хрома. Пиколинат хрома был предложен в качестве средства для лечения метаболических нарушений, поскольку некоторые исследования показывают, что он способен повышать чувствительность к инсулину и снижать уровень глюкозы в сыворотке крови. Однако неоднородность этих исследований и их общие ограничения ограничивают их

способность давать твердые выводы. Безопасность добавок пиколината хрома остается спорной. Стернс и его коллеги были первыми, кто сообщил о вредных эффектах этой добавки, и что она является токсичной [4].

В этой связи настоящее исследование было направлено на оценку влияния добавки пиколината хрома в ходе балансового опыта у крупного рогатого скота на потребление основных питательных веществ, а также на поступление химических элементов в организм бычков с кормом и потери этих элементов с мочой и калом.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проведены в несколько этапов. На первом этапе выполнены исследования по определению оптимальной формы хрома в различных дозировках на модели искусственного рубца в условиях *in vitro*. Инкубирование в установке - инкубатора «ANKOMDaisy<sup>II</sup>» (модификации D200 и D200I) «искусственном рубце» ( $t$  39,5 С, 48 часов). В качестве объекта исследования использовали рубцовую жидкость, полученную через хроническую фистулу рубца молодняка казахской белоголовой породы, 11-12 месячного возраста.

Для исследования использовались ультрадисперсные частицы хрома (Передовые порошковые технологии, г. Томск), органическая форма Chromium Picolinate и неорганическое бинарное соединение хрома ( $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

На втором этапе проведен эксперимент по определению усвояемости животными питательных веществ на 3 головах 15-ти месячных бычков казахской белоголовой породы, со средней массой 320-324 кг. Эксперимент проводился в пяти повторностях в лаборатории биологических испытаний и экспертиз.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)».

Животные контрольной группы получали стандартный рацион (СР), животным I группы дополнительно включали в рацион пиколинат хрома в дозе 100 мкг/кг корма, II группы в дозе 200 мкг/кг корма и III группы в дозе 300 мкг/кг корма. Учетный период составил 21 сутки.

Рационы для животных были сформированы по потребности в питательных веществах и энергии (Калашников А.П. с соавт., 2003).

**Результаты.** На первом этапе экспериментальных исследований *in vitro* установлено, что переваримость сухого вещества контрольного рациона (пшеничные отруби) составила 72,2 %. Введение различных источников хрома неоднозначно влияло на переваримость сухого вещества рациона в «искусственном рубце». Не зависимо от формы хрома показатели переваримости были выше контрольных значений от 5,9 до 6,6 % ( $p \leq 0,05$ ).

Уровень летучих жирных кислот снижался в сравнении с контрольными значениями во всех опытных группах.

Анализ данных в рубцовой жидкости по общему азоту при добавлении в рацион НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , пиколината хрома,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  был выше контрольных значений на 22,3 %, 19,9 %, 14,7 % соответственно. Внесение в рацион наночастиц  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  способствовало повышению уровня белкового азота на 45,3 % и 32,7 % относительно контроля. Пиколинат хрома напротив снижал показатели белкового азота в сравнении с контрольными значениями на 30,5 % соответственно. Показатели мочевинового азота при внесении в рацион НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,

пиколината хрома,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  повышали его уровень на 14,7 %, 16,5 %, 6,7 %. При характеристике аммиачного азота отмечено, что внесение в корм НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  повышали уровень азота на 18,7 % относительно контроля. В результате добавления в рацион пиколината хрома уровень азота в рубцовой жидкости был на уровне контрольных значений. Напротив, добавление  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в рацион снижало уровень азота на 16,3 % относительно контроля. В результате оценки данных по небелковому азоту было отмечено, что НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , пиколината хрома,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  снижали его уровень на 34,7 %, 25,09 %, 25,5 % относительно контрольных значений.

В рубцовой жидкости при введении опытных образцов повышалась активность пищеварительного фермента протеазы: в группе с НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  на 24,4 %, в группе с пиколином хрома на 55 %, в группе с  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на 26,3 % относительно контроля. Уровень амилолитической активности повышался в группе с пиколином хрома на 13,9 % и снижался в группах с НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на 21,6 % и 13,5 % в сравнении с контрольными значениями.

По завершению инкубации в рубцовой жидкости определяли величину водородного показателя (рН). Во всех опытных группах данный показатель не превышал нормы (6,4-6,8).

На втором этапе эксперимента, был проведен балансовый опыт, в ходе которого установили, что в результате подсчета количества инфузорий в камере Горяева пиколинат хрома в дозировке 100 мкг/кг СВ снижает количество инфузорий на 9,2 % относительно контроля ( $P \leq 0,001$ ). При дозировке 200 мкг/кг СВ количество инфузорий снижалось на 17,7 % относительно контроля. ( $P \leq 0,001$ ). Пиколинат хрома в дозировке 300 мкг/кг СВ оказал наилучший эффект на количество инфузорий, оно на 20,8 % выше относительно контрольных данных ( $P \leq 0,001$ ).

При включении в рацион пиколината хрома в дозировке 100 мкг/кг СВ уровень биомассы простейших и бактерий снижался на 78,9 % и 5,7 % ( $P \leq 0,001$ ) соответственно. Во II опытной (пиколинат хрома 200 мкг/кг СВ) группе ниже контрольных значений на 75,5 % и 46,5 % соответственно ( $P \leq 0,001$ ).

В дозировке 300 мкг/кг СВ рациона снижал уровень биомассы как бактерий, так и простейших на 69,1 % и 33,5 % относительно контроля ( $P \leq 0,001$ ).

Ферментативная активность амилазы в рубцовой жидкости у животных I опытной группы была на 33,3% ( $P \leq 0,001$ ), во II опытной на 20 % ( $P \leq 0,001$ ) в III на 55,6 % ( $P \leq 0,001$ ) выше контрольных значений. Напротив, протеолитическая активность снижалась в I группе на 33,2 % ( $P \leq 0,001$ ), во II группе на 50 % ( $P \leq 0,001$ ), а в III группе наоборот протеолитическая активность повышалась на 7,68 % ( $P \leq 0,001$ ) относительно контрольных значений.

Таблица 1. Ферментативная активность рубцовой жидкости, мг(мл)/мин.

Показатель	Группа			
	Контроль	Пиколинат хрома 100	Пиколинат хрома 200	Пиколинат хрома 300
Амилаза	808±4,64	1212±6,96 ***	1010±5,8**	1818±10,44 ***
Протеаза	101±0,58	67±0,39**	50,5±0,29* **	109,4±0,62* **

Примечание: \*\* -  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$ , при сравнении с контролем.

Таким образом, пиколинат в дозировке 300 мкг/кг сухого вещества оказывает специфическое действие на микрофлору рубца, при этом изменяя ферментативную активность рубцового содержимого, способствуя повышению амилолитической и протеолитической активности тем самым положительно влияя на переваримость кормов.

В результате скармливания животным I группы рациона с включением пиколината хрома в дозировке 100 мкг/кг СВ снижало потребление сухого вещества на 11,6 %. Потребление сырого протеина было лучшим в группах с дозировками 200 мкг/кг СВ и 300 мкг/кг СВ на 0,8 % и 1,5 %. В группе с пиколином хрома в дозировках 100 мкг/кг СВ и 300 мкг/кг СВ потребление протеина было ниже на 6,2 %, в I группе ниже контроля на 13,8 %. Потребление сырой клетчатки было лучшим во II и III опытных группах на 1,8 % и 3,2 %, напротив в I группе отмечено снижение на 1,8 %. Потребление сырого жира в I группе снижалось на 1,5 % относительно контроля, а во II и III повышалось на 1,5 % и 2,9 %.

В процессе оценки коэффициентов переваримости питательных компонентов корма, установили, что бычки II и III опытных групп превосходили контрольную группу по сухому веществу на 0,09 % и 8,31 %, по сырому протеину на 12,06 % и 25,9 %, по сырому жиру на 6,26 % и 40,6 %, напротив по сырой клетчатке показатели II группы на 18,9 % ниже данных контроля, а показатели III группы на 2,63 % выше контрольных значений.

На основании диагностики выведения химических элементов с мочой и калом у бычков, отмечено, что количество кальция во II и III группах ниже данных контроля на 36,1 % и 54,4 %. В I группе этот показатель ниже на 0,97 %. Уровень выведения фосфора из организма бычков ниже в I и II группах на 35,2 % и 42,7 %. Процент выведения хрома снижался во всех трех опытных группах на 32,6 %, 22,3 % и 58,1 % в сравнении с контролем.

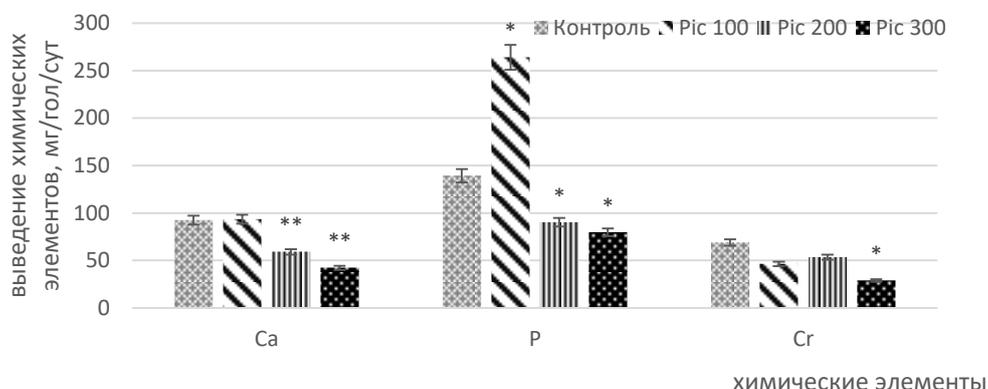
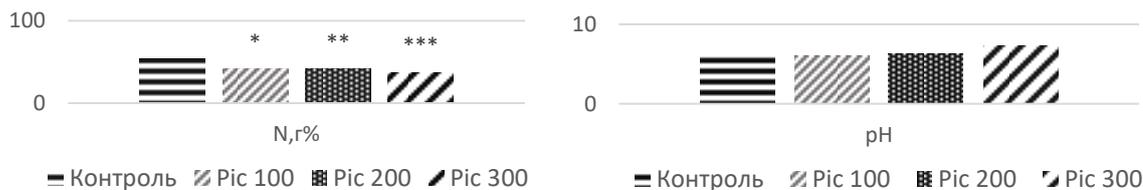


Рисунок 1. Выведение химических элементов из организма бычков с мочой и калом при включении в рацион различных дозировок пиколината хрома, мг/гол/сут

Введение пиколината хрома в дозировке 300 мкг/кг СВ способствовало лучшему отложению белка в организме животных по сравнению с контрольной группой, снижая потери азота с мочой. На примере оптимальной группы эта разница составляла 15,9 %.

Величина водородного показателя (pH) во II и III группах повышалась относительно величины контроля и составила 6,33 и 7,33, но при этом отклонения от нормы не было.



**Рисунок 2. Концентрация белка в моче, г%** **Рисунок 3. Величина водородного показателя (рН)**

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ , \*\* –  $P \leq 0,01$  при сравнении с контрольной группой

**Обсуждение результатов.** Предполагается, что хром участвует в регуляции углеводного и липидного (и, возможно, также белкового) метаболизма путем повышения эффективности инсулина. Однако в 2014 году Европейское управление по безопасности пищевых продуктов не нашло убедительных доказательств того, что хром является важным элементом [9].

По результатам балансовых опытов выявлено, что различные уровни хрома оказывают значительное влияние на использование и отложение его в организме коров. Использование хрома в рационах коров в оптимальном количестве способствует повышению переваримости сухого и органического вещества, сырого протеина, жира, клетчатки и БЭВ рационов [2].

В нашем исследовании мы установили, что дополнительное введение в рацион бычков пиколината хрома способствует повышению поедаемости корма за счет повышения поступления сухого вещества в опытных группах с пиколинатом хрома в дозировках 200 мкг/кг СВ и 300 мкг/кг СВ на 1,5 % и 2,9 % относительно контроля, увеличению переваримости питательных веществ по сухому веществу на 0,09 % и 8,31 %, по сырому протеину на 12,06 % и 25,9 %, по сырому жиру на 6,26 % и 40,6 %, по сырой клетчатке в III группе на 2,63 % выше контрольных значений, а также снижению выведения кальция в I, II и III группах на 0,97 %, 36,1 % и 54,4 %. Уровень выведения фосфора из организма бычков снижался в I и II группах на 35,2 % и 42,7 %. Выведение хрома снижалось во всех трех опытных группах на 32,6 %, 22,3 % и 58,1 % в сравнении с контролем.

Следует отметить, что увеличение концентрации микроэлемента в рационах прямопропорционально отражается на его отложении в теле и экскреции из организма, т. е. чем больше поступает хрома с кормом, тем больше его откладывается в теле и выделяется из организма с калом, мочой и молоком [10].

**Выводы.** Результаты нашего исследования показывают, что дополнительное введение в рацион бычков пиколината хрома способствует повышению эффективности корма, увеличению переваримости питательных веществ, а также снижению выведения кальция, фосфора и хрома из организма животных. Наилучший эффект был отмечен при использовании пиколината хрома в дозировке 300 мкг/кг СВ корма, у бычков данной группы при сравнении с контролем повышалось потребление сухого вещества на 2,9 %, сырого протеина на 1,6 %, сырой клетчатки на 3,2 % и сырого жира на 2,9 %. Также отмечено снижение выведения из организма кальция, фосфора и хрома с мочой и калом, и уменьшение потерь белка с мочой на 15,9 % относительно контроля.

#### Литература:

1. Кокорев В.А., Гурьянов А.М., Гибалкина Н.И., Федаев А.Н., Болотин Е.В. Влияние хрома на продуктивность коров черно-пестрой породы / Ресурсосберегающие экологически

безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. 2017. С. 97-112.

2. Кокорев В.А., Межевов А.Б., Гибалкина Н.И., Федаев А.Н. Влияние хрома на обмен веществ и молочную продуктивность коров / Животноводство и молочное дело. 2015. С.3-14.
3. Шейда Е.В., Лебедев С.В., Губайдуллина И.З., Рязанов В.А., Гавриш И.А. Влияние различных форм хрома на обмен химических элементов в организме крыс линии Wistar / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2. Т.76. С.167-171.
4. Bin L, Liu Y, Chai J, Xiangquan H, Wu D, Binsheng Y. Chemical properties and biotoxicity of several chromium picolinate derivatives. Journal of Inorganic Biochemistry. 2016;164. doi: 10.1016/j.jinorgbio.2016.09.006
5. Bompadre TFV, Moretti DB, Sakita GZ, Ieda EH, Martinez MIV, Fernandes R, Machado-Neto EAN, Abdalla AL, Louvandini H. Long-term chromium picolinate supplementation improves colostrum profile of Santa Ines ewe. Biol Trace Elem Res. 2020;193(2):414-421. doi: 10.1007/s12011-019-01741-3
6. Semkiv MV. Organization and improvement of biochemical control of full-fledged feeding of cows. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021;852(1):012092. doi: 10.1088/1755-1315/852/1/012092
7. Şentürk M, Uyanik F, Hamurcu Z. Effects of chromium picolinate on the parameters of oxidative and chromosomal DNA damage in rabbits. Turkish Journal of Biochemistry. 2017;43. doi: 10.1515/tjb-2016-0220
8. Sousa D, Marcondes M, Pinheiro da Silva L, & Lima F, Herbster C, Souza J, Rodrigues João P, Bezerra L, Oliveira R, Pereira E. Macromineral and trace element requirements for Santa Ines sheep. Scientific Reports. 2021;11:12329. doi: 10.1038/s41598-021-91406-w
9. Vincent JB, Lukaski HC. Chromium. Adv Nutr. 2018;9(4):505–506. doi: 10.1093/advances/nmx021
10. Wu ZZ, Peng WC, Liu JX, Wang DM. Effect of chromium methionine supplementation on lactation performance, hepatic respiratory rate and anti-oxidative capacity in early-lactating dairy cows. Animal. 2021;15(9):100326. doi: 10.1016/j.animal.2021.100326

УДК 636.293.3 (575.3)

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА ЯКОВ- САМЦОВ ЗЕРАВШАНСКОГО ТИПА ПАМИРСКИХ ЯКОВ**

Иргашев Т.А., д-р с.-х. наук, профессор, Рофезода Х.Х., аспирант

*Институт животноводства и пастбищ Таджикской академии сельскохозяйственных наук  
(ТАСХН) (г. Душанбе, Таджикистан)*

**Аннотация.** Установлено, что с возрастом животных содержание сухого вещества в мясе яков увеличивалось, а воды снижалось. Если в мясе месячных ячат содержалось 24,51% сухого вещества и 74,49% воды, то к концу наблюдений (возраст четырех лет) содержание сухого вещества увеличилось до 28,1% или на 3,59 абсолютных процента, а воды - уменьшилось до 71,9%. Возрастные изменения химического состава длиннейшей мышцы спины мало отличались от динамики химического состава средней пробы мяса.

**Ключевые слова:** Яки-самцы, Зеравшанский тип, Ягнобская популяция, возраст, химический состав, средняя проба мяса-фарша, длиннейшей спины, биологическая и энергетическая ценность.

**Актуальность.** Как биологический продукт мясо представляет собой сложный комплекс

тканей, в которых содержатся пищевые вещества высокой биологической ценности. Ценность мяса зависит от соотношения тканей, входящих в его состав. Пищевая ценность каждой ткани определяется пищевым значением составляющих ее компонентов. Наиболее ценны в этом отношении мышечная и жировая ткани [1,2]

Мясо является источником разнообразных высококачественных пищевых компонентов. Пищевая ценность его определяется, в первую очередь, содержанием полноценных и легко усвояемых белков. Кроме того, мясо - хороший источник витаминов группы В и некоторых минеральных веществ. В мясе содержание различных компонентов в значительной степени зависит от соотношения мышечной, жировой и других тканей [3,4].

Наукой установлено, что питательная ценность животного белка существенно выше растительного. По набору аминокислот и их доступности для пищеварительных ферментов человека животные белки имеют гораздо более высокую биологическую ценность, чем растительные, поскольку переваримость первых составляет 78-90%, вторых - всего лишь 54-75%. Это обстоятельство определяет более низкую ежедневную потребность взрослого человека в белке животного происхождения (50 г в сутки), чем в случае потребления им белков только растительного происхождения 68 г в сутки, [5-8]

**Цель.** Изучить биологическую и энергетическую ценность мяса яков- самцов Зеравшанского типа.

**Объекты и методы исследований.** Экспериментальная часть работы проводили на поголовье яков-самцов в условиях Ягнобского высокогорного массива расположенного в Зеравшанской долины Сугдской области.

Изучен химический состав средней пробы мякоти туши и длиннейшего мускула спины яков-самцов, согласно рекомендации ВНИИМС (1984 г). Также были изучены биологическая и энергетическая ценность мяса и выход питательных веществ.

Все полученные цифровые данные, в опытах, подвергались математической обработке на персональном компьютере по программам Microsoft Excel и Microsoft Word с использованием метода вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969). Статистическую разницу между средними величинами оценивали с применением критерия Стьюдента, а достоверными принимали значения при  $P < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** С целью характеристики пищевой ценности мясopодyкции яков мы изучали состав и питательность ячатины. Качественный состав мяса яков различного возраста приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав средней пробы мяса-фарша,  $(\bar{X} \pm S\bar{x})$

Показатель	Возраст, месяцев				
	1	3	12	24	48
Общая влага, %	75,49	73,65	73,95	72,91	71,90
Сухое вещество, %:	24,51	26,35	26,05	27,09	28,10
в т.ч. жир, %	3,55	5,06	4,90	5,11	5,90
протеин, %	20,59	20,60	20,22	20,88	21,00
зола, %	0,37	0,69	0,93	1,10	1,20
Кальций, мг/кг	0,070±	0,083±	0,074±	0,075+	0,082±
	0,003	0,003	0,009	0,008	0,010
Фосфор, мг/кг	3,84±	3,59±	3,37±	3,74±	3,80±
	0,053	0,100	0,015	0,054	0,060

Как показывают данные таблицы, мясо молодых яков характеризовалось более высоким содержанием влаги и меньшим сухого вещества. С возрастом животных содержание сухого

вещества в мясе увеличивалось, а воды снижалось. Если в мясе месячных ячат содержалось 24,51% сухого вещества и 74,49% воды, то к концу наблюдений (возраст четырех лет) содержание сухого вещества увеличилось до 28,1% или на 3,59 абсолютных процента, а воды - уменьшилось до 71,9%.

Обращает на себя внимание тот факт, что изменение содержания сухого вещества происходило преимущественно за счет его жировой фракции. Причем наиболее интенсивно процесс жиросотложения протекал в возрастном интервале 1-3 месяца. За этот период количество жира увеличилось с 3,55% до 5,06% или на 1,51 абсолютных процента. С трех до 12-месячного возраста содержание жира понизилось до 4,9% или на 0,16 абсолютных процентов, а затем снова повысилось до 5,11% к двухлетнему возрасту. В возрастном интервале 2- 4 лет наблюдалось дальнейшее увеличение концентрации жира, и в возрасте 4 лет его уровень достиг максимального значения - 5,6%. В отличие от жира, содержание белка с возрастом животных заметно не менялось.

Известно, что ячатина является ценным источником минеральных веществ. Нашими исследованиями установлено, что в мясе яков содержание кальция варьировало в пределах 0,07-0,083 мг/кг. Определенной закономерности в возрастной динамике этого элемента нами не выявлено. Максимальный уровень кальция наблюдался в мясе трехмесячных ячат и животных шестилетнего возраста и составлял соответственно 0,083-0,082 мг%.

Как показали наши исследования, мясо яков характеризуется более высоким содержанием фосфора, уровень которого колебался в пределах 3,37-3,84 мг/кг.

Возрастная динамика содержания фосфора в мясе яков несколько отличается от изменения содержания кальция. Так, уровень этого элемента, составляющий в 1 кг мяса ячат месячного возраста 3,84 мг, последовательно снижался и в возрасте 12 месяцев составил 3,37 мг. Затем наблюдалось увеличение концентрации фосфора до 3,8 мг/кг в возрасте 6 лет.

В таблице 2 приведены данные о химическом составе и биологической полноценности длиннейшей мышцы спины новой генерации памирских яков, полученных в Ягнобском массиве Зерафшанской долины.

Установлено, что возрастные изменения химического состава длиннейшей мышцы спины мало отличались от динамики химического состава средней пробы мяса.

Таблица 2 - Химический состав длиннейшей мышцы спины, ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )

Показатель	Возраст, месяцев				
	1	3	12	24	48
Общая влага, %	77,43	77,19	77,31	76,70	76,17
Сухое вещество, %	22,57	22,81	22,69	23,30	23,83
Жир, %	0,51	0,70	0,57	0,81	0,90
Белок, %	20,97	21,0	21,04	21,37	21,80
Зола, %	1,09	1,11	1,08	1,12	1,13
Триптофан, мг%	272,20	290,80	297,58	309,80	310,60
Оксипролин, мг%	44,70	48,95	47,50	50,98	51,00
Белково-качественный показатель	6,09	5,94	6,26	6,08	6,09

В частности, к трехмесячному возрасту в длиннейшей мышце спины увеличилось содержание сухого вещества на 0,24 абсолютного процента, жира на 0,39, золы на 0,02 абсолютного процента и оксипролина на 4,25 мг% или на 9,51%.

В возрастном интервале 3-12 месяцев содержание указанных веществ понизилось. Сухого вещества стало меньше на 0,12, жира на 0,13, золы на 0,03 абсолютного процента, а количество оксипролина снизилось на 1,45 мг%. К шестилетнему возрасту количество сухого

вещества достигло максимального значения - 23,83%, или увеличилось на 1,14 абсолютного процента. Подобным образом изменилось содержание жира, золы и оксипролина.

Возрастное увеличение концентрации жира мы увязываем с пребыванием яков в суровых экстремальных условиях высокогорья. В таких условиях жир служит дополнительным ресурсным потенциалом для поддержания жизнеспособности организма. Кроме того, повышенное содержание жира придает мясу дополнительную сочность.

Следует отметить, что содержание белка и триптофана в длиннейшей мышце спины с возрастом яков последовательно увеличивалось. В результате четырёхлетние яки превосходили месячных ячат по концентрации протеина в длиннейшей мышце спины на 0,83 абсолютного процента, а по уровню триптофана - на 38,4 мг% или на 14,11 %.

При оценке качества мяса большая роль отводится белково-качественному показателю, который определяется согласно методике в мясо-фарше, полученном из длиннейшего мускула спины. Величина белково-качественного показателя, рассчитываемого по отношению аминокислоты триптофана к аминокислоте оксипролину, характеризует полноценность мяса.

Обращает на себя внимание тот факт, что с возрастом животных биологическая ценность мышечной ткани не снизилась. В мясе яков месячного и четырёхлетнего возраста на одну весовую часть оксипролина приходилось 6,09 частей триптофана, то есть белково-качественный показатель остался на прежнем уровне.

Наши исследования показали, что в целом мясо яков характеризуется высокой биологической ценностью. Доказательством этому является сравнение белково-качественного показателя мяса крупного рогатого скота и яков. Считается, что в наиболее высококачественной говядине отношение аминокислоты триптофана к оксипролину составляет 5,8; в средней - 4,8 и в низкокачественной - 2,5 [5-8].

В мясе ягнобской популяции Зеравшанского типа памирских яков это отношение составляет 6,09, что не только не уступает показателю высококачественной говядины, но и превышает его.

Известно, что мясная продукция является важным источником энергии, расходуемой для нормального функционирования организма людей. Результаты энергетической оценки ячатины приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Энергетическая ценность продуктов убоя яков, МДж

Показатель	Возраст, месяцев				
	1	3	12	24	48
Одного килограмма мякоти туши	5,10	5,51	5,38	5,58	5,90
Мякоти всей туши	60,90	132,80	249,98	472,80	962,64
Одного килограмма внутреннего жира	31,70	32,10	32,00	32,10	32,30
Всего внутреннего жира	15,80	36,91	105,10	143,60	168,90
Мякоти туши с внутренним жиром	76,70	169,71	355,08	616,40	1131,54

Установлено, что у животных этого вида с возрастом повышается энергетическая ценность продуктов убоя. Если в мякоти туши яков-бычков месячного возраста содержалось 60,90 МДж, то в возрасте трех месяцев - 132,80 МДж или увеличилось в 2,18 раза. к 12-месячному возрасту энергоёмкость мякоти повысилась до 249,98 МДж. Выявленная тенденция сохранилась и в последующем.

Так, в мясе, полученном от яков двухлетнего возраста, содержание энергии составило 472,80 МДж, что было больше, чем в возрасте 12 месяцев в 1,89 раза. В возрастном интервале от двух до шести лет, содержание энергии в съедобных компонентах туши повысилось до 962,64 МДж или в 2,04 раза. В аналогичном направлении изменялась энергоёмкость внутреннего жира. Если во внутреннем жире, полученном от яков в возрасте одного месяца,

содержалось 15,80 МДж энергии, то к трехмесячному возрасту содержание энергии в нем повысилось на 21,11 МДж или в 2,34 раза. В возрастном интервале 3-12 месяцев уровень энергии в жире увеличился на 68,19 МДж, к двухлетнему возрасту - на 38,50 МДж, а к концу исследований (возрасте 4 лет) - на 25,30 МДж.

Установлено, что с возрастом животных содержание сухого вещества в мясе яков увеличивалось, а воды снижалось. Если в мясе месячных ячат содержалось 24,51% сухого вещества и 74,49% воды, то к концу наблюдений (возраст четырех лет) содержание сухого вещества увеличилось до 28,1% или на 3,59 абсолютных процента, а воды - уменьшилось до 71,9%. Возрастные изменения химического состава длиннейшей мышцы спины мало отличались от динамики химического состава средней пробы мяса.

Наши исследования показали, что в целом мясо яков характеризуется высокой биологической ценностью. В мясе яков месячного и четырёхлетнего возраста на одну весовую часть оксипролина приходилось 6,09 частей триптофана, то есть белково-качественный показатель остался на прежнем уровне.

Таким образом, биологические и энергетические показатели съедобной части продуктов убоя яков в наших исследованиях подтверждают высокое пищевое достоинство ячьего мяса, производимого в Зерафшанской долине.

#### **Литература:**

1. Коимдодов К.К. Энергетические и питательные качества мяса яков / Нигохдории тандурустии Тоҷикистон. - 2005. - №3. - С. 108-109.

2. Коимдодов К.К. Особенности роста и развития молодняка Памирских яков в Алтайской и Зеравшанской долинах / К.К. Коимдодов, А.Б. Каракулов, М. Отаева // Доклады ТАСХН. - 2006. - № 9. - С. 104-109.

3. Каракулов, А.Б. Особенности химического состава мяса и их биологическая ценность у яков-бычков / А.Б. Каракулов, К.К. Коимдодов, Т.А. Иргашев // Морфологические и физиологические основы адаптации организма: материалы науч. конф., Душанбе, 1997 г. / Таджики, гос. ун-т. - Душанбе, 1997. - С. 24-25.

4. Каракулов, А.Б. Рост, развития и мясная продуктивность памирских яков в экологических условиях Ягнобского массива / А.Б. Каракулов, К.К. Коимдодов, М. Бобоев, М. Отаева, Х.У. Умаров // Вопросы селекции и технологии животноводства Таджикистана: Труды /Таджикский НИИ животноводства - Душанбе, 1999. - С.27-35.

5. Каракулов, А.Б. Мясная продуктивность ягнобской популяции яков / А.Б. Каракулов, К.К. Коимдодов, М. Отаева, Н. Тоиров // Научные и практические основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, птиц и пчел Таджикистана: Труды /Таджикский НИИ животноводства - Душанбе, 2007. - С.7-15.

6. Иргашев Т.А., Шабунова Б.К., Косилов В.И. Эффективность разведения яков в Таджикистане. /Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства// Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23-24 сентября). часть I. – Уфа: ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», -2016. - С.121-123.

7. Раджабов Ф.М., Косилов В.И., Иргашев Т.А. Продуктивные качества яков в Таджикистане// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №2 (58). – Оренбург, 2016. – С. 100-104.

8. Иргашев Т.А., Шабунова Б.К., Косилов В.И. Эффективность разведения яков в Таджикистане. Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства// Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23-24 сентября). часть I. – Уфа: ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», 2016. С.121-123.

УДК 632.95.028

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБРАЗОВАНИЕ МОЛОКА И СТАБИЛЬНОСТЬ УДОЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

В.В. Кононец, аспирант ОГУ

*ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** Результаты научно-хозяйственных исследований показали положительное влияние кавитационно обработанных зерносмеси и пшеничных отрубей в составе рационов молочных коров, на продуктивность и качественные характеристик молока. Так, валовый надой натурального молока у коров опытных групп повысился на 23,0 -26,2 %. Общее содержание «молочного жира и» и «массовой доли белков» были выше в сравнении с контролем на 24,7 и 25,4 % и 23,3 и 25,8 %.

**Ключевые слова:** лактирующие коровы, рационы, зерносмесь дроблёная, кавитированная зерносмесь, кавитированные пшеничные отруби, молочный жир, молочный белок.

**Введение.** Молоко имеет сложный химический состав, включающий более 100 различных веществ, часть которых (аминокислоты, глюкоза, минеральные вещества, витамины, вода, отдельные ферменты) переходит из крови в молоко без превращений в клетке путем фильтрации. Молоко надо рассматривать не как механическую смесь отдельных частиц, а как сложную коллоидную систему. Из молока можно выделить следующие составные части: воду, сухое вещество, газы. В сухое вещество молока входят: жир, белок, лактоза, макро и микроэлементы, витамины, ферменты и др. [1].

На качество молока, влияет много факторов, химический состав которого может, изменяется в зависимости от породы, времени лактации, величины продуктивности, поры доения. Для каждой породы коров свойственен специфический обмен веществ, что отражается на их продуктивности, составе и технологическим свойствам молока [2-4].

При этом надлежит отметить, что состав молока, в частности содержание жира у коров одной и той же породы может меняться. На это влияет в большей степени климатические условия, индивидуальные особенности, кормление, чем принадлежность к той или другой породе. Изменения удоя у коров или в его различии между животными, определяются в основном продукцией лактозы. Другими словами, уровень удоя определяется количеством образовавшейся в молочной железе лактозы при её сравнительно устойчивой концентрации в молоке [5]. В это же время представленные автором данные передают, что регуляция синтеза лактозы не зависит от синтеза белка и жира в молочной железе коров. На лактозо синтезную активность, прежде всего, оказывает непосредственное влияние гормон роста, регулирующий величину удоя.

Вопрос о воздействии кормов на состав и свойства молока, не говоря уже об уровне удоев, имеет важное практическое и научное значение.

Исследованиями установлено, что на состав молока и интенсивность его синтеза в молочной железе, влияет не один из кормов рациона или в целом рацион, а сумма всех факторов, определяющих нормальное физиологическое состояние коровы [6].

Сбалансированность кормления молочных коров является определяющей по органолептическим, физическим, химическим и технологическим показателям [7].

Также важно, что кормовой рацион лактирующих коров должен быть разнообразным.

В условиях Южного Урала России, в связи с тем, что количество и ассортимент заготавливаемых кормовых средств не расширяется, сложной задачей является обеспечение крупного рогатого скота, в частности молочных коров, полноценным питанием.

Одним из основополагающих моментов решения данной проблемы может быть использование современных технологий подготовки кормов, через повышение качественных характеристик, а это – повышение питательной ценности, усвояемость, улучшение вкусовых качеств.

Анализ подготовки кормов для рационов жвачных животных, в том числе и молочных

коров, с использованием биотехнологий, привлёк наше внимание кавитационный метод обработки концентрированных кормов.

При данной технологии обработки зерна на фураж происходят процессы характерные кавитационному воздействию (определённые параметры давления и нагревания водного раствора; раздробление, проистекающее на внутриклеточном уровне и пр.).

Применение технологии основанной на кавитационном эффекте, даёт возможность получения обеззараженного, с большей биодоступностью питательных веществ и содержанием сахаров кормового продукта [8,9].

При данной технологии полученный кормовой продукт приобретает влажную форму (60-70 %) гомогенной консистенции, что является наиболее удобоваримой для пищеварения животного.

**Объекты и методы исследований.** Сравнительное испытание рационов с использованием концентратов различной подготовки проводилось на коровах красной степной породы 3-4 периодов лактации.

Эксперимент проведён на сельскохозяйственном предприятии Покровского сельскохозяйственного колледжа – филиал ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» и ЦКП БСТ РАН.

Опыт был организован по принципу пар аналогов (живая масса, продуктивность, лактация) из трёх групп новотельных коров. Схема эксперимента представлена в таблице № 1

На основании разработанной методики исследования, коровам главной для сравнения группы давали рацион (основной, ОР), принятый в хозяйстве.

Структура, которого состояла из следующего набора кормов: грубые – 25,2 %; сочные – 29,1 %; концентрированные – 45,7 %.

Опытные группы коров (I и II) получали такой же рацион, только с полной заменой дроблёных концентратов на кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби, по питательности.

Рацион был составлен в соответствии детализированных норм кормления, на основании справочного пособия.

### 1. Схема опыта

Группа	Количество, гол.	Основной период, дн.	Условия кормления
Главная	10	182	Основной рацион (ОР)
I опытная	10	182	Испытуемый рацион (ИР) - зерносмесь дроблёная заменена в ОР на кавитацированную, по питательности
II опытная	10	182	ИР - зерносмесь дроблёная заменена в ОР на кавитированные пшеничные отруби, по питательности

Гипотеза исследования предполагала восполнение дефицита сахаров в рационе, за счёт введения концентратов приготовленных по технологии кавитационного воздействия.

В связи с этим, рационы всех трёх подопытных групп коров, по данному показателю в соответствии детализированных норм не были нормированы.

Решение изложенного выше вопрос реализовывалось путём применения кормоприготовителя УЖК-1000, оборудованный диспергатором кавитатором.

В результате такой обработки концентратов, путём преобразования трудно гидролизующих полисахаридов в легкодоступные сахара. рассчитывалось получение нового более питательного корма.

Одним из фрагментов наших исследований явилось сравнительное изучение влияния

испытуемых концентратов в составе рационов на продуктивные и качественные показатели подопытных коров.

Разбор полученных данных показал, что введение в рационы опытных групп коров концентратов подготовленных кавитационно, оказало более эффективное влияние на продуктивность и образование компонентов молока, чем с традиционной подготовкой (табл.2).

Учёт надоенного молока подопытных коров за основной период опыта свидетельствует, что от каждой коровы получено в среднем в основной группе 2070 кг, в I опытной 2545,2 и II опытной 2611,7 кг.

Прежде чем говорить о качественных характеристиках молока, считаем необходимым напомнить, что продукт имеет установленную базисную жирность (3,4 %).

## 2. Продуктивность и синтез контролируемых компонентов молока

Показатели	Группа		
	Основная	I опытная	II опытная
Получено молока на корову, кг (за опыт)	2070,0±1,73	2545,2± 0,70***	2611,7± 0,40***
Массовая доля жира, %	3,50± 0,25	3,55± 0,29	3,48± 0,02
Молочный жир, кг	72,45± 0,05	90,35± 0,03***	90,88± 0,03***
Массовая доля белка, %	3,29± 0,01	3,30 ±0,06	3,28± 0,01
Молочный белок, кг	68,1± 0,23	84,0± 0,12***	85,7± 0,47*

Примечание: \* P > 0,05; \*\*\* P > 0,001; сопоставление с контрольным вариантом

Результат пересчёта, скорректированного на 3,4 % базисной жирности, с фактического содержания массовой доли жира, располагал учётными показателями приёмного цеха молока выше на 60,88 кг (2,9 %) основной группы и двух других опытных на 112,29 (4,4 %) и 61,45 кг (2,4 %) соответственно.

Сопоставление на содержание в молоке жира и белка подопытных особей свидетельствует о сравнительно небольших различиях, так их значения находились в границах 3,48-3,55 % и 3,28-3,30 % соответственно.

При этом, у коров основной группы, за период опыта, общее содержание «молочного жира и» и «массовой доли белков» составило 72,45; 68,1кг, в I – 90,4; 84,0 и II – 90,9; 85,7 кг, или выше на 24,7; 25,4 % и 23,3; 25,8 %.

Такие показатели молока, как вода, СОМО, плотность, точка замерзания имели соответствие заявкам ГОСТа. В частности и значения имели в основной группе по СОМО – 8,25 %, в двух других опытных 8,37; 8,40 %, плотность – 1027,4 кг/м<sup>3</sup>; 1027,7; 1027,76 кг/м<sup>3</sup>, точка замерзания во всех вариантах групп 0,529 °С и 0 % воды соответственно.

Коэффициент молочности сопоставляемых подопытных групп животных, за весь период опыта, составил 2,27; 2,81; 2,86 %. Анализ значений показывает, что опытные группы коров, получавшие испытуемые концентраты, имели более высокие коэффициенты, по сравнению с основным вариантом животных. Однако, мы должны отметить, не незначительную разницу между особями получавшими в составе рационов кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби.

Оценка молока органолептическая, всех трёх групп коров эксперимента соответствовала, предъявляемым требованиям согласно ГОСТу 28283-89.

**Обсуждение результатов.** С целью увеличения молочной продуктивности коров, улучшения качественных характеристик молока, биологической ценности, в состав рационов вводятся высоко энергетические злаковые зерновые корма богатые легкопереваримыми углеводами - пшеница, ячмень, рожь, овёс и продукты их переработки [10].

Действительно, включение легкодоступных углеводов в рационы лактирующих коров в оптимальных дозах и правильном соотношении способствует повышению удоев и улучшению качества молока.

Однако в научных изысканиях учёных нашей страны недостаточно проявляется интерес отходам переработки злаковых зерновых, к примеру, таким, как отруби пшеничные, которые по классификации кормовых средств в животноводстве причисляются к концентрированным кормам.

Мы знаем, что на животноводческих фермах, с целью разрушения трудногидролизуемых полисахаридов в целлюлозосодержащем растительном сырье используются в основном методы: механические, термические, химические и пр., применение которых обладает рядом обоснованных наукой недостатков.

В связи с этим, испытание биотехнологической подготовки, путём кавитационного эффекта, с целью повышения питательной ценности не только фуражной зерносмеси, но отрубей пшеничных, при использовании в составе рационов молочных коров, является актуальным решением.

Эксперимент, проведённый на лактирующих коровах показал, что животные, в составе рационов которых присутствовали концентраты, подготовленные кавитационно, в сопоставлении с кормлением традиционно дроблёной зерносмесью, имели надой натурального молока выше на 23,0 и 26,2 % соответственно. Сходная тенденция имела и по изменению суточного удоя молока.

Органолептическая оценка молока коров получавших кавитированные корма в составе рационов, соответствует предъявляемым требованиям ГОСТа, при улучшении отдельных показателей физико-химических и технологических свойств.

**Выводы.** Подготовка концентрированных кормов, в составе рационов лактирующих коров, путём кавитационного воздействия способствует повышению продуктивности и позитивным качественным характеристикам молока.

Так, валовый надой натурального молока у коров опытных групп повысился на 23,0-26,2 %. Общее содержание «молочного жира и» и «массовой доли белков» были выше в сравнении с базовым вариантом на 24,7 и 23,3 % и 25,4 и 25,8 %.

#### **Литература:**

1. Горбатова К. К. Гб 7 Биохимия молока и молочных продуктов: учеб. К. К. Горбатова, П. И. Гунькова; под общ. ред. К. К. Горбатовой. 4-е изд., перераб. и доп. С П б .: ГИОРД. 2010. 336 с.
2. Olde Riekerink R.G. M., Barkema H.W., Stryhn H. The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis.-J.Dairy Sci.-2007.-v.90.;p.1704-1715.
3. Амерханов Х. А. Эффективность ведения молочного скотоводства в условиях Европейского Севера России / Х. А. Амерханов, Е. А. Тяпугин, Г.А. Симонов, С. Е. Тяпугин М., 2011. – 155 с.
4. Вафин И. Т. Влияние на организм высокопродуктивных коров и качество молока минерально-пробиотических концентратов направленного действия: дис. ... на соиск. уч. степ. к. б. наук. Казань, 2020. 125 с.
5. Цюпко В.В. Изучение синтеза основных компонентов молока как составляющих полидисперсной системы // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 4. С.99-105.
6. Мороз М.Т. Влияние условий кормления на качество молока / / Кормление крупного рогатого скота. СПб. 2013. С. 101 – 120.
7. Воронова И.В., Игнатьева Н.Л., Немцева Е.Ю. Современные аспекты корм-ления молочных коров // Вестник Ульяновской государственной сельско-хозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 164 – 169
8. Мотовилов К.Я. Переработка зерна на кормовые сахара для животных // Достижения

науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 43-45.

9. Натынчик Т.М., Лемешевский В.О. Новые технологии в кормлении крупного рогатого скота // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 34-37.

10 Харитонов Е., Березин А., Лысова Е. Легкодоступные углеводы в рационах лактирующих коров // Животноводство России. – 2019. – № 2. – С. 35-37.

УДК 636.5:591.11

## ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИКОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Тузиков Р.А., аспирант

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской Академии Наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** Пробиотики являются одними из наиболее универсальных кормовых добавок и могут легко комбинироваться с другими добавками. Пробиотические препараты способны оказывать ростостимулирующий эффект и повышать иммунный статус организма, улучшая здоровый баланс бактерий в желудочно-кишечном тракте. В работе представлены результаты экспериментального исследования пробиотических препаратов на продуктивность цыплят-бройлеров, и гематологические параметры крови. Исследования проводились на цыплятах-бройлерах кросса «Arbor Acres Plus». Результаты исследований продемонстрировали положительное влияние изучаемых пробиотических кормовых добавок на организм цыплят-бройлеров. Нами установлено улучшение ряда гематологических показателей: гемоглобин, общий белок, альбумин, АСТ, мочевая кислота.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, кормление, пробиотики, птицеводство, морфологические и биохимические показатели крови

**Введение.** В настоящее время невозможно полностью отказаться от применения антибиотиков в животноводстве. Поскольку на пути к запрету их применения следует ожидать безусловное снижение эффективности производства продукции из-за ухудшения продуктивности животных и увеличения числа их заболеваний (Adhikari P et al., 2020). В качестве альтернативы антибиотикам были опробованы различные добавки с разной степенью успеха [2], из которых пробиотики получили всемирное признание. Имеется значительное количество исследований, свидетельствующих о преимуществах пробиотических препаратов по отношению к антибиотическим [6].

Пробиотики способны оказывать ростостимулирующий эффект и повышать иммунный статус организма, улучшая здоровый баланс бактерий в желудочно-кишечном тракте, способствуя целостности и созреванию кишечника, улучшая потребление корма и пищеварение за счет повышения активности пищеварительного фермента и снижения активности бактериального фермента, а также снижения производства аммиака, а также нейтрализуют энтеротоксины [3].

Эффективность действия пробиотиков зависит от многих факторов, включая специфичность штамма, дозировка и продолжительность приема, возраст, доступность ферментационного субстрата, рН кишечника и наличие стресса [5].

**Объекты и методы исследования.** Цыплята-бройлеры кросса «Arbor Acres Plus». Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08 1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и

уменьшения количества исследованных опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Исследования проведены на базе отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН» в 2021 г.

Методом групп-аналогов было отобрано 4 группы по 25 голов цыплят-бройлеров семидневного возраста. Средняя живая масса составляла 198,0 г на группу. В ходе эксперимента цыплята-бройлеры контрольной группы получали стандартные полнорационные комбикорма ПК-5 и ПК-6. В рацион I опытной группы дополнительно включали пробиотик «АТЪШ» («Агрофедерация» (республика Башкортостан)), в дозе 1 г/кг корма, *Enterococcus faecium* —  $2 \times 10^8$  КОЕ/г, *Lactobacillus acidophilus* —  $1 \times 10^6$  КОЕ/г, II опытная группа — «Лактобифадол Форте» («Компонент», г. Бугуруслан) в дозе 1 г/кг корма: *Lactobacillus acidophilus* ЛГ1-ДЕП-ВГНКИ в количестве не менее  $1,0 \times 10^7$  КОЕ/г, *Bifidobacterium adolescentis* В-1-ДЕП-ВГНКИ – не менее  $8,0 \times 10^7$  КОЕ/г и III группа — «Е-500» (EH TRADING CO., LTD по заказу ООО «Биоластик» (г. Новосибирск), в дозе 1 г/кг корма: *Bacillus subtilis*, *Bacillus natto*, *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus licheniformis* -  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/г.

**Результаты.** По результатам проведенного эксперимента с 21 по 42 день во II опытной группе наблюдалось достоверное повышение массы тела по сравнению с контролем на 12,8% ( $P \leq 0,05$ ), 19,8% ( $P \leq 0,05$ ), 16,9% ( $P \leq 0,05$ ) и 23,2% ( $P \leq 0,05$ ), на 21, 28, 35 и 42 сутки, соответственно. Среднесуточный привес на голову был достоверно выше контроля во II опытной группе на 15,0 % ( $P \leq 0,05$ ) и составил 67 г. на голову.

Интенсивность роста цыплят-бройлеров тесно связана с показателями потребления корма и затратами корма на 1 кг прироста живой массы.

Нами было констатировано активное потребление птицей опытных групп стартового комбикорма с добавлением пробиотических добавок. Тогда как разница с потреблением ростового комбикорма у птиц опытных групп и контрольной группы весьма незначительна.

Однако, несмотря на повышенное потребление корма у опытных групп, затраты корма на 1 кг прироста у опытных групп оказался ниже контрольных значений на 5 % в I группе, на 6,6% во II группе и на 3,9 % в III опытной группы, тем не менее данные не являются достоверными.

Скармливание препарата «Лактобифадол Форте» сопровождалось повышением содержания гемоглобина на 13,0% ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем. При скармливании пробиотической добавки «Е-500» было выявлено достоверное снижение количества лейкоцитов – на 12,0-14,0% ( $P \leq 0,05$ ) относительно контрольной группы. При введении в рацион цыплят-бройлеров препарата «АТЪШ» установлено уменьшение количества нейтрофилов на 24,0% ( $P \leq 0,05$ ) и моноцитов на 50,0% ( $P \leq 0,05$ ), а также повышение лимфоцитов на 35,0% ( $P \leq 0,01$ ) относительно контроля. Количество эритроцитов и тромбоцитов во всех опытных группах не имели достоверных различий и были приближены к контрольным значениям.

По биохимическим показателям крови в I группе наблюдали более высокие показатели общего белка и альбумина по сравнению с контрольными значениями, на 13,0% ( $P \leq 0,05$ ) и 15,0% ( $P \leq 0,05$ ) соответственно. Также в данной группе показатель а-Амилазы был на 19,0% ( $P \leq 0,05$ ) выше контрольных значений. Наибольший показатель АСТ был выявлен у II опытной группы, который на 25,0% ( $P \leq 0,05$ ) был превышал контроль, у III опытной группы этот показатель вырос на 19,1 % ( $P \leq 0,01$ ), соответственно.

В III опытной группе было обнаружено повышенное содержание мочевины на 28,0% ( $P \leq 0,01$ ) и мочевой кислоты на 30,0% ( $P \leq 0,01$ ), относительно контроля. Тогда как в I и II группах было установлено снижение содержания мочевой кислоты на 27,4% ( $P \leq 0,05$ ) и 26,5 % ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем.

Рассматривая минеральный состав крови, зафиксировано достоверное снижение

содержания железа на 36,1% ( $P \leq 0,01$ ) лишь в I группе относительно контроля.

**Обсуждение результатов.** В настоящее время установлено, что включение в рацион птицы пробиотических штаммов положительно сказывается на продуктивность роста [7]. При этом способность пробиотиков оказывать ростостимулирующий эффект может быть увеличена путем объединения двух или более штаммов, а также объединения пробиотиков и синергетических компонентов [8].

В наших исследованиях установлен ростостимулирующий эффект действия пробиотических препаратов, так динамика живой массы, абсолютный и среднесуточный приросты птиц опытных групп превышала контрольные значения, но при этом достоверные значения были зафиксированы только при использовании Лактобифадол Форте, на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium adolescentis*, что согласуется с ранее проведенными исследованиями по использованию штаммов *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* в кормлении птиц. Продуктивное действие пробиотиков связано с их способностью улучшать пищеварительный процесс за счет увеличения полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, ферментативной активности бактерий и улучшения микробного баланса кишечника с последующим воздействием на переваривание, всасывание и потребление пищи. Кроме того, *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* способны снижать pH кишечника и ферментировать неперевариваемые углеводы [1].

Повышение потребления корма по сравнению с контрольной группой можно обосновать тем фактом, что подопытные птицы потребляли значительно больше корма, чем контрольные, из-за улучшения пищеварительных процессов и данные согласуются с ранее проведенными исследованиями [9].

Используемые пробиотические препараты не оказали существенного влияния на гематологический профиль опытной птицы. Наши результаты согласуются с предыдущими исследованиями. Добавление пробиотиков не оказывало существенного влияния на содержание эритроцитов, тромбоцитов, глюкозы, альбумина, билирубина, холестерина, триглицеридов, что также согласуется с научными данными свидетельствующие об отсутствии негативного влияния пробиотических препаратов на физиологическое состояние птицы.

Нами установлено достоверное повышение уровня гемоглобина при использовании Лактобифадол Форте, что связано со снижением pH пищеварительного тракта, приводящее к лучшему всасыванию железа из тонкой кишки и лучшей выработки витаминов группы В [8].

Зафиксированное в группе с Биоластик (*Bacillus subtilis*, *Bacillus natto*, *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus licheniformis*) снижение количества лейкоцитов подтверждают данные, что пробиотические препараты с мультиштаммами способны влиять на индукцию иммунных реакций птицы, что нашло отражение в лейкограмме как III, так и в I группе.

Установленное повышение уровня аспаратаминотрансферазы (АСТ) во II и III группе по сравнению с контролем отражает высокую скорость метаболизма белка на фоне действия пробиотиков [10], что подтверждается повышением интенсивности роста птицы в опытных группах. Но при этом более высокий уровень белкового обмена (общий белок и альбумин) зафиксирован только в I группе, что говорит о повышении функциональной деятельности печени.

Добавление пробиотических препаратов оказалось полезным для уменьшения инвазии инфекционных агентов, что привело к снижению производства мочевой кислоты, как части защитных механизмов против инфекций в I и II группах. Повышение же мочевой кислоты в III группе может являться специфичным симптомом в зависимости от первопричины патологии, однако существуют и характерные проявления, которые позволяют заподозрить гиперурикемию. Однако, высокий уровень пуринового продукта обмена в крови благоприятно влияет на организм и позволяет корректировать некоторые патологические состояния.

Показатели минерального обмена были в пределах нормы во всех группах, при этом наблюдаемое в I группе снижение уровня железа, подтверждают способность пробиотических

штаммов связывать железо в пищеварительном тракте.

**Выводы.** Таким образом, исследования продемонстрировали положительное влияние пробиотических кормовых добавок «АТЫШ», «Лактобифадол Форте», и «Е-500» на организм цыплят-бройлеров. Нами установлено улучшение ряда гематологических показателей: гемоглобин, общий белок, альбумин, АСТ, мочевая кислота. Включение исследуемых пробиотиков в рацион цыплят-бройлеров улучшило потребление корма и сопровождалось увеличением массы тела, при этом наилучшая динамика живой массы наблюдалась при введении в рацион «Лактобифадол Форте».

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда «Разработка системной диагностики и коррекции элементозов в зависимости от генетических ресурсов сельскохозяйственных животных» (№ 21-16-00009)*

#### **Литература:**

1. Wu XZ, Wen ZG, Hua JL. Effects of dietary inclusion of *Lactobacillus* and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poult Sci.* 2019;98(10):4656-4663. doi: 10.3382/ps/pez166.
2. Yadav S, Jha R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2019;10:2. doi: 10.1186/s40104-018-0310-9
3. Soomro RN, Abd El-Hack ME, Shah SS, Taha AE, Alagawany M, Swelum AA, Hussein EOS, Ba-Aawdh HA, Saadeldin I, El-Edel MA, Tufarelli V. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails. *Anim Sci J.* 2019;90(10):1388-1395. doi: 10.1111/asj.13290.
4. Zhen W, Shao Y, Gong X, Wu Y, Geng Y, Wang Z, Guo Y. Effect of dietary *Bacillus coagulans* supplementation on growth performance and immune responses of broiler chickens challenged by *Salmonella enteritidis*. *Poult. Sci.* 2018;97:2654–2666. doi: 10.3382/ps/pey119.
5. Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi MQ, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Alhimaidi AR, Elnesr SS, Almutairi BO, Amran RA, Hussein EOS, Swelum AA. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poult Sci.* 2020;99(12):6946-6953. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.043.
6. Broom LJ, Kogut MH. Gut immunity: Its development and reasons and opportunities for modulation in monogastric production animals. *Anim. Health Res. Rev.* 2018;19:46–52. doi: 10.1017/S1466252318000026.
7. Sjöfjan O, Adli DN, Harahap RP, Jayanegara A, Utama DT, Seruni AP. The effects of lactic acid bacteria and yeasts as probiotics on the growth performance, relative organ weight, blood parameters, and immune responses of broiler: A meta-analysis. *F1000Res.* 2021;10:183. doi: 10.12688/f1000research.51219.3.
8. Abudabos AM, Alhourri HAA, Alhidary IA, Nassan MA, Swelum AA. Ameliorative effect of *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces boulardii*, oregano, and calcium montmorillonite on growth, intestinal histology, and blood metabolites on *Salmonella*-infected broiler chicken. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2019;26(16):16274-16278. doi: 10.1007/s11356-019-05105-1.
9. Fesseha H, Demlie T, Mathewos M, Eshetu E. Effect of *Lactobacillus* Species Probiotics on Growth Performance of Dual-Purpose Chicken. *Vet Med (Auckl).* 2021;12:75-83. doi: 10.2147/VMRR.S300881.
10. Żbikowski A, Pawłowski K, Śliżewska K, Dolka B, Nerc J, Szeleszczuk P. Comparative Effects of Using New Multi-Strain Synbiotics on Chicken Growth Performance, Hematology, Serum Biochemistry and Immunity. *Animals (Basel).* 2020 Sep 2;10(9):1555. doi: 10.3390/ani10091555.

УДК 636.033:084

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ФИТОБИОТИКА SCUTELLARIA BAICALENSIS НА РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Попова Г.М., Нуржанов Б.С. д-р с.-х. наук, Дускаев Г.К. д-р биол. наук,  
профессор РАН,

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург)

**Аннотация.** Представлены данные о влиянии различных доз Шлемника байкальского на переваримость сухого вещества концентратов *in vitro*, содержание метаболитов и биомассу бактерий в рубцовом содержимом молодняка крупного рогатого скота. Выявлена оптимальная доза внесения данного фитобиотика в размере 5 мг.

**Ключевые слова:** фитобиотики, рубцовое пищеварение, переваримость, *in vitro*, летучие жирные кислоты, биомасса бактерий.

**Введение.** Важной и наиболее значимой задачей в сельскохозяйственном производстве является увеличение объемов и ускорение интенсификации производства продуктов животноводства [1]. При полноценном сбалансированном кормлении жвачных особую функцию в обмене веществ организма выполняют биологически активные вещества. Это свидетельствует о необходимости углубленного изучения природы кормовых добавок, в частности фитобиотиков, их влияние на обмен веществ, рубцовое пищеварение и продуктивность крупного рогатого скота [2-4]. Определенный интерес как биологически активной добавки на наш взгляд представляет Шлемник байкальский – известный лекарственный вид рода травянистых многолетних растений. Широкое использование Шлемника байкальского в народной и традиционной медицине обусловлено уникальным химическим составом и разнообразными фармакологическими свойствами растения. Основными составляющими корня шлемника являются байкалеин, вагонин, ацетофенон, пальмитовая кислота, олеиновая кислота, бензойная кислота и другие соединения [5].

Цель работы заключалась в изучении влияния различных доз Шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) на рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота *in vitro*.

### **Объекты и методы исследований.**

Объектом исследования являлась рубцовая жидкость полученная от фистулированного бычка породы казахская белоголовая в возрасте 14 мес. содержащийся на типовом рационе; трава Шлемника байкальского в дозировках 3,3 мг, 5,0 и 6,7 мг (ООО «Беловодье» г. Дзержинск).

У фистульных животных через 3 часа после кормления брали пробы рубцового содержимого, которые фильтровали через 4 слоя марли и инкубировали в искусственном рубце. По окончании инкубации образцы промывались и высушивались при температуре +60 °С до константного веса. Исследования проводились методом нейлоновых мешочков *in vitro* с использованием инкубатора “ANKOM Daisy II” (модификации D200 и D200I, США) по специализированной методике, выполняемой в течение 48 часов.

**Результаты.** Введение в пробу с концентрированным кормом (зерно ячменя) Шлемника байкальского в дозе от 3,3 до 6,7 мг оказало положительное влияние на переваримость сухого вещества (рис.1).

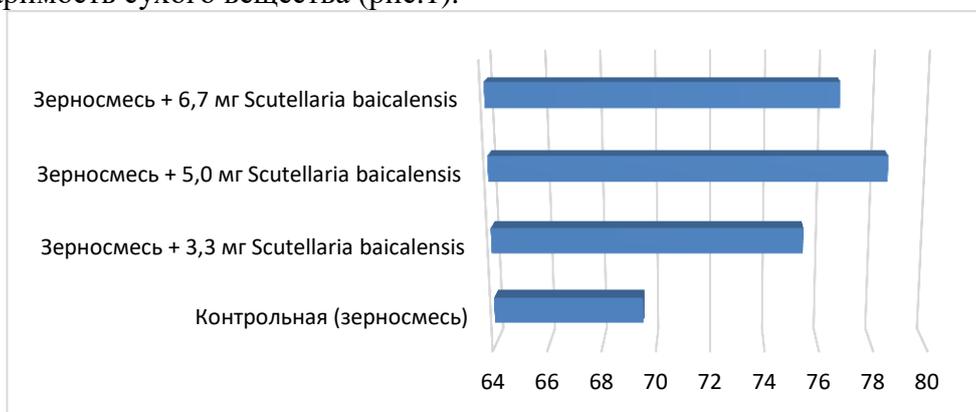


Рис.1 Переваримость сухого вещества концентрированного корма *in vitro*, %

Так по сравнению с контрольной группой переваримость сухого вещества увеличилась при введении *Scutellaria baicalensis* в дозе 3,3 мг на 5,9%; при дозе 6,7 мг на 7,1% и при дозе 5,0 мг на 8,9%. Концентрация уксусной кислоты в образце с присутствием травы Шлемника байкальского в дозировке 5,0 мг была значительно выше, чем в образце из I группы на 8,4 %, также следует отметить, что в данной группе концентрация всех обнаруженных ЛЖК была выше, чем в других образцах (табл. 1).

1. Содержание летучих жирных кислот в жидкости рубца через 48 ч после инкубации *in vitro*, мг/дм<sup>3</sup>

Кислоты	Группа			
	контрольная	I	II	III
Уксусная	249,4	247,3	270,4	259,7
Пропионовая	146,6	145,4	164,1	155,1
Масляная	310,9	286,1	335,7	333,5
Валерьяновая	23,1	20,7	24,7	23,0
Капроновая	6,88	6,48	8,02	7,45
Всего:	736,88	705,98	802,92	778,75

Низкая концентрация масляной кислоты была определена в образце, содержащих 3,3 мг изучаемого фитобиотика. Наибольшее содержание капроновой кислоты было зафиксировано в образцах рубцовой жидкости содержащих среднее и максимальное количество шлемника, соответственно на 16,5 и 8,3% при сравнении с контролем. Биомасса рубцовой жидкости контрольной группы (сухое вещество ячменя) после 48-часовой инкубации в искусственном рубце состояла в большей степени из бактерий и в меньшей степени из простейших в соотношении 1:1 (табл. 2)

## 2. Биомасса микроорганизмов рубца, г/1,5 мл

Группа	Биомасса	
	бактерии	простейшие
контрольная	0,944±0,053	0,939±0,029
I	1,023±0,031**	0,927±0,041
II	0,951±0,013*	0,949±0,022
III	0,958±0,037	0,957±0,035**

\* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$  в сравнении с контрольной группой

Сравнительный анализ данных (in vitro) свидетельствует, что внесение фитобиотика в I - III группу, в дозе 3,3-6,7 мг в расчете на 500 мг образца отличилась повышенным ростом биомассы бактерий. Так, данные таблицы показывают, что внесение минимального количества изучаемой добавки (I группа), по сравнению с контрольной группой способствовало лучшему развитию бактерий в рубцовом содержимом на 8,36 %.

Что касается простейших, то здесь наблюдается увеличение их биомассы по мере увеличения дозы внесения фитобиотика, так в III опытной группе данный показатель был больше на 1,9% в сравнении с контролем.

**Обсуждение результатов.** В последнее время лекарственные травы привлекают внимание многих исследователей как возможные источники природных биоактивных соединений в животноводстве.

В недавней литературе сообщается, что флавоноиды как мощные противомикробные средства могут увеличивать выработку летучих жирных кислот в рубце, одновременно снижая выработку аммиака и метана, однако результаты in vitro не всегда были однозначными [6]. Схожие данные получены в ходе наших исследований, а в частности введение Шлемника в дозе 5,0 и 6,7 мг способствовало увеличению общего количества летучих жирных кислот в жидкости рубца по сравнению с контролем на 8,96 и 5,68%.

Некоторые данные указывают на то, что у жвачных животных *S. baicalensis* может взаимодействовать с экологией рубца, в частности изменяя микробиом рубца, увеличивая биомассу бактерий типов Firmicutes, класса Clostridia и семейства Ruminococcaceae [7], что предполагает возможный эффект на усвояемость рациона. Сравнительный анализ наших данных (in vitro) свидетельствует, что внесение фитобиотика в I - III группу, в дозе 3,3-6,7 мг в расчете на 500 мг образца отличилась повышенным ростом биомассы бактерий, что способствовало лучшей переваримости СВ соответственно на 7,1 и 8,9%.

**Выводы.** Таким образом результаты нашего исследования показали, что оптимальной дозой внесения Шлемника байкальского, является доза 5 мг, которая положительно влияет на переваримость сухого вещества, уровень метаболизма в рубцовом содержимом и биомассу бактерий.

## Литература

1. Результаты исследований по переваримости *in vitro* и *in situ* создаваемых кормовых добавок / Г.К. Дускаев, Г.И. Левахин, Б.С. Нуржанов и др. // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 126-131.
2. Long-term administration of a commercial supplement enriched with bioactive compounds does not affect feed intake, health status, and growth performances in beef cattle, Arch. / M. Simoni, A. Goi, E. Pellattiero, A. Mavrommatis et al. // Anim. Breed. 2022. 65. P.135–144, <https://doi.org/10.5194/aab-65-135-2022>.
3. Huang T., Liu Y., and Zhang C. Pharmacokinetics and Bioavailability Enhancement of Baicalin: A Review, Eur. // J. Drug Metab. Ph. 2019. 44. P. 159–168, <https://doi.org/10.1007/s13318-018-0509-3>.
4. Dietary supplementation of *Scutellaria baicalensis* extract during early lactation decreases milk somatic cells and increases whole lactation milk yield in dairy cattle / K.E. Olgaray, M.J. Brouk, L.K. Mamedova et al. // PLoS One. 2019. 14. P. 1–23, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210744>.
5. Dang D.X., Li Y.J. and Kim I.H. Effects of dietary supplementation of enzymatic bio-conversion of *Scutellaria baicalensis* extract as an alternative to antibiotics on the growth performance, nutrient digestibility, fecal microbiota, fecal gas emission, blood hematology, and antioxidative // Livest. Sci. 2021. 244. 104307, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104307>,
6. Traditional chinese medicine prescriptions enhance growth performance of heat stressed beef cattle by relieving heat stress responses and increasing apparent nutrient digestibility, Asian-Australas / X. Song, J. Luo, D. Fu, X. Zhao et al. // J. Anim. Sci. 2014. 27. P. 1513–1520, <https://doi.org/10.5713/ajas.2014.14058>,
7. Evaluation of the effects of plant extracts on cattle rumen microbiome, IOP Conf. Ser. / E.V. Yausheva, G.K. Duskaev, G.I. Levakhin et al. // Earth Environ. Sci. 2019. 341. 012165, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012165>,

## Секция 2. Фундаментальные аспекты и перспективы развития земледелия, растениеводства и кормопроизводства

УДК 631.4 : 632.4 : 633.11 «321» (571.1)

### ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ЗАБОЛЕВАНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Корчагина И.А., канд. с.-х. наук, Юшкевич Л.В., д-р с.-х. наук  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»

**Аннотация.** Влажность почвы в период вегетации растений пшеницы яровой влияет на распространение корневой гнили. В микобиоте почвы покоится значительное количество различных микроорганизмов, которые, при благоприятных для них условиях, оказывают либо положительное, либо отрицательное воздействие на корневую систему пшеницы яровой. Корреляционный анализ урожайности зерна и влажности почвы показал среднюю зависимость ( $r = 0,448$ ), а с распространением корневой гнили – слабую ( $r = 0,273$ ).

**Ключевые слова:** пшеница яровая, корневая гниль, урожайность зерна, влажность почвы.

**Введение.** Климатические условия Омского региона позволяют получать зерно высокого качества, которое ценится на внутреннем и мировом рынках. Заболевание корневой системы сельскохозяйственных растений относятся к числу основных биотических стрессовых факторов, оказывающих отрицательное влияние на урожайность культур. Развитие и распространение фитопатогенов в почве приводят к существенному снижению не только количественных, но и качественных характеристик урожая агрокультур. На территории России в последние годы, в том числе и в Западной Сибири, отмечаются циклические изменения погоды, оказывающие влияние не только на культурные растения, но и на патогены. В этих условиях необходим мониторинг и диагностика фитосанитарного состояния агроценозов пшеницы яровой.

В черноземах Сибири сохраняется многие возбудители корневых инфекций растений. Их развитие вначале ограничивается почвенным фунгистазисом, затем микроорганизмами, лимитирующие споры и гифы патогенов. Причиной фунгистазиса могут быть абиотические и биотические свойства почвы: кислотность, гранулометрический состав, наличие питательных веществ, антагонистическая активность [1].

Под действием корневых гнилей происходит изреживание, угнетение роста, нарушение динамики органогенеза растений, ухудшается формирование всех системообразующих элементов структуры урожая, значительно снижается качество продукции, возможно ее загрязнение токсинами фитопатогенов. Значительное развитие корневых инфекций обусловлено высокой насыщенностью севооборотов восприимчивыми культурами, увеличивающими потенциал возбудителей, и низкой микробиологической активностью освоенных почв, способствующей длительному выживанию покоящихся структур и формированию долговременных эпифитотических очагов [2]. Распространению заболевания способствуют: монокультура зерновых злаков, нарушения севооборота (перенасыщенность восприимчивыми зерновыми колосовыми культурами), недостаток органо-минерального удобрения, засоренность посевов злаковыми сорняками. Покоящиеся структуры возбудителя

обыкновенной корневой гнили (конидии, хламидоспоры) сохраняются более 5 лет на инфицированных послеуборочных остатках восприимчивых культур, дикорастущих и сорных злаках и в почве. На семенах в форме мицелия возбудитель сохраняет жизнеспособность до 8 лет [3].

Цель данной работы заключается в том, чтобы определить влияние влажности почвы в период вегетации растений пшеницы яровой на распространение корневой гнили.

**Объекты и методы исследований.** Опыт проведен в 2015-2019 гг. в полевом зернопаровом севообороте (пар чистый – пшеница яровая – пшеница яровая – пшеница яровая – ячмень) лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий Омского АНЦ. Наблюдения проведены на первой культуре после пара.

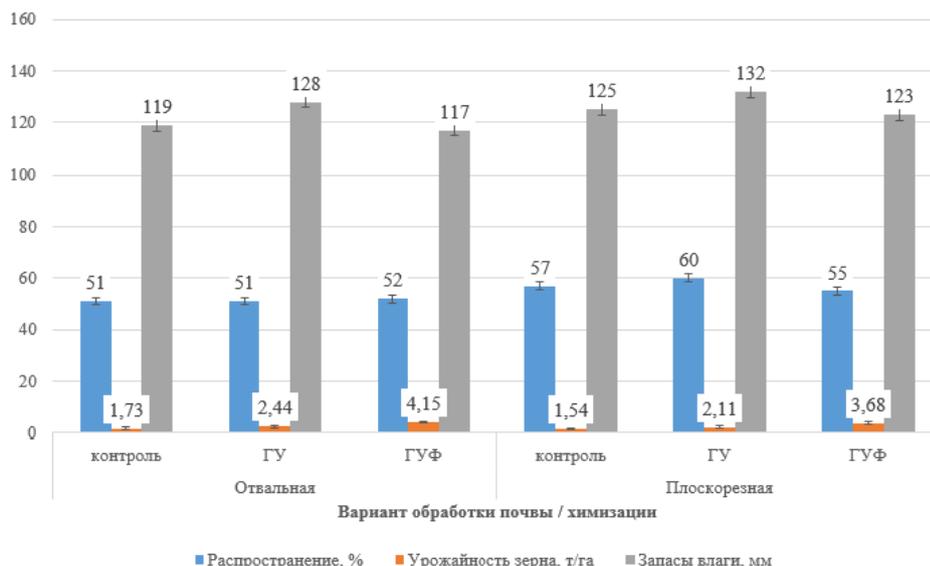
Схема опыта: *система обработки почвы* (фактор А) – отвальная (вспашка на глубину 20-22 см, ежегодно); плоскорезная (на глубину 10-12 см, ежегодно) и *средства интенсификации* (фактор В) – контроль (без химизации); система удобрений и гербицидов; система удобрений, гербицидов и фунгицидов (комплексная химизация).

Весной локальное внесение минеральных удобрений в пару (Р60). Посев культуры проведен ПК «Salford» 20-25 мая на глубину 5-6 см с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар. Из средств химизации применяли баковую смесь гербицидов против двудольных и мятликовых сорняков, фунгицид – в фазу трубкования – начало колошения. Обработку посевов проводили ОП-2000. Уборка урожая зерна – однофазная комбайном «Сампо-130» с оставлением измельченной соломы на поле.

Проведена оценка состояния корневой системы растений пшеницы яровой по методике Чулкиной В.А. (2017) [4]. Запасы влаги в почве определяли три раза за сезон методом высушивания [5].

**Результаты.** Изучение в полевом зернопаровом севообороте воздействия агротехнических и химических приемов на распространение корневой гнили пшеницы яровой и запасы почвенной влаги повлияло на урожайность зерна пшеницы яровой в течение 2015-2019 гг.

Многие авторы (Торопова Е.Ю., Марьина-Чермных О.Г., Коробова Л.Н. и др.) отмечают, что главную роль в ограничении распространения корневой гнили зерновых культур играют фитосанитарные предшественники, которые существенно снижают численность патогена в почве.



Примечание: контроль – без применения средств интенсификации; ГУ – гербициды, удобрения; ГУФ – гербициды, удобрения, фунгициды

Рисунок – Влияние распространения корневой гнили и влажности почвы на урожайность зерна пшеницы яровой

Согласно рисунку, расположение пшеницы яровой после чистого пара не способствовало значительному снижению количества вредных грибов в почве. Пшеница также как по другим предшественникам поражается корневой гнилью. Возможно, объясняется это тем, что в паровом поле зараженные растительные остатки разлагаются быстрее, но конидии патогенного гриба (*Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium*) остаются в почве. В процессе парования прорастает лишь некоторое количество конидий, наибольшая их часть покоится в почве до посева культуры в дальнейшем паразитируя на растениях.

Таким образом, на урожайность зерна оказывают влияние как влажность, так и микобиота почвы в течение всего периода вегетации культуры. В микобиоте почвы покоится значительное количество различных микроорганизмов, которые, при благоприятных для них условиях, оказывают либо положительное, либо отрицательное воздействие на корневую систему пшеницы яровой. Корреляционный анализ урожайности зерна и влажности почвы показал среднюю зависимость ( $r = 0,448$ ), а с распространением корневой гнили – слабую ( $r = 0,273$ ).

При планировании получения наибольшей урожайности зерна пшеницы яровой необходимо учитывать ряд факторов таких как системы агротехнических и химических мер борьбы, а также генотип сорта.

### Литература:

1. Коробова, Л. Н. Особенности развития и антагонистического контроля *Fusarium culmorum* при разных способах обработки почвы / Л. Н. Коробова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2016. № 1(38). С. 52-57.
2. Торопова, Е. Ю. Роль сорта в контроле обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова, М. С. Соколов // Агрехимия. – 2018. – № 11. – С. 48-59. – DOI 10.1134/S0002188118110108.

3. Торопова, Е. Ю. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в патоккомплексе корневых гнилей зерновых культур / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, О. А. Казакова // *Агрохимия*. – 2018. – № 5. – С. 69-78. – DOI 10.7868/S0002188118050101.
4. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. профессора Е.Ю. Тороповой. Барнаул, 2017. 210 с.
5. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/ А.Ф.Вадюнина, З.А.Корчагина. - 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Марьина-Чермных, О. Г. Динамика поражения болезнью корневая гниль зерновых культур / О. Г. Марьина-Чермных // *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. – 2020. – № 22. – С. 31-35.

УДК 633.112.:575.1.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ОМСКОМ АНЦ

Юсова О.А. канд. с.-х. наук, Николаев П.Н., канд. с.-х. наук  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»*

**Аннотация.** Представлены данные исследований с 2019 по 2021 гг. по показателям качества зерна (массовая доля белка, крахмала и сырого жира) и продуктивности (масса 1000 зерен) с последующим расчетом пластичности и стабильности данных показателей по S.A. Eberhart, W.A. Russell. Согласно данным полученных исследований, высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при  $bi > 1$  и  $\sigma_d^2 < 1$ ) обладали линии: Нутанс 4925, Нутанс 4927 (массовая доля белка); Нудум 4903 (массовая доля белка, масса 1000 зерен).

**Ключевые слова:** ячмень, линия, пластичность, адаптивность, качество зерна, продуктивность.

**Введение.** Ячмень – универсальная сельскохозяйственная культура, как по широте распространения, так и по ее использованию. Скороспелость и высокая экологическая пластичность делают эту культуру незаменимой в условиях сложного и своеобразного по почвенно-климатическим факторам региона.

Улучшение качества зерна зернофуражных культур в условиях Западной Сибири является важнейшей и актуальной проблемой современной селекции и требует комплексного подхода. Основой решения должен стать сорт, способный в жестких условиях сибирского лета формировать зерно с хорошей питательной ценностью при сохранении его высокой урожайности [1, 2].

Селекционерами создано значительное количество сортов, которые широко возделываются в Сибирском регионе и за его пределами. Но растет многогранность требований, предъявляемых к новым сортам. С повышением уровня потенциальной продуктивности зерновых культур сложнее становится вести селекцию, опираясь на традиционные методы. Особенно это касается отбора по биохимическим показателям, которые селекционер не может учесть, если они не сцеплены с каким-либо морфологическим признаком. Кроме того, необходимо учитывать, что условия возделывания (климат, почвы, агротехника) оказывают существенное влияние на проявление свойств генотипа. В связи с этим данные по отдельным показателям качества зерна могут носить региональный характер [3, 4].

Основное использование ячменя в Западной Сибири и прилегающих к ней районах это, прежде всего, как зернофураж, а также как сырье для изготовления круп и пивоварения. Такая универсальность использования одних и тех же сортов не способствует удовлетворению потребностей, как сельхозпроизводителя, так и конкретных потребителей крупяной и особенно пивоваренной промышленности. В свою очередь животноводство нуждается в сортах специальных направлений использования. Поэтому необходим достаточный ассортимент сортов различных экотипов возделывания в разнообразных климатических зонах [5]. Разностороннее использование ячменя определяет большие различия в критериях качественной оценки зерна, а, следовательно, и в направлениях селекции.

Площадь посевов под сортами ячменя селекции Омского АНЦ в 2019-2021 гг., в Западной Сибири и прилегающих к ней районах Северного Казахстана, достигала более 850 тыс. га. В Омской области площадь посевов под яровым ячменем составляла: в 2019 г. – 300 тыс. га, в 2020 г. – 300 тыс. га, в 2021 г. 183 тыс. га, сорта селекции Омского АНЦ (СибНИИСХ) занимают около 65% сортовых посевов данной культуры [4, 5].

Для Омской области, из включенных в Госреестр, рекомендованы для использования 17 сортов ячменя: Омский 90 (2000, медикум), Сигнал (1997, нутанс), Омский 91 (2004, нутанс), Омский голозерный 1 (2004, нудум), Омский 95 (2006, нутанс), Омский голозерный 2 (2008, целесте), Омский 96 (2008, нутанс), Сибирский авангард (2010, медикум), Беатрис (2010, нутанс), Гетьман (2011, нутанс), Саша (2012, медикум), Ворсинский 2 (2012, нутанс), Жана (2013), Абалак (2014, нутанс), Омский 99 (2015, паллидум), Омский 100 (медикум) [19]. На ГСИ проходили испытания сорта ячменя Омский 101, 102, передан сорт Омский 103.

Большинство из перечисленных сортов сочетает в себе трудно совместимые признаки: высокая урожайность – высокое качество зерна, засухоустойчивость – устойчивость к полеганию наряду с устойчивостью к ряду заболеваний [5]. Тем не менее, предстоит дальнейший поиск придания вновь создаваемым сортам большей адаптивности с целью стабилизации качества зерна в различных экологических ситуациях [6, 7].

Цель исследований – выделение в питомнике КСИ Омского аграрного научного центра перспективных линий по основным показателям качества зерна и продуктивности для дальнейших исследований.

**Материалы и методы исследования.** Годы проведения опытов различались как по количеству выпавших осадков и сумме температур, так и по характеру их распределения в течение вегетационного периода. Погодные условия были очень контрастными, что характерно для резко-континентального климата. Это позволило более полно выявить достоинства и недостатки испытываемого селекционного материала. В 2019 г. период май – сентябрь характеризовался гидротермическим обеспечением, близким к среднемноголетнему значению (ГТК = 1,1) – средняя температура воздуха 15,4°C (-0,1°C от нормы), сумма осадков – 240,7 мм (102,4% от нормы). Период май – сентябрь в 2020 г. в целом был засушливым (ГТК = 0,69) – средняя температура воздуха 17,1°C (+1,6°C к норме), сумма осадков – 174,1 мм (74,1%). В 2021 г. период май – сентябрь характеризовался засушливыми погодными условиями (ГТК = 0,58): средняя температура воздуха 16,7°C (+1,2°C к норме), сумма осадков 168,0 мм (71,2% от нормы). Засуха особенно сильно проявилась в конце мая и в июле.

Определение биохимических показателей проведены с использованием современных и традиционных методов и технологий. Содержание азота в зерне определяли на автоматическом анализаторе “KjeltekAuto 1030 Analyzer”. Коэффициент пересчета азота на белок для зерна

ячменя – 5,7. Содержание сырого жира определяли в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и не обезжиренного остатка. Содержание крахмала в зерне – поляриметрическим методом [8].

Пластичность и стабильность линий ячменя по показателям качества зерна и продуктивности рассчитана по S.A. Eberhart, W.A. Russell [9].

Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б.А. Доспехова, Г.Ф. [10] с использованием табличного процессора Microsoft Excel.

**Обсуждение результатов.** Одним из основных критериев оценки качественных показателей ячменя является содержание белка. Но, если для кормовых и пищевых целей его высокие показатели являются положительным фактором, то для пивоваренной промышленности, белковость зерна должна быть умеренна. В то же время, качество зерна зависит как от генотипа сорта, так и от условий его выращивания. Так, согласно данным наших исследований за отчётный период, на формирование массовой доли белка ячменя основное влияние оказали условия выращивания (90,7%). По содержанию крахмала и сырого жира, а также массе 1000 зерен наблюдалась высокая доля генотипа в общей фенотипической изменчивости (50,5%, 60,3% и 70,6% соответственно) при значительной доле условий выращивания (46,6%, 23,1% и 27,9%).

В таблице 1 представлены данные качества зерна и продуктивности новых перспективных линий ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ». В среднем за период исследований, в группе двурядных пленчатых, у стандартного сорта Омский 95, содержание белка в зерне составило 13,2%, крахмала – 54,4%, сырого жира – 3,2%, масса 1000 зерен – 41,3 г. В данной группе все исследуемые сорта и линии характеризовались повышенной крупностью зерна (+3,4...10,1 г к st.). Линия Нутанс 4927 отличалась повышенным содержанием белка и крахмала (соответственно +1,5 и 2,9% к st.), линия Нутанс 4925 имела повышенное содержание белка (+1,7% к st.).

Таблица 1 - Характеристика линий ячменя по качеству зерна, питомник КСИ, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт	Массовая доля белка, %		Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сырого жира, %		Масса 1000 зерен, г	
	max-min	$\bar{x}$	max-min	$\bar{x}$	max-min	$\bar{x}$	max-min	$\bar{x}$
двурядные голозерные								
Омский голозерный 1, st.	12,9...19,5	15,5	53,5...60,4	57,4	1,9...5,5	3,3	42,8...47,0	44,9
Нудум 4903	11,4...12,8	12,1	57,4...60,4	58,9	1,3...4,1	2,7	45,2...46,8	46,0
двурядные пленчатые								
Омский 95, st.	12,1...14,7	13,2	53,7...55,3	54,4	1,5...5,7	3,2	40,7...41,9	41,3
Нутанс 4925	12,8...17,0	14,9	50,8...58,3	54,6	1,7...4,7	2,2	43,3...47,8	45,2
Нутанс 4927	12,6...16,9	14,7	56,2...58,3	57,3	1,6...4,6	2,3	42,9...47,1	44,7
HCP <sub>05</sub>	-	0,7	-	1,4	-	0,4	-	0,7
CV, %	-	16,9	-	18,5	-	17,3	-	18,5

В группе двурядных голозерных выделена перспективная линия Нудум 4903 (+1,5% к st. по массовой доле крахмала и +1,1 г по массе 1000 зерен).

Коэффициент регрессии (bi), определяет степень реакции генотипов на колебания почвенно-климатических условий (пластичность), табл.2. Анализ коэффициентов регрессии

позволил все исследуемые сорта по основным показателям качества зерна и продуктивности разделить на три группы:

1. Группа представлена линиями при  $b_i > 1$ : Нудум 4903, Нутанс 4925, Нутанс 4927 (массовая доля белка); Нутанс 4927 (массовая доля крахмала); Нудум 4903 (масса 1000 зерен). Перечисленные линии при улучшении условий выращивания увеличивали указанные показатели качества зерна и продуктивности, что соответствует интенсивному типу.

2. Группа при  $b_i$  от 0,96 до 1,06 включает линии по следующим исследуемым признакам: Нудум 4903 (массовая доля сырого жира); коэффициент близок к единице, что свидетельствует о полном соответствии показателей качества изменению условий выращивания.

Таблица 2 – Характеристика сортов и линий ячменя по пластичности и стабильности

Сорт	Массовая доля белка, %		Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сырого жира, %		Масса 1000 зерен, г	
	$b_i$	$\sigma_a^2$	$b_i$	$\sigma_a^2$	$b_i$	$\sigma_a^2$	$b_i$	$\sigma_a^2$
двурядные голозерные								
Омский голозерный 1, st.	0,90	0,61	2,96	3,5	1,80	0,09	3,76	0,35
Нудум 4903	2,19	0,89	0,21	2,5	1,06	0,01	1,90	0,09
двурядные пленчатые								
Омский 95, st.	0,69	0,08	0,69	6,13	1,02	0,87	2,02	0,10
Нутанс 4925	1,10	0,14	0,86	4,34	0,10	0,01	0,37	0,01
Нутанс 4927	1,17	0,94	2,95	1,43	0,01	0,44	0,45	1,54
Примечание: $b_i$ – пластичность; $\sigma_a^2$ – стабильность (по Eberhart и Russell)								

Согласно полученным данным, высокой стабильностью все исследуемые линии по массовой доле белка и сырого жира; линии Нудум 4903 и Нутанс 4925 по массе 1000 зерен, при  $\sigma_a^2 < 1$ . По массовой доле крахмала линии Нудум 4903, Нутанс 4927 и Нутанс 4925 отличались низкой стабильностью, при  $\sigma_a^2 > 1$ .

Современный уровень земледелия еще не может в достаточной степени нивелировать действия неблагоприятных природных факторов. Поэтому сорта должны сочетать хорошую отзывчивость на повышение плодородия и устойчивость к лимитирующим факторам среды.

Согласно данным полученных исследований, высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при  $b_i > 1$  и  $\sigma_a^2 < 1$ ) обладали линии: Нутанс 4925, Нутанс 4927 (массовая доля белка); Нудум 4903 (массовая доля белка, масса 1000 зерен).

Результаты анализа качества зерна и продуктивности сортов ячменя коллекционного питомника свидетельствуют о значительной изменчивости данного показателя ( $CV > 20\%$ ), что означает широкие возможности для отбора.

**Заключение.** В результате проведенных исследований выделены лучшие образцы ячменя, представляющие ценность по комплексу признаков:

- Нутанс 4925: +1,7% к St по массовой доле белка; +3,9 г к St по массе 1000 зерен. Характеризуется высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при  $b_i > 1$  и  $\sigma_a^2 < 1$ ) по массовой доле белка.
- Нутанс 4927: +1,5% к St по массовой доле белка; +2,9% к St по массовой доле крахмала; +3,4 г к St по массе 1000 зерен. Характеризуется высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при  $b_i > 1$  и  $\sigma_a^2 < 1$ ) по массовой доле белка.

- Нудум 4903: +1,5% к St по массовой доле крахмала; +1,1 г к St по массе 1000 зерен. Характеризуется высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при  $b_i > 1$  и  $\sigma_a^2 < 1$ ) по массовой доле белка и масса 1000 зерен.

### *Литература:*

1. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Брагин Р.Н. Оценка показателей адаптивности сортов озимого ячменя в условия юга России. *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 4 (64). С. 14-18. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608.
2. Бакулина А.В., Широких И.Г. Подходы к повышению продуктивности и адаптивности ячменя с помощью технологий генетической модификации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Т. 20. № 1. С. 5-19. doi: 10.30766/2072-9081.20.1.05-19.
3. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. №180 (1). С. 37-43. doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 180 (2). С. 83-88. doi: 10.30901/2227-8834-2019-2-83-88.
5. Чекусов М.С. История и перспективы развития селекционно-семеноводческого центра ФГБНУ "Омский АНЦ" в юбилейной ретроспективе. *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 10. С. 5-8.
6. Сармонов Ш.Ш., Мирзаев Н.Ф. Оценка продуктивности и адаптивности озимых сортов ячменя в условиях южного региона республики. *Аграрная наука*. 2017. № 9-10. С. 38-40.
7. Herger N., Angélib O., Abramowitz G., Donat M., Stone D., Lehmann K. Calibrating Climate Model ensembles for assessing extremes in a Changing Climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2018. Vol. 123. №11. P. 5988-6004.
8. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. – 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Stop. sci.* 1966. Vol.6. №1. P.36-40.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. 350 с.

УДК 639.37:577.1

## **ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ**

Аринжанова М.С., аспирант

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской Академии Наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению влияния ультрадисперсных частиц диоксида кремния в питании карпа. Установлено, что использование в рационах рыб ультрадисперсных частиц диоксида кремния размером  $388 \pm 117$  нм способствует

увеличению продуктивности рыб и сопровождается увеличением количества незаменимых аминокислот в печени.

**Ключевые слова:** микроэлементы, кремний, ультрадисперсные частицы, кормление, карп, рыбы

**Введение.** Стратегической задачей для интенсификации производства рыбной продукции в стране является разработка и внедрение в рыбоводство наиболее эффективных и коммерчески доступных кормовых добавок способных в полной мере удовлетворять физиологические потребности рыб. Рыбы нуждаются в сбалансированном и качественном рационе по всем питательным веществам [1].

Исследования показывают, что кормление животных микроэлементами в ультрадисперсной форме улучшает прирост массы тела, коэффициент конверсии корма и иммунные реакции. Положительное влияние различных наноструктур на патогенную микрофлору кишечника делает их интересной альтернативой антибиотикам-стимуляторам роста, используемым в питании животных. Кроме того, нанодобавки характеризуются более высокой биодоступностью и, таким образом, могут использоваться в меньших дозах, оказывая минимальное влияние на стабильность других компонентов корма [2, 3].

Несмотря на то, что УДЧ диоксида кремния являются относительно новым материалом, интерес к их биологическому применению огромен. Их уникальные свойства, такие как высокая биоактивность, позволяют использовать их во многих областях. Кроме того, низкая токсичность, биосовместимость и селективность взаимодействий в сочетании с их экстраординарными биологическими свойствами делают УДЧ кремнезема интересным кандидатом в качестве кормовой добавки, используемой в питании животных. Использование их уникальных свойств, таких как ингибирование развития патогенных бактерий, выведение бактериальных токсинов и повышение уровня пищеварительных ферментов, создает альтернативу использованию антибиотических стимуляторов роста, подкислителей и ферментов. Следует также подчеркнуть возможность использования наночастиц кремнезема в питании животных в качестве носителей ценных биологически активных веществ [4]. Изучение кремния в ультрадисперсной форме в настоящее время вызывает большой интерес ученых в разных сферах деятельности [5].

Целью работы являлось изучение влияния УДЧ SiO<sub>2</sub> на продуктивные показатели карпа и на содержание незаменимых аминокислот в печени.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ. В рамках исследований было сформировано 4 подопытные группы молоди карпа (n=30):

- контроль – основной рацион (ОР),
- I группа – ОР + УДЧ SiO<sub>2</sub> (доза 100 мг/кг корма),
- II группа – ОР + УДЧ SiO<sub>2</sub> (200 мг/кг корма),
- III группа – ОР + УДЧ SiO<sub>2</sub> (300 мг/кг корма).

В качестве ОР использован комбикорм КРК-110-1 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург). УДЧ SiO<sub>2</sub> d=388±117 нм, получены методом плазмохимического синтеза (ООО «Плазмотерм», г. Москва). УДЧ вводили после 30 мин диспергирования препарата в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т (f=35 кГц, N=300 Вт, A=10 мкА).

Лабораторные исследования проводились с использованием оборудования ЦКП ФНЦ БСТ РАН <https://xn---btbzumgw.xn--p1ai/> по стандартным методикам.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Определение достоверности различий определяли по t-критерию Стьюдента.

**Результаты.** Введение в рацион карпа диоксида кремния в ультрадисперсной форме оказало положительное влияние на рост рыбы (таблица 1). К концу опыта, на 56 сутки, зафиксировано достоверное повышение живой массы карпа относительно контроля во всех опытных группах: на 10,2 % ( $P \leq 0,05$ ) - в I группе, на 14,1 % ( $P \leq 0,05$ ) - во II группе и на 11 % ( $P \leq 0,05$ ) - в III группе.

Таблица 1. Показатели роста карпа

Группа	Наименование показателя			
	Масса рыбы в начал опыта, г	Масса рыбы в конце опыта, г	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %
Контроль	20,3 ± 3,4	65,4 ± 7,3	45,1	222,2
I	20,2 ± 3,4	72,1 ± 6,9*	51,9	256,9
II	20,1 ± 3,7	74,6 ± 6,5*	54,5	271,1
III	20,1 ± 3,3	72,6 ± 6,8*	52,5	261,2

Анализ уровня аминокислот в печени рыб установил достоверное повышение уровня незаменимых аминокислот в I и II группе (рисунок 1).

В I группе зафиксировано повышение содержания валина (вал) на 0,21 % ( $P \leq 0,05$ ), лейцина + изолейцина (лей+иле) на 0,60 % ( $P \leq 0,05$ ), гистидина (гис) на 0,10 % ( $P \leq 0,05$ ), метионина (мет) на 0,16 % ( $P \leq 0,01$ ) и фенилаланина (фен) на 0,19 % ( $P \leq 0,01$ ) относительно контрольных значений.

Во II группе зафиксировано повышение валина на 0,27 % ( $P \leq 0,01$ ), гистидина на 0,07 % ( $P \leq 0,05$ ), метионина на 0,15 % ( $P \leq 0,01$ ), лейцина + изолейцина на 0,65 % ( $P \leq 0,05$ ), треонина на 0,15 % ( $P \leq 0,05$ ) и фенилаланина на 0,22 % ( $P \leq 0,01$ ), относительно контрольных значений.

**Обсуждение результатов.** Наблюдаемый ростостимулирующий эффект согласуется с научными данными о влиянии кремния на метаболизм [6] и связан с высокой биодоступностью элемента в ультрадисперсной форме в кишечнике в результате чего подавляется патогенная микрофлора и повышается абсорбция питательных веществ [7].

Повышение интенсивности роста рыб на фоне введения в рацион УДЧ SiO<sub>2</sub> согласуются с ранее проведенными исследованиями на цыплятах-бройлерах и связано со способностью Si в ультрадисперсной форме повышать рост NO-метаболитов и иммунный ответ [8], но стоит отметить, что нами не отмечено повышение уровня аргинина в печени.

Повышение содержания незаменимых аминокислот (валина, гистидина, лейцина, изолейцина, метионина, треонина и фенилаланина) в печени рыб подтверждает положительное влияние УДЧ SiO<sub>2</sub> на доставку аминокислот к органам и тканям при дозах 100 и 200 мг/кг, и свидетельствует об активизации белкового обмена [9].

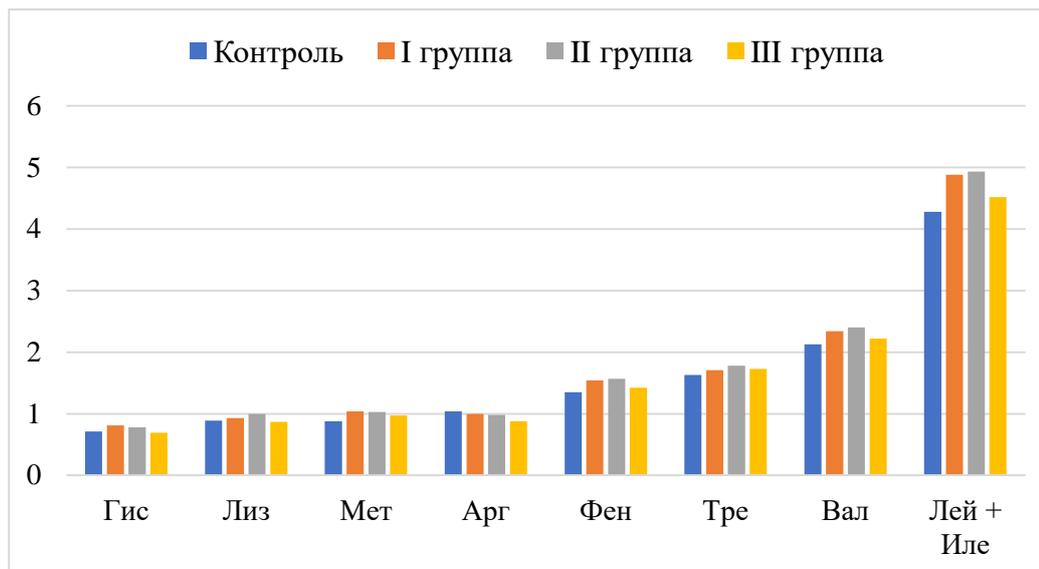


Рисунок 1 – Содержание незаменимых аминокислот в печени рыб, %

Введение же УДЧ SiO<sub>2</sub> при дозировке 300 мг/кг в рацион рыб, вероятно, сопровождается повышением окислительного стресса [10] и как следствие не отразилось на уровне аминокислот в печени.

**Выводы.** Таким образом, установлено, что введение в рацион рыб УДЧ SiO<sub>2</sub> в дозах 100 и 200 мг/кг корма сопровождается повышением продуктивности роста рыб на 10,2-14,1 % и увеличением количества незаменимых аминокислот в печени относительно контрольных значений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00281)*

#### **Литература:**

1. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Оценка эффективности применения наночастиц железа и биодобавок в кормлении карпа // Аграрный научный журнал. 2018. № 9. С.34-36.
2. Аринжанов А.Е. Продуктивность и обмен веществ у карпа при использовании рационов, содержащих различные формы железа и кобальта: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2013.139 с.
3. Сизова Е.А. Обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров при использовании в питание ультрадисперсных препаратов-микроэлементов: дис. ... д-ра биол. наук. Оренбург, 2017.344 с.
4. Pieszka M., Bederska-Łojewska D., Szczurek P., Pieszka M. The Membrane Interactions of Nano-Silica and Its Potential Application in Animal Nutrition // Animals (Basel). 2019. Vol.9(12). 1041. doi: 10.3390/ani9121041.
5. Zhou Y., Quan G., Wu Q., Zhang X., Niu B., Wu B., Huang Y., Pan X., Wu C. Mesoporous silica nanoparticles for drug and gene delivery // Acta Pharm Sin B. 2018. Vol.8(2). P.165-177. doi: 10.1016/j.apsb.2018.01.007.

6. Scholey D.V., Belton D.J., Burton E.J., Perry C.C. Bioavailability of a novel form of silicon supplement // *Sci Rep*. 2018. Vol.8(1).17022. doi: 10.1038/s41598-018-35292-9.
7. Маммаева Т.В., Сивашенко В.А. Эффективность использования различных доз нанодисперсного кремнезема в кормлении кур яично-мясного направления // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2018. № 4(48). С.181-187. DOI 10.24411/1999-6837-2018-14100.
8. Яушева Е.В., Мирошников С.А., Косян Д.Б., Сизова Е.А. Наночастицы Fe в сочетании с аминокислотами изменяют продуктивные и иммунологические показатели у цыплят-бройлеров // *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т.51. № 6. С. 912-920.
9. Vasconcellos R., Alvarenga É.C., Parreira R.C., Lima S.S., Resende R.R. Exploring the cell signalling in hepatocyte differentiation // *Cell Signal*. 2016. Vol. 28(11). P.1773-1788. doi: 10.1016/j.cellsig.2016.08.011.
10. Mostafavi – Pour Z., Zal F., Monabati A., Vessal M. Protective effects of a combination of Quercetin and vitamin E against cyclosporine A-induced oxidative stress and hepatotoxicity in rats // *Hepatol. Res*. 2008. Vol.38(4). P.385-392 doi: 10.1111/j.1872-034X.2007.00273.x

УДК 633.85:631.82

## ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Паламарчук П.Г., к. с.-х. наук, доцент,

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет» (г. Оренбург)*

Паламарчук И.В., к. б. наук,

*Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Оренбургский колледж экономики и информатики» (г. Оренбург)*

**Аннотация.** В статье представлены результаты экологического испытания гибридов подсолнечника масличного различных групп спелости. Показаны урожайные и финансовые перспективы улучшения условий минерального питания в южной природно-климатической зоне Оренбургской области.

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибриды, условия минерального питания, урожайность и структура урожая, степная зона Южного Урала

**Введение.** Зерно современных сортов и гибридов подсолнечника содержит до 50% и более растительного жира (масла), до 25% белка и является ценным сырьем для пищевой промышленности. Оно также широко используется на переработку как техническое сырьё. а побочные продукты отжима масла в виде жмыха и шрота являются хорошим кормом для сельскохозяйственных животных. В России подсолнечник служит основной масличной культурой, а подсолнечное масло традиционно пользуется высоким спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынке [1,2].

В современных экономических условиях, связанных с перестройкой сельскохозяйственного сектора экономики России, становлением рыночных отношений, мировым экономическим кризисом и беспрецедентным санкционным давлением со стороны западных стран, подсолнечник является одной из самых востребованных, рентабельных и в

тоже время неоднозначных в агротехническом отношении маргинальных культур степной зоны России. Его выращивание позволяет получать более ощутимые прибыли, нежели от традиционных хлебных культур, однако злоупотребление площадями посева сверх агрономически оправданных норм, выращивание в короткоротационных севооборотах, сопровождается значительным снижением плодородия и без того выработанных почв.

В экологическом отношении такой подход в совокупности с другими экологическими вызовами, несёт неопределимый ущерб стабильности ландшафтов, сопровождается катастрофической деградацией почвенного покрова, наносит большой вред биологическому разнообразию [3].

В регионах степной зоны России, особенно в новом тысячелетии, наблюдается значительный рост площадей, занятых подсолнечником. Только в Оренбургской области его посевы в среднем занимают более 800 тыс. га, а в отдельные годы (2017г) занятая им площадь превышает 1,0 млн га [4].

В сложившихся условиях для сокращения доли подсолнечника в структуре посевных площадей, выведения из обработки маргинальных земель, без существенного сокращения его валовых сборов и снижения финансовой состоятельности сельхозтоваропроизводителей, приобретает особую актуальность разработка мероприятий, направленных на повышение урожайности [5,6].

В засушливых условиях степных регионов России получение высокой урожайности подсолнечника, по свидетельству учёных и практиков, возможно только на основе региональных адаптивных технологий, составляющими которых являются: накопление и рациональное использование влаги, научно обоснованное применение удобрений, эффективная борьба с сорняками, вредителями и болезнями, использование гибридов с высокой продуктивностью [7,8,9].

Цель настоящих исследований заключалась в определении урожайной и экономической целесообразности улучшения условий минерального питания растений подсолнечника посредством внесения минеральных удобрений под гибриды различных групп спелости в условиях южной природно-климатической зоны Оренбургской области.

**Объекты и методы исследований.** Исследования, направленные на изучение особенностей формирования урожая современных гибридов подсолнечника масличного в различных условиях минерального питания, проводились в ООО «Нива» Ташлинского района Оренбургской области в 2018-2019 гг.

Период исследований характеризовался засушливыми условиями увлажнения, определявшимися невысоким количеством атмосферных осадков (рис. 1) на фоне значительных термических ресурсов.

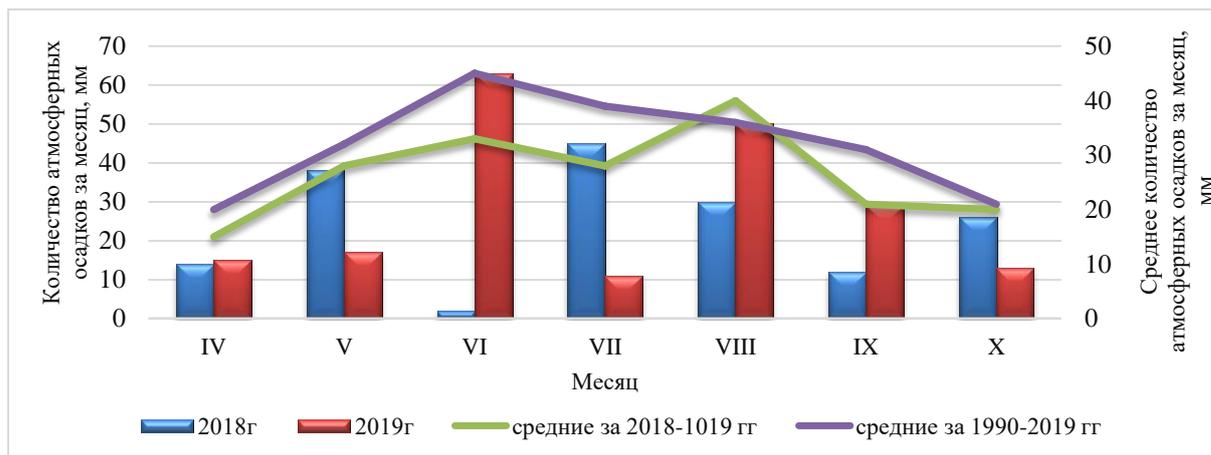


Рисунок 1 - Атмосферное увлажнение экспериментального участка в период исследований

В оба года исследований среднегодовая температура воздуха превышала среднемноголетние значения (предшествующего тридцатилетнего периода, включающего период исследований, 1990-2019гг.) ( $5,9^{\circ}\text{C}$ ) на  $0,7^{\circ}\text{C}$  (2018г) –  $0,1^{\circ}\text{C}$  (2019г). При этом осадков, при средних значениях около  $400,0$  мм в год, отмечено только  $319$  мм (2018г) –  $376$  мм (2019г), что в среднем ( $348$  мм) оказалось ниже на  $52$ мм или  $13\%$ .

Аналогичная закономерность прослеживалась и в отношении метеорологических параметров вегетационного периода. Так, за период со среднесуточной температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  (период активных температур) при среднем за 1990-2019гг количестве атмосферных осадков в  $224$  мм в 2018г отмечено  $167$ мм и  $198$  мм – в 2019г. В среднем за период исследований их количество оказалось ниже на  $41$ мм или на  $18,3\%$ .

Сумма активных температур напротив характеризовалась повышенными ресурсами. При средних значениях за 1990-2019гг в  $3123^{\circ}\text{C}$  в 2018г их прирост составил  $58^{\circ}\text{C}$  ( $1,9\%$ ) и  $50^{\circ}\text{C}$  ( $1,6\%$ ) - в 2019г.

Следствием указанных изменений метеорологических параметров стало заметное, в сравнении со средними за 1990-2019гг значениями, снижение ГТК Селянинова. При средних значениях ГТК  $0,73$  единицы в 2018г он составил только  $0,53$  единицы и  $0,62$  единицы – в 2019г. Его среднее за исследуемые годы значение ( $0,58$ ) оказалось ниже на  $0,15$  единиц или  $20,5\%$ .

В полевом эксперименте изучалось влияние на продукционный процесс подсолнечника масличного двух факторов:

Фактор А - гибриды подсолнечника масличного различных групп спелости:

- 1 - ультраскороспелые: Светлана, СУР;
- 2 - скороспелые: Бэлла, ЛГ-5377, Санмарин;
- 3 - раннеспелые: Туника и Савинка.

В качестве стандартного (контрольного) варианта был использован скороспелый гибрид Санмарин.

Фактор Б – условия минерального питания, изменяемые внесением различных норм минеральных удобрений:

- 1 - контроль, без удобрений (б/у);
- 2 -  $\text{N}_{20}\text{P}_{20}$  ( $57$  кг/га аммиачной селитры и  $41$  кг/га двойного суперфосфата);

3 - N<sub>40</sub>P<sub>40</sub> (114 кг/га аммиачной селитры и 82 кг/га двойного суперфосфата).

Опыт закладывался в четырехкратной повторности с систематическим расположением делянок площадью 224 м<sup>2</sup> (5,6м x 40м). Семена высевались нормой 50 тыс./га. Агротехника включала стандартные для зоны исследований агротехнические приёмы.

Наблюдение за ростом и развитием подсолнечника, определение биологического урожая и его структуры проводили общепринятыми методами. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась в Excel.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведённого эксперимента установлено, что изменение условий минерального питания посредством внесения различных норм удобрений не оказало существенного влияния на густоту растений подсолнечника на всех вариантах опыта. Она оказалась практически одинаковой (4,7-4,9 растений на 1 м<sup>2</sup>), а небольшие различия в 0,1 – 0,2 растения/м<sup>2</sup> оказались статистически недостоверными. (табл.1).

Таблица 1. Урожайность и структура биологического урожая гибридов подсолнечника в различных условиях минерального питания, средние за 2018-2019 гг

Гибрид	Норма внесения мин.уд., кг/га д. в-ва	Число растений к уборке, штук/м <sup>2</sup> .	Масса зерна в корзинке, г	Масса 1000 зёрен, г	Пустозёрность, %	Средняя урожайность, т/га
Санмарин (СТ)	Без.удобр	4,7	24,5	64,3	21,7	1,15
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,7	27,6	66,8	16,6	1,30
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,8	28,2	69,5	15,2	1,35
Светлана	Без.удобр	4,8	23,5	62,8	19,3	1,13
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,8	26,4	66,5	17,6	1,26
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,9	26,7	69,7	14,4	1,30
СУР	Без.удоб.	4,8	22,2	63,0	21,5	1,06
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,8	26,9	67,3	18,7	1,22
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,8	26,1	69,4	15,2	1,25
Бэлла	Без.удобр	4,7	24,7	65,6	20,7	1,16
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,8	27,9	71,6	16,4	1,34
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,9	28,1	73,5	14,0	1,38
ЛГ- 5377	Без.удобр	4,7	25,2	64,8	23,2	1,19
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,7	27,0	70,5	19,6	1,27
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,8	28,3	73,2	16,7	1,36
Туника	Без.удоб.	4,7	26,5	68,7	21,2	1,25
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,9	28,4	73,1	20,8	1,39
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,8	30,7	74,5	18,1	1,48
Савинка	Без.удобр	4,7	27,9	69,9	22,8	1,31
	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub>	4,8	30,2	73,8	17,6	1,45
	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	4,8	30,8	75,0	15,2	1,48
Средние		4,8	27,0	69,2	18,4	1,29
НСР <sub>05</sub>						0,07

Влияние различных условий минерального питания на структурные элементы биологической урожайности подсолнечника оказались более заметными. Так, у всех гибридов различных групп спелости под влиянием минеральных удобрений увеличилась масса 1000 зёрен и эти изменения хорошо согласуются с величиной биологического урожая. Максимальных значений масса 1000 зёрен достигала при внесении  $N_{40}P_{40}$  – 69,4 – 75,0 г среди гибридов всех групп спелости. Наибольшая масса 1000 зёрен на указанных вариантах минерального питания отмечена на делянках с раннеспелыми гибридами Туника и Савинка, у которых этот показатель достигал 68,7 – 75,0 г.

С увеличением нормы внесённых минеральных удобрений возрастала и масса зерна в корзинке – с 22,2 – 27,9 г на неудобренном фоне до 26,1 – 30,8 г на вариантах с максимальной из изученных норм удобрений ( $N_{40}P_{40}$ ).

Под влиянием минеральных удобрений снижался показатель пустозерности, который в среднем по всем изучаемым гибридам на неудобренном фоне составил 21,5%, а при внесении минеральных удобрений снизился до 18,2 % ( $N_{20}P_{20}$ ) – 15,5% ( $N_{40}P_{40}$ ).

Максимальная урожайность в опыте отмечена на вариантах с раннеспелыми гибридами подсолнечника Туника и Савинка – 1,48 т/га. Без исключения у всех гибридов подсолнечника урожайность зерна увеличивалась с увеличением норм минеральных удобрений. Так, внесение  $N_{20}P_{20}$  сопровождалось прибавкой урожайности от 0,08 т/га у гибрида ЛГ-5377 до 0,24 т/га у гибрида Бэлла. У гибридов Светлана и Савинка отмечено увеличение урожайности в среднем за 2 года на 0,07 – 0,17 т/га. Посевы гибридов СУР и Туника при внесении  $N_{20}P_{20}$  обеспечили прибавку в 0,19 – 0,23 т/га, соответственно. Дальнейшее повышение нормы минеральных удобрений до  $N_{40}P_{40}$  также сопровождалось прибавкой урожайности, хотя и в меньшей степени.

Самая высокая отзывчивость на улучшение условий минерального питания растений посредством внесения минеральных удобрений отмечена в посевах скороспелого гибрида Бэлла и раннеспелого гибрида Туника, где рост урожайности составил 15,0-18,9% и 11,2-18% по вариантам опыта, соответственно.

Расчёт экономической эффективности возделывания гибридов подсолнечника в условиях ООО «Нива» Ташлинского района показал, что выращивание масличного подсолнечника выгодно и рентабельно, но при использовании минеральных удобрений прибавка урожайности в условиях недостатка влагообеспеченности не окупает их применение и снижает рентабельность производства со 152,4 - 177,6 % до 67,5 – 78,7%, обусловленную в первую очередь диспаритетом цен на сельскохозяйственную (зерно подсолнечника) и промышленную (минеральные удобрения) продукцию.

**Выводы.** Полученные в исследовании экспериментальные данные позволяют заключить о высоких урожайных перспективах улучшения условий минерального питания растений подсолнечника путём внесения минеральных удобрений.

Экономическая целесообразность применения удобрений зависит от паритета рыночных цен на зерно подсолнечника и удобрения, часто складывающегося не в пользу воспроизводства почвенного плодородия посредством внесения минеральных удобрений, что чревато дальнейшей деградацией не возобновляемых почвенных ресурсов.

#### **Литература:**

1. Кислов А.В., Черных М.В. Урожайность подсолнечника и плодородие почвы в

зависимости от приемов обработки на южных черноземах Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 2. С. 20-22.

2. Жижин М.А. Формирование агрофитоценозов гибридов подсолнечника при применении микроудобрений и стимуляторов роста в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук по специальности 06.01.01. – Волгоград, 2006. 22 с

3. Соболин Г.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.В., Сатункин И.В., Хилько Л.Н. Экология и мониторинг окружающей среды // Повышение устойчивости биоресурсов на адаптивно-ландшафтной основе: материалы международной научно-практической конференции, г. Оренбург, 25-26 июня 2003г. Издательство: Оренбургский государственный аграрный университет, 2003. С. 166-169.

4. Gulyanov Yu.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Scientific approaches solving problems of modern steppe land use on the base of modernization of the landscape-adaptive systems of agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021.Vol. 817. P. 012040

5. Алексеенкова Е. Рентабельный подсолнечник: тонкости выбора гибрида // Агрофорум. 2020. № 3. С. 45-51.

6. Гулянов Ю.А., Чибилёв (мл.) А.А., Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28-40.

7. Лухменев В.П. Ресурсосберегающая технология возделывания подсолнечника в Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 2. С. 95-99.

8. Лухменев В.П. Эффективность сортов, гибридов подсолнечника и почвенных гербицидов в Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 2. С. 76-79.

9. Байманов А.С. Влияние некоторых приемов агротехники на урожайные свойства гибридов подсолнечника первого поколения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011. № 7-8 (221). С. 30-36.

УДК 636.086

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Лузбаев К.В., канд. с.-х. наук, Николаева Н.А., канд.биол.наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им.В.Р.Филиппова»*

*(г. Улан-Удэ)*

**Аннотация.** В статье приведены сведения использования в кормлении сельскохозяйственной птицы цеолитов Мухор-Талинского месторождения Республики Бурятия, которые оказывают стимулирующее влияние на их продуктивные показатели.

**Ключевые слова:** цеолит, цыплята-бройлеры.

**Введение.** Большая часть (2/3) сельскохозяйственного производства Республики Бурятия

сосредоточена в бассейне озера Байкал, что накладывает значительные обязательства на производство животноводческой продукции. В повышении продуктивности большую роль играет уровень кормления животных и применение различных биологически активных добавок, из которых большой интерес вызывают природные экологически чистые препараты.

В производстве животноводческой продукции в настоящее время используется целостный подход, основанный на следующих принципах:

- безопасность продукции;
- дружественное отношение к окружающей среде;
- создание условий для благополучия и здоровья животных, «здоровье животных без лекарств»;
- выведение новых пород и совершенствование существующих, устойчивых к заболеваниям;
- этическое отношение к животным;
- прибыльность отрасли;
- соответствие международным стандартам качества;
- четкое взаимодействие между всеми отраслями производственной цепочки [3].

Природное экологически чистое сырье не требует значительных затрат на производство, ресурсы многих видов природного сырья значительны, их использование не загрязняет окружающую среду. Препараты из природного сырья обладают выраженным стимулирующим действием на рост и развитие животных, достоверно увеличивая живую массу, удои, яйценоскость, улучшают качество шерсти, меха зверей, что снижает затраты корма на единицу продукции. Также, оказывая комплексное действие на организм, оказывают лечебно-профилактическое действие, повышают естественную резистентность, снижают процент падежа, а зачастую и предотвращают гибель молодняка, обеспечивая его сохранность [2].

Сырье, ресурсы которых значительны, не требуют больших затрат и их использование не загрязняет окружающую среду. Вследствие значительной близости структуры биологически активных веществ растений и биохимической структуры клеток и тканей животного организма (чего нельзя сказать о синтетических препаратах), они не оказывают побочного действия на организм, экологически безопасны, подвергаясь полной диссимиляции, не накапливаются в организме. Синтетические же препараты помимо побочного действия требуют значительных финансовых затрат [2, 3].

Препараты из природного сырья оказывают комплексное действие на организм, оказывают лечебно-профилактическое действие, повышают естественную резистентность, снижают процент падежа, а зачастую и предотвращают гибель молодняка, обеспечивая их сохранность/

Современный маркетинг ориентирован на потребителей, которые предпочитают покупать качественную продукцию, обладающую не только лучшими потребительскими качествами, но и не оказывающей негативного влияния на организм человека. Потребители проявляют значительный интерес к процессу производства животноводческой продукции, они хотят знать условия производства, место происхождения продукции. Вследствие этого важными факторами конкуренции на продовольственном рынке являются условия производства, благополучие и забота о животных, экологическая безопасность сельскохозяйственного производства, благополучная окружающая среда (в частности, необходимость соблюдения экологического равновесия в условиях наличия крупных водных бассейнов) и, как следствие – экологически чистая безопасная продукция [2, 3].

Регион Забайкалья отличается богатыми запасами такого природного минерального сырья, как цеолиты и бентониты. Наряду с такими известными месторождениями как Холинское, Шивыртуйское также разведаны и открыты ряд других, имеющих высокое содержание микро и макроэлементов. Это такие как Бадинское, Мухор-Талинское и др.

**Объекты и методы исследования.**

В условиях действующего производства, в промышленном цехе ООО «Талан» было сформировано группы цыплят-бройлеров. Первая группа использовалась в качестве контроля, а к корму опытных групп с 10-дневного возраста добавляли цеолит в количестве 3, 5, 7% от его массы соответственно.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Поголовье	Условия кормления
Контрольная (1)	200	ОР (основной рацион)
Опытная (2)	200	ОР+3% цеолит
Опытная (3)	200	ОР+5% цеолит
Опытная (4)	200	ОР+7% цеолит

Во время опыта учитывали живую массу, сохранность, выход тушек по категориям, убойный выход мяса, массу внутреннего жира и костей, развитие внутренних органов, проводились гематологические и биохимические исследования крови, содержание витаминов и минеральных веществ в сыворотке крови, печени, большой берцовой кости.

**Результаты.** Результаты научно-хозяйственного опыта отображены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты научно-хозяйственного опыта

Показатель	Ед. изм.	Группы			
		1(контроль)	2(опыт)	3(опыт)	4(опыт)
Средний вес в конце опыта	г	1305	1340	1351	1354
Сохранность	%	94,4	97,4	97,1	98,0
Выход тушек: %					
I категории	%	46,0	42,8	55,8	55,1
II категории	%	48,6	53,0	44,2	41,2
Нестандартных	%	5,4	4,2	-	3,7

Анализ выше приведенных показателей, в том числе прирост живой массы показал, что в группах, в рацион которых входил цеолит в разных концентрациях, средняя живая масса цыплят в конце опыта была выше, чем в контроле на 2,7 - 3,8%. Такая же тенденция отмечена и по сохранность птицы в опытных группах, которая также была выше и составила - 97-98% против 94% в контрольной группе. В опытных группах был выше выход тушек птицы I категории: в 3 – на 21,3%, в 4 – на 19,8%.

Результаты анатомической разделки тушек представлены в таблице 3.

Таблица 3. Выход мяса, костей, внутреннего жира

Группа	Жив.масса предубойн., г	Убойная масса		Внутр. жир, г	Мышцы, г	Кости, г
		г	%			
1(контроль)	1287,4	1124,7	87,4	37,6	441,6	184,9
2(опыт)	1328,9	1170,0	88,0	41,6	472,1	168,7
3(опыт)	1335,9	1171,6	87,7	34,4	470,9	199,4
4(опыт)	1336,4	1161,0	86,9	42,6	467,1	166,9

Как видно из представленных данных, показатели убойной массы на 3,2-4,0% в опытных группах были выше чем в контроле. Количество внутреннего жира превышало контроль во 2 группе на 10,6% и в 4 группе на 13,3%. Выход мышечной ткани во 2 группе был выше контроля на 6,9%, в 3 группе на 6,6%.

Развитие массы внутренних органов в сравнительном аспекте между группами показано в таблице 4.

Таблица 4. Относительная масса внутренних органов к живой массе птицы, %

Группа	Серд- це	Лег- кие	Пе- чень	Желез. жел.	Муск. жел.	Киш. тракт	Почки	Селе- зенка	Ти- мус
1(контроль)	0,71	0,76	2,76	0,57	2,44	6,38	0,37	0,28	0,28
2(опыт)	0,65	0,68	2,51	0,50	2,38	5,54	0,52	0,23	0,31
3(опыт)	0,86	0,78	2,88	0,58	2,64	6,82	0,40	0,28	0,36
4-я опыт	0,66	0,79	2,96	0,56	2,23	5,74	0,47	0,25	0,30

Масса внутренних органов имели существенные различия с контролем у цыплят, которые получали добавку цеолита 5% от массы корма.

В таблице 5 отражены гематологические и биохимические показатели крови.

Таблица 5. Гематологические и биохимические показатели крови

Показатели	Группа			
	1(контроль)	2(опыт)	3(опыт)	4(опыт)
Гемоглобин, г/л	87±0,47	97±0,47	101±0,12	98±0,27
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	2,8±0,11	2,9±0,12	2,6±0,15	3,0±0,16
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	37,2±1,93	36,0±0,81	34,7±1,10	34,5±0,64
Лейкоц.формула, %				
-базофилы	3,0(2-4)	4,5(3-8)	6,7(5-10)	6,0(4-8)
-эозинофилы	-	-	7,6(5-11)	7,2(5-11)
-лимфоциты	79,7	66,7	70,5	67,7
Щелочная фосфатаза	16,0	13,9	16,9	12,5
Фосфор, ммоль/л	5,3	5,3	5,3	5,3
Кальций, ммоль/л	10,0	10,5	12,0	12,7
Белок, г/л	41	46	41	35

Содержание гемоглобина в крови птицы опытных групп было несколько выше контроля. В целом общие показатели крови во всех группах находились в физиологических пределах.

Несколько иная картина отмечена при исследовании содержания витаминов и минеральных веществ, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6. Содержание витаминов и минеральных веществ

Показатель	Группа			
	1(контроль)	2(опыт)	3(опыт)	4(опыт)
Сыворотка крови:				
-витамин Е, мг/%	0,48	0,40	0,36	0,52
-каротин, мг%	0,064	0,092	0,121	0,064
Печень:				
-витамин В <sub>2</sub> , мкг/г	17,73	17,50	20,46	16,23
Б/берцовая кость:				
-кальций, %	17,85	18,36	18,71	17,42
-фосфор, %	9,00	9,50	9,05	9,61
-зола, %	51,00	51,0	51,27	51,26

В сыворотке крови исследовали содержание витамина А и каротина. Известно, что витамин А участвует в процессе регуляции синтеза белков в тканях и способствует росту клеток. Каротин защищает гемоглобин крови животного от разрушительного действия нитратов, стимулирует неспецифические факторы естественной резистентности, защищает организм от канцерогенного воздействия агрессивных прооксидантов — активных форм кислорода и свободных радикалов, образующихся в клетках в процессе внутриклеточного дыхания. Результаты показали максимальное содержание витамина А в сыворотке крови птицы 4 группы, минимальное в 3 группе, а каротина наоборот. Витамина В оказалось значительно больше в печени у бройлеров 3 опытной группы и наименьшее количество у 4 опытной группы.

Содержание минеральных веществ в большой берцовой кости и золы показало тенденцию увеличения у птицы опытных групп.

**Выводы.** Таким образом, результаты проведенного опыта свидетельствуют о том, что скармливание природного цеолита Мухор-Талинского месторождения фракции 1,0-3,0 мм в концентрациях 3, 5, 7% соответственно привело к увеличению живой массы их сохранности, выхода тушек по категориям, убойного выхода мяса, количества внутреннего жира и массы костей по данным анатомической разделки тушек, улучшились гематологические и биохимические исследования крови, содержание витаминов и минеральных веществ в сыворотке крови, печени, большой берцовой кости. Данное природное сырье обладает стимулирующими свойствами, не вызывая отрицательного влияния на организм бройлеров.

### *Литература:*

1. Лузбаев К.В., Носырева Н.В. Способ повышения яичной продуктивности сельскохозяйственной птицы// «Инновационные технологии производства конкурентоспособной, экологически безопасной продукции животноводства». Материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию и 50-летию трудовой деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора Мурзиной Татьяны Васильевны. – Чита, 2020- 107-109 С.
2. Лумбунов С.Г., Николаева Н.А., Лузбаев К.В. и др. Использование экологически безопасных кормовых добавок природного происхождения в животноводстве и птицеводстве Бурятии. - Улан-Удэ, 2014.- 139 с.
3. Николаева Н.А., Тарнуев Д.В., Кушеев Ч.Б. Применение растительного сырья для улучшения функциональной деятельности желудка лабораторных животных// Состояние и пути развития производства и переработки продукции животноводства, охотничьего и рыбного хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию технологического факультета Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. Улан-Удэ, 2022. - 105-110 С.

УДК: 633.491 : 631.5 (470.331)

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ХОЗЯЙСТВАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Васильев А.С., канд. с.-х. наук,

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» (Тверь)*

**Аннотация.** Картофель является важнейшей сельскохозяйственной культурой, как в отечественном, так и мировом земледелии. Технологии возделывания картофеля отличаются значительной вариативностью по машинно-технологическому наполнению и иным критериям, определяемым ресурсным потенциалом и почвенно-климатическими условиями каждого конкретного региона. Целью данной работы являлся анализ передового опыта формирования эффективных технологий возделывания картофеля, применительно к условиям Тверской области. В статье представлены обобщенные материалы полевых опытов по оптимизации технологии возделывания картофеля в хозяйствах Тверского региона. Даны рекомендации по системам севооборотов, удобрениям и обработке почвы, позволяющие при их соблюдении получать устойчивую урожайность клубней на уровне 35-40 т/га с высоким качеством продукции, а также снизить непроизводительные потери при реализации основных технологических процессов.

**Ключевые слова:** картофель, технология возделывания, оптимизация, предшественник, удобрение, обработка почвы, повышение урожайности клубней.

**Введение.** Картофель – это ценная сельскохозяйственная культура самого разностороннего использования [1]. По своей потенциальной продуктивности он в 2-3 раза превышает многие другие сельскохозяйственные растения [2]. При выращивании его по интенсивным технологиям действительно возможными для современных сортов являются урожаи клубней в 60-70 т/га и более [3, 4].

По данным Минсельхоза Тверской области в 2020 году картофелем было занято порядка

14 тыс. га, что составляет 2,92% от всей посевной площади во всех категориях хозяйств региона. Средняя урожайность с 1 га была на уровне 14,5 т, что ниже среднероссийского показателя равного 24,2 т/га [5]. Такая диспропорция в урожайности обусловлена тем, что на территории Тверской области помимо относительно крупных аграрных комплексов, таких как ООО «Скопа», ООО «Саначино-Агро», ООО «Тверь Агропром», ООО «Редкинская АПК» и ряда других, получающих стабильно высокие урожаи, присутствует также огромное количество мелкотоварных сельхозпроизводителей, имеющих ограниченный ресурсный потенциал.

Как правило, в картофелеводстве России и Тверской области применяются следующие технологии: «заворовская» (интенсивная), грядово-ленточная, голландская, гриммовская, гребневая технология с междурядьями 90 см (западноевропейская, американская) [4]. Наибольшее распространение в регионе, наряду с хорошо зарекомендовавшими себя гриммовской и гребневой технологиями, получила «заворовская», основанная на использовании комплекса серийных машин отечественного производства.

Цель данной работы – анализ передового научно-производственного опыта формирования эффективных технологий возделывания картофеля, применительно к условиям Тверской области.

**Объекты и методы исследований.** С целью оценки особенностей технологий возделывания картофеля в условиях Верхневолжья в период с 2013 по 2020 гг. был изучен передовой опыт агрохозяйств Сонковского, Старицкого, Конаковского, Кашинского, Лихославльского и Калининского районов Тверской области и выполнен ряд полевых исследований на базе ФГБОУ ВО Тверская ГСХА. Исследования и определения выполнялись в соответствии с существующим и хорошо апробированным в земледелии и растениеводстве методическим инструментарием [6, 7].

**Результаты.** В результате анализа собранного материала был сформирован ряд важных особенностей в создании высокопродуктивных посадок картофеля посредством оптимизации агротехнологических параметров. Установлено, что лучшими предшественниками для картофеля в регионе являются сидеральные культуры, такие как горчица белая. В качестве альтернативных предшественников выступают озимые зерновые, многолетние (бобово-злаковые) травы 1 и 2 года пользования. В крупных агроформированиях, специализирующихся на производстве картофеля, наиболее целесообразно его возделывание в короткоротационных севооборотах и звеньях, например: 1) занятый пар, 2) озимые + промежуточные культуры (горчица белая), 3) картофель или 1) яровые зерновые (ячмень) + пожнивно горчица белая, 2) картофель или 1) яровые зерновые (овес, пшеница), 2) горчица белая на сидерат, 3) картофель и других. По данным исследований, выполненных на базе ООО «Тверь Агропром», размещение картофеля по горчице белой на сидерат повышает урожайность по сравнению с повторным возделыванием, в среднем по различным сортам, на 14,1 т/га (53,8%) [3, 8].

Выявлено, что при возделывании картофеля на дерново-среднеподзолистой легко суглинистой хорошо окультуренной почве средние расчетные дозы NPK на урожай 40 т/га составляют  $N_{120}P_{140}K_{180}$ . При этом в разрезе сортов установлено, что внесение указанных доз минеральных удобрений при возделывании картофеля по «заворовской» технологии, обеспечивает урожайность порядка 40 т клубней с 1 га при размещении в севообороте после горчицы белой и более 26 т/га при выращивании повторно по картофелю.

При возделывании картофеля в системе ухода за посадками необходимо проводить некорневые подкормки высокотехнологичными ростстимулирующими препаратами (например, на основе хелатных форм микроэлементов или наноразмерных частиц) [9]. В частности, полевыми исследованиями было установлено, что для раннеспелых сортов картофеля высокой эффективностью характеризовалась обработка препаратом Нано-Гро в дозе 25 гранул/га в фазу бутонизации, обеспечивающая прибавку урожая клубней – 2,9 т/га (12,2%) с содержанием в них 14,9% крахмала, 21,7% сухого вещества, 9,9% сырого протеина и 66 мг/кг нитратов (что в 3,8 раза ниже ПДК); для позднеспелых в эту же фазу препаратом коллоидного серебра (AgBio-2) в дозе 0,15 л/га, что обеспечивало рост продуктивности посадок на 3,4 т/га (12,7%) с содержанием в клубнях 19,1% крахмала, 23,5% сухого вещества, 10,6% сырого протеина и 55 мг/кг нитратов (что в 4,5 раза ниже ПДК). Отметим также, что оптимальным расходом рабочей жидкости при мелкодисперсном опрыскивании растений являлся 200-250 л/га. Сравнительно высокую эффективность на картофеле в опытах и при производственной апробации показали также микроэлементные препараты Аквадон-Микро и Акварин.

Традиционная система обработки почвы в регионе при возделывании картофеля предусматривает проведение зяблевой вспашки на глубину пахотного слоя на 10-12 день после дискования или лемешного лущения стерни в зависимости от степени и характера засоренности полей. При ранней уборке зернового предшественника и (или) использовании промежуточной культуры – горчицы белой в систему летне-осенних мероприятий включаются: культивация зяби с боронованием на глубину 6-7 см (при необходимости с прикатыванием); посев горчицы белой на глубину 2-3 см с нормой высева 12-14 кг/га всхожих семян на гектар; запашка горчицы в фазу цветения (примерно на 30-й день после посева) на глубину пахотного слоя.

**Выводы.** Таким образом, на основании результатов исследований и обобщения производственного опыта возделывания картофеля в условиях Тверской области предприятиям, специализирующимся на производстве картофеля наряду с применением современной техники следует более широко использовать сидеральные культуры, такие как горчица белая, а также некорневые подкормки. Совокупный эффект от применения рассмотренных в статье приемов может обеспечить устойчивую урожайность клубней картофеля в разные по агроклиматическим условиям годы на уровне 35-40 т/га.

#### **Литература:**

1. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Чайка В.А. Выращивание картофеля и топинамбура с применением микроэлементов // Вестник ИрГСХА. 2022. №108. С. 41-52.
2. Усанова З.И., Самотаева Н.В., Филин В.В., Киселева Г.В., Колосов Ю.А., Сухов А.В., Филиппов В.Н. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье: монография. Тверь: ООО «Изд-во «Триада», 2013. 528 с.
3. Усанова З.И., Васильев А.С. Технологии производства картофеля в Центральном Нечерноземье: учебное пособие. Тверь: Тверская ГСХА, 2016. 99 с.
4. Колчина Л.М. Технологии и оборудование для производства картофеля: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 164 с.
5. Васильев А.С., Алдошин Н.В., Фаринюк Ю.Т., Голубев В.В. Адаптивные агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Центрального

Нечерноземья (технологии, средства механизации): монография. Тверь; Тверская ГСХА, 2021. 293 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 350 с.

7. Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований и курсовой работы по растениеводству. Тверь: Тверская ГСХА, 2013. 112 с.

8. Усанова З.И., Козлов В.В. Формирование урожайности сортов картофеля при возделывании по разным технологиям в условиях Верхневолжья // Достижения науки и техники АПК. 2014. №4. С. 42-45.

9. Васильев А.С., Усанова З.И. Формирование продуктивности разных сортов картофеля под влиянием некорневых подкормок высокотехнологичными препаратами // Земледелие. 2016. №5. С. 33-36.

УДК 631.8 : 631.46 : 631

## **ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН СОИ БИОПРЕПАРАТОМ РИЗОТОРФИН НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Вейнбендер А.А., специалист, Шулико Н.Н. канд. с.-х. наук,  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр» (г. Омск)*

**Аннотация.** Исследования проводились в лесостепной зоне юга Западной Сибири (Омская область). Установлено, что агроприем инокуляция, оказывает положительное влияние на численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, в этой связи усиливается и интенсивность разложения целлюлозы в почве. При инокуляции семян сои, наибольшее разложение целлюлозы отмечено в ризосфере сорта сои - Сибирячка.

**Ключевые слова:** инокуляция, соя, сорта, интенсивность разложения целлюлозы.

**Введение.** Интенсивность разложения целлюлозы является одним из показателей биологической активности почвы и зависит от численности разрушающих ее микроорганизмов. Целлюлоза – это основной источник органического вещества в почве [1]. Известно, что на целлюлозолитическую активность почвы оказывает положительное влияние применение удобрений. По интенсивности распада клетчатки с большой достоверностью можно судить об уровне эффективного плодородия почвы, поскольку факторы, определяющие величину урожая культуры, в равной мере регулируют и деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов [2, 3]. По-видимому, комплекс условий, определяющих хорошую жизнедеятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, близок к оптимальным условиям произрастания сельскохозяйственных культур.

В этой связи целью исследований было изучение изменения активности разложения целлюлозы в лугово-черноземной почве при инокуляции семян сои бактериальным удобрением.

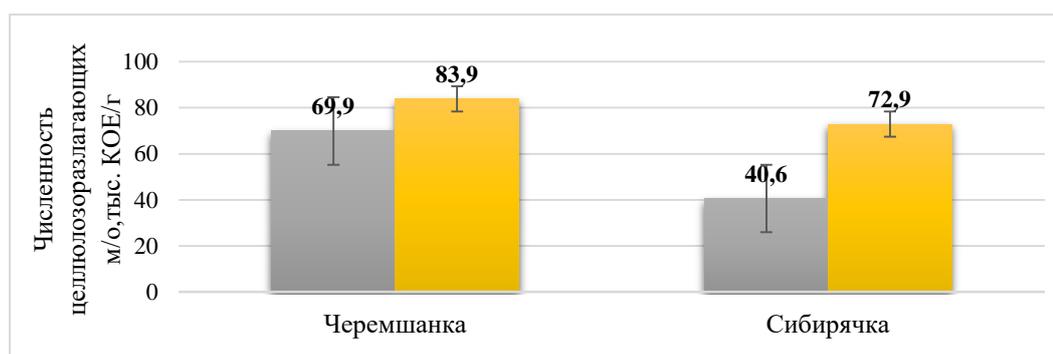
**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились в 2021 году на опытных полях ФГБНУ Омский АНЦ в условиях южной лесостепи Западной Сибири. В качестве

объекта исследования были использованы два сорта сои Сибирячка и Черемшанка. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0-0,2 м около 7% (по Тюрину), мощность гумусового горизонта 0-0,45 м. Инокуляция проводилась в день посева, биопрепаратом фунгицидно-стимулирующего действия - Ризоторфин ВР 835 (производство ВНИИСХМ, г. Пушкин).

Метеорологические условия вегетационного периода были засушливыми (ГТК) - 0,7 ед., количество осадков выпало меньше нормы, днём отмечался часто сильный порывистый ветер, что на фоне высокой температуры воздуха приводило к большим потерям запасов почвенной влаги.

Количественный учет микроорганизмов осуществлялся на плотных питательных средах согласно общепринятым методикам [4], а также определена интенсивность разложения целлюлозы [5].

**Результаты.** Целлюлозоразлагающие микроорганизмы являются составной частью почвенной микрофлоры. За вегетационный период 2021 г. применение инокуляции повышало количество этой группы микроорганизмов в ризосфере обоих сортов сои (рис. 1).



**Рис. 1 Численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в ризосфере сортов сои при применении биопрепарата, тыс. КОЕ/г (n=3)**

В ризосфере сорта Черемшанка их количество увеличилось на 20% в варианте с применением Ризоторфина, достоверное увеличение отмечается в ризосфере сорта Сибирячка в 1,7 раза выше по отношению к контрольному варианту. Возможно, это связано с низким потреблением азота нитратов растениями сои в условиях засухи, что приводит к накоплению его в почве и, следовательно, активации целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

В условиях засушливого вегетационного периода, инокуляция семян сорта сои Сибирячка способствовала повышению целлюлозолитической активности почвы под посевом культуры. Усиление интенсивности разложения целлюлозы от приема инокуляции объясняется использованием микроорганизмами дополнительных источников азота, необходимого для распада клетчатки. Предпосевная обработка биопрепаратом Ризоторфин семян сои сорта Черемшанка не оказала существенного влияния на величину показателя (рис. 2).

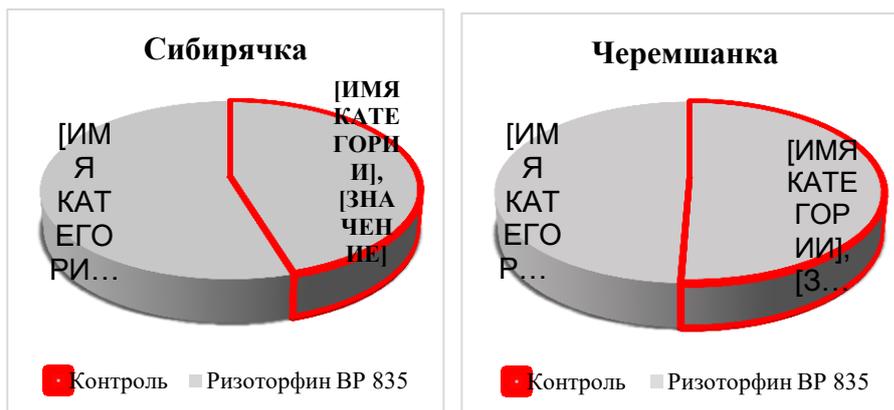


Рис. 2 Интенсивность разложения целлюлозы, % (экспозиция пленки 56 дней), слой 0-20 см, 2021 г.

**Выводы.** Установлено положительное влияние приема инокуляции на интенсивность разложения целлюлозы в почве. Обработка семян сои биопрепаратом Ризоторфин повышала как численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, так и интенсивность разложения целлюлозы.

#### Литература:

1. Мишустин Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин Е.Н., В.Т. Емцев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
2. Климкина Ю.М. Влияние удобрений на урожайность ячменя и целлюлозолитическую активность дерново-подзолистой почвы /Ю.М. Климкина //Агрохимический вестник. – 2015. – Т. 3, №. 3-3. – С. 34-36.
3. Шулико Н. Н. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические и биологические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя в южной лесостепи Западной Сибири : специальность 06.01.04 "Агрохимия" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шулико Наталья Николаевна. – Новосибирск, 2017. – 169 с.
4. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии 4-е изд., перераб. и доп. / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева // М.: Колос, 1993. – 175 с.
5. Тихомирова Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы / Л.Д. Тихомирова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1973. – №5. – С. 15-18.

УДК 632.4

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА ПОРАЖЁННОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА

Воронин А.Н., к.с.-х.н., Котьяк П.А., к.с.-х.н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»  
(г. Ярославль)

**Аннотация.** В работе представлен материал по изучению влияния различных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на распространенность и интенсивность болезней, а также урожайность

овса. Исследования проводились в стационарном полевом опыте Ярославской государственной сельскохозяйственной академии на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Показана положительная роль применения системы поверхностно-отвальной обработки почвы на варианте с соломой и полной нормой минеральных удобрений на обоих фонах защиты растений от сорняков. В этом случае можно снизить поражённость посевов овса и получить высокий урожай.

**Ключевые слова:** распространённость болезней, интенсивность развития болезней, овёс, гельминтоспориоз, ржавчина, фузариозная корневая гниль, урожайность.

**Введение.** Одной из основных причин снижения урожайности сельскохозяйственных культур является высокая засорённость посевов, поражение их болезнями и вредителями. Они подавляют рост, снижают способность приспосабливаться к условиям окружающей среды, что в свою очередь влияет на качество и количество урожая. Например, потери урожая озимой ржи могут достигать 30% [1].

Тип обработки почвы по М.Ю. Горбунову [2], оказывает существенное влияние на развитие фитопатогенов на поверхности почвы. А.Н. Воронина и П.А. Котьяк [3] установили, что интенсивность поражения посевов и распространённость гельминтоспориозных корневых гнилей меньше всего проявляются при ресурсосберегающих системах обработки почвы.

Использование системы удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами может помочь в борьбе с болезнями, в т.ч. снизить вероятность распространения и уровень микробной инфекции. По мнению многих авторов [4], применение удобрений улучшает фитосанитарное состояние сельскохозяйственных культур, так как повышается конкурентоспособность растений, а сами они способны в значительной степени сдерживать рост и развитие сорняков и противостоять пагубному действию болезней. По мнению А.Н. Воронина, А.М. Труфанова и С.В. Щукина, полное внесение соломы и минеральных удобрений приводит к снижению поражённости зерновых растений болезнями ржавчины [5].

Цель работы - изучить влияние различных технологий возделывания на заболеваемость и урожайность овса.

**Объекты и методы исследований.** Работа проводилась в 2022 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве в посеве овса.

Схема опыта: *Фактор А. Система основной обработки почвы, «О».* 1. Отвальная (MP); 2. Поверхностная с рыхлением (STL); 3. Поверхностно-отвальная (SP); 4. Поверхностная (ST).

*Фактор В. Система удобрений, «У».* 1. Без внесения удобрений (F0); 2. N30 (N); 3. Солома (S); 4. Солома + N30 (SN); 5. Солома + NPK (SNPK); 6. NPK (NPK).

*Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г».* 1. Без гербицидов (G0); 2. С гербицидами (WG).

Определение болезней растений проводилось методом маршрутных обследований. Урожайность определялась сплошным поделяночным методом с учётом влажности и засорённости. Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа с помощью программы Disant. В 2022 году в целом складывались благоприятные условия для роста и развития овса.

**Результаты.** Поражение растений гельминтоспориозом было выявлено на стадии всходов овса. В среднем достоверного изменения распространения и интенсивности развития

вышеперечисленных болезней в случае применения удобрений и СЗР не наблюдалось, а наименьшие значения наблюдались при поверхностной системе обработки. Использование соломы с полной нормой минеральных удобрений привело к снижению интенсивности развития гельминтоспориоза на 0,53% по сравнению с контролем.

Развитие гельминтоспориоза наблюдали на всех остальных стадиях развития овса. В среднем применение систем обработки почвы с полным внесением соломы и минеральных удобрений способствовало минимальному распространению и интенсивности гельминтоспориоза.

Растения поражались фузариозной корневой гнилью в фазу кущения. Использование всех исследованных систем удобрения привело к статистически значимому снижению заболеваемости фузариозными корневыми гнилями с наименьшим значением на фоне «Солома + NPK». Ржавчину и септориоз наблюдали в посевах овса в период молочной спелости. В среднем комплексное внесение органических и минеральных удобрений значительно снизило заболеваемость септориозом и интенсивность развития корончатой ржавчины. Также применение всех исследованных систем удобрения приводило к статистически значимому снижению интенсивности развития септориоза.

Урожайность показывает эффективность сельскохозяйственного использования. В среднем применение изучаемой системы обработки почвы существенно не изменило урожайность овса, а наибольшее значение было при отвальной системе обработки почвы - 34,92 ц/га (табл. 1). Применение всех исследованных систем удобрения способствовало значительному повышению урожайности овса, а наибольший показатель составил «Солома + NPK» - 45,68 ц/га. В среднем по системам обработки почвы и удобрений указанный показатель значительно увеличился с 29,19 т/га до 32,12 т/га при применении гербицида Агритокс.

Таблица 1. Влияние изучаемых факторов на урожайность овса, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»	
MP	34,92
STL	28,80
SP	31,59
ST	27,31
HCP <sub>05</sub>	F <sub>Ф</sub> <F <sub>05</sub>
Фактор В. Система удобрений, «У»	
F0	20,28
N	25,92
S	27,94
SN	29,88
SNPK	45,68
NPK	34,24
HCP <sub>05</sub>	4,33
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»	
G0	29,19
WG	32,12
HCP <sub>05</sub>	1,70

**Обсуждение результатов.** Сочетание отвальной обработки один раз в 3 года и поверхностной обработки в остальные годы способствует созданию благоприятных условий для роста и развития растений овса. Благодаря этому сама культура может успешно противостоять воздействию болезней, что выражается минимальными значениями распространения и интенсивности развития. Однако самый высокий выход зерна овса наблюдался при отвальной обработке.

Применение органоминеральной системы удобрения (солома и полная норма минеральных удобрений) определило минимальные значения вышеперечисленных показателей, а в ряде случаев произошли существенные изменения. Урожайность была самой высокой для данного фона питания.

Применение гербицида Агритокс существенно не повлияло на распространенность или интенсивность болезни на всех стадиях развития овса. С другой стороны, урожайность резко возросла при использовании химикатов для защиты растений от сорняков.

**Выводы.** В качестве основного приема на дерново-подзолистых глеевых почвах рекомендуется использовать систему поверхностно-отвальной обработки почвы с возможностью сочетания применения соломы и полного минерального удобрения на варианте с «гербицидами». В этом случае можно уменьшить ущерб от болезней и получить максимальный урожай яровой пшеницы.

#### **Литература:**

1. Ивенин В. В., Борисов Н. А., Ивенин А. В. Система минимализации обработки клеверного пласта под озимую пшеницу на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона // Вестник Ульяновской ГСХА. 2018. № 2. С. 61-66.
2. Горбунов М. Ю., Усольцев Ю. А. Листостеблевые заболевания яровой пшеницы при различных технологиях обработки почвы // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 4. С. 33-36.
3. Котьяк П. А., Воронин А. Н. Влияние агротехнических приёмов на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 79-82.
4. Зенькова Н. Н., Разумовский Н. П., Моисеева М.О. Продуктивность, качественный состав и использование кормовых бобов // Сборник трудов конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием. 2018. С. 83-86.
5. Воронин А. Н., Труфанов А. М., Щукин С. В. Действие агротехнических приёмов на распространённость ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур // Известия ТСХА. 2021. № 4. С. 41-50.

УДК 631.46 : 631.41

## МИКРОБИОМ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ И NO-TILL

Гармашов В.М., д-р с.-х. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Воронежский федеральный аграрный научный центр  
им. В.В. Докучаева», (Каменная Степь)*

**Аннотация.** Представлены результаты изменения микробиологической активности почвы при переходе на минимализацию обработки почвы и ресурсосберегающие технологии в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР.

**Ключевые слова:** микробиом, аммонифицирующие микроорганизмы, ресурсо-сберегающие технологии, минимализация обработки почвы, no-till.

**Введение.** В последние годы в аграрном производстве все активнее осуществляется переход на энерго- и ресурсосберегающие технологии. Учитывая, что обработка почвы является достаточно энергозатратным агротехническим приемом, сельхозтоваропроизводители все шире используют агротехнические приемы, основанные на минимализации обработки почвы, и даже переходят на технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы – прямой посев.

Однако разноречивость информации в научной литературе и неоднозначность мнений по эффективности применения минимализации обработки почвы и прямого посева требуют проведения углубленных исследований. Есть опубликованные результаты исследований, полученные в различных почвенно-климатических зонах, свидетельствующие о снижении обеспеченности почвы минеральным азотом и усилении дифференциации профиля по содержанию подвижного фосфора, увеличении пестицидной нагрузки, негативно сказывающейся на биогенности почвы и экологической обстановке в агроландшафтах [1-3].

По другим материалам, систематическое применение прямого посева по истечению некоторого времени приводит к стабилизации почвенных режимов и улучшению плодородия почвы [1,4,5].

Вместе с тем в научной литературе в последние годы все чаще приводятся данные о положительном влиянии минимализации обработки почвы и технологии прямого посева, по сравнению традиционной отвальной обработкой, на влагообеспеченность почвы, снижение затрат и т. д. [6,7].

Наряду с тем, что почвенная микробиота активно участвует в формировании плодородия почвы, она также исключительно чутко реагирует на изменения, происходящие в почвенной среде, и считается одним из наиболее чувствительных индикаторов, быстро отражающих направленность в изменении плодородия почв и их агроэкологического состояния [8]. Поэтому мониторинг и оценка показателей микробиологической активности почвы актуальны и практически значимы в оценке направленности течения почвенных процессов.

В связи с этим целью исследований было изучить динамику и направленность развития микробиологических процессов в черноземе обыкновенном при минимализации обработки почвы и прямом посеве.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводили в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР, в Воронежском ФАНЦ им. В.В. Докучаева, в стационарном опыте отдела адаптивно-ландшафтного земледелия по разработке приемов и систем обработки почвы в севообороте, способствующих воспроизводству плодородия почвы и высокой урожайности выращиваемых культур. Объектом исследований был чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями 30-ти сантиметрового слоя: гумус по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, (ГОСТ 2613-91) – 6,48%, общий азот по Гинзбург – 0,36 %, общий фосфор – по Гинзбург и Щегловой – 0,35%, общий калий по Ожигову – 1,85%, азот гидролизуемый по Тюрину и Кононовой – 61,2 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 66,4 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,99, гидролитическая кислотность – 0,57 мг-экв./100 г почвы.

Мониторинговые исследования микробиологической активности почвы были проведены на протяжении девяти лет с 2014 по 2022 год с нарастающим сроком использования приемов минимализации обработки почвы на первом поле стационарного опыта при традиционной в зоне обработке почвы – ежегодной вспашке на глубину 20-22 см (контроль), ежегодной поверхностной обработкой на глубину 6-8 см, нулевой обработке и в почве естественной экосистемы – залежь косимая (абсолютный контроль).

Приемы обработки почвы изучали в зернопропашном севообороте: горох – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень.

Агротехнические мероприятия при выращивании культур с применением отвальной и минимальной систем обработки почвы соответствовали рекомендуемым для зоны. На делянках с прямым севом обработка почвы не проводилась, после уборки предшественника и перед посевом сельскохозяйственных культур применялись глифосатсодержащие гербициды.

Для изучения микробоценоза почвы в течение вегетационного периода на изучаемых вариантах отбирали смешанные образцы из слоя 0-20 см. Учет численности групп микроорганизмов проводили классическим методом посева на разных диагностических средах (Звягинцев Д.Г., 1991). На мясо-пептонном агаре (МПА) учитывали аммонификаторов; на крахмало-аммиачном (КАА) – прототрофов, использующих минеральные соединения азота.

Обработку экспериментальных данных осуществляли дисперсионным методом математического анализа (Доспехов, 1985) с использованием программного обеспечения ПК Microsoft Office Excel 2010.

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований были контрастными, с ГТК за май-август от 0,3 до 1,10, и отражали всевозможный спектр складывающихся погодных условий в зоне, обеспечивая высокую объективность оценки действия изучаемых факторов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований была изучена динамика развития наиболее многочисленных групп микроорганизмов, присутствующих в микробиоме черноземных почв, аммонифицирующих и амилотических бактерий (прототрофов) при классической отвальной, поверхностной, нулевой обработках и многолетней косимой залежи.

Результаты исследований показали, что развитие микробиома почвы изменялось под воздействием гидротермических условий вегетационных периодов, в зависимости от высеваемых культур и приемов обработки почвы (рис. 1, 2).

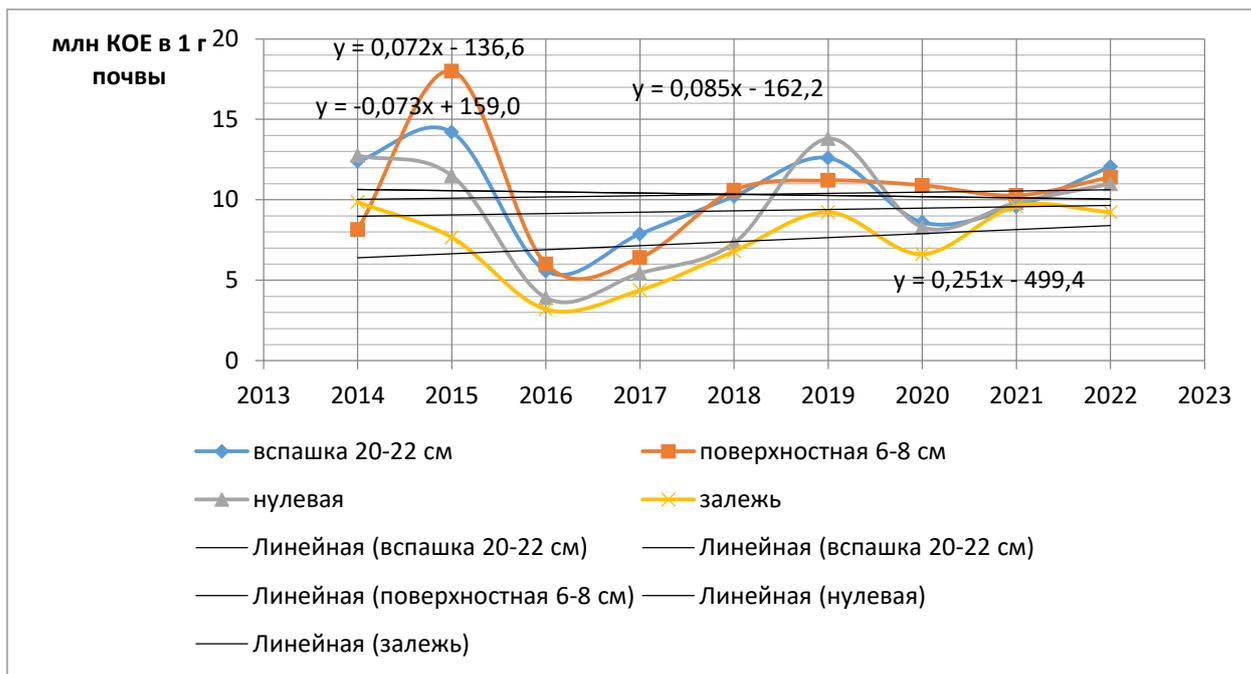


Рисунок 1 – Динамика развития аммонифицирующих микроорганизмов (развивающихся на МПА) при ресурсосберегающих обработках почвы и на залежи

Пул аммонифицирующих микроорганизмов, использующих для своей жизнедеятельности свежее органическое вещество, поступающее в почву как с корневыми выделениями, так и с пожнивными остатками при ее обработке, в большей степени подвергался воздействию изучаемых факторов. В меньшей мере это проявлялось в группе микроорганизмов ассимилирующих минеральные формы азота, о чем свидетельствует амплитуда колебания их численности по годам и практически полное отсутствие корреляционной зависимости между гидротермическим коэффициентом периода вегетации и уровнем активности этой группы микроорганизмов  $r = 0,12$ -  $(-0,008)$  (рис. 2).

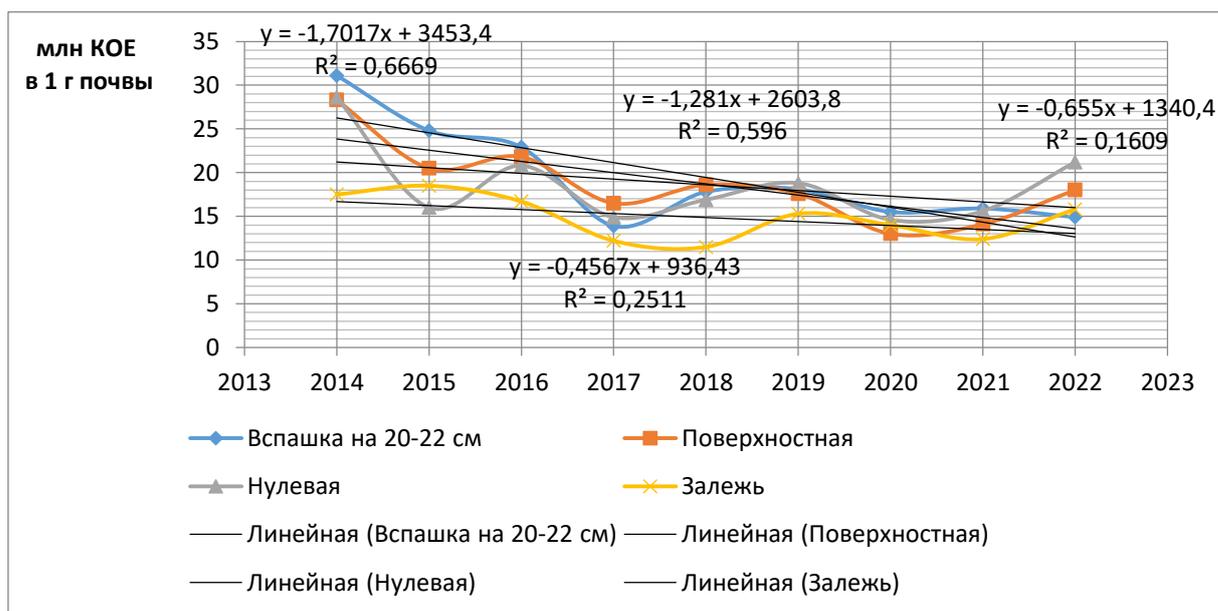


Рисунок 2 – Динамика развития амилаолитических микроорганизмов (развивающихся на КАА) при ресурсосберегающих обработках почвы и на залежи

При наибольшей среднегодовой численности аммонифицирующих микроорганизмов при отвальной обработке на глубину 20-22 см (10,4 млн КОЕ в 1 г абс. сухой почвы), применение систематической поверхностной обработки практически не снизило активности этой группы микроорганизмов, тогда как использование нулевой обработки привело к снижению их численности (до 9,3 млн КОЕ в 1 г абс. сух. почвы или на 10%).

В почве залежи среднегодовая численность микроорганизмов, развивающихся на МПА, была минимальной (7,4 млн КОЕ в 1 г абс. сух. почвы) и имела достаточно большие колебания по годам. Коэффициент вариации составлял  $V = 32,2\%$ .

Динамика направленности изменения активности микроорганизмов, усваивающих органические формы азота, при минимализации обработки почвы была аналогична динамике при классической обработке, вспашке на глубину 20-22 см, но на более низком уровне, о чем свидетельствуют тесная корреляционная связь  $r = 0,90$ , трендовые линии и уравнения регрессии (рис. 1). А с почвой залежи (абсолютный контроль) максимальный коэффициент корреляции был при нулевой обработке  $r = 0,91$ .

Рассматривая изменение микробиологической активности почвы во времени, необходимо отметить, что в течение четырех лет с начала внедрения систематического прямого посева отмечалось снижение микробиологической активности почвы по сравнению с регулярно обрабатываемой (вспашка на глубину 20-22 см), наиболее четко это прослеживается по группе аммонифицирующих микроорганизмов, что обусловлено снижением насыщения 0-20 см слоя почвы растительными и корневыми остатками. В дальнейшем, начиная с шестого года использования прямого посева, аммонифицирующая активность чернозема достигает уровня обрабатываемой почвы (рис. 1).

Судя по результатам исследований, микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, меньше реагируют на минимализацию обработки почвы и даже при нулевой обработке быстрее адаптируются и приходят к тому же уровню развития, что и в обрабатываемой почве (рис. 2). И поэтому различия в амилолитической активности чернозема были менее контрастными по изучаемым приемам обработки, о чем свидетельствуют уравнения регрессии и трендовые линии.

Развитие этих групп микроорганизмов в почве залежи идет менее интенсивно и более стабильно, чем в агрогенных почвах.

**Выводы.** В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР переход на минимализацию обработки почвы и ресурсосберегающие технологии приводит к снижению активности микробного ценоза агрочернозема, и особенно группы аммонифицирующих микроорганизмов в первые четыре года освоения этих технологий. Микроорганизмы, ассимилирующие минеральные формы азота, в меньшей мере реагируют на минимализацию обработки почвы. В почве залежи развитие этих групп микроорганизмов идет менее интенсивно, но более стабильно.

Динамика развития микроорганизмов при нулевой обработке в наибольшей мере приближается к залежной почве, о чем свидетельствуют линии тренда и корреляционные связи.

#### **Литература:**

1. Кирюшин В.И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы развития задачи исследования / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.

2. Завалин А.А., Дридигер В.К., Белобров В.П., Юдин С.А. Азот в черноземах при традиционной технологии обработки и прямом посеве (обзор) // Почвоведение. – 2018. – № 12. – С. 1-10. DOI: 10.1134 | S0032180X18120146.
3. Loss and Recovery of Soil Organic Carbon and Nitrogen in a Semiarid Agroecosystem / J.B. Notron, J. Eusebleus, M. Notron, U. Notron // Soil Organic Society of America Journal. – 2012. – № 76 (2). – P. 505-514.
4. Гребенников А.М., Белобров В.П., Кутовая О.В., Исаев В.А., Гармашов В.М., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А. Микробиологическая активность миграционно-мицелярных агрочерноземов при применении разных способов основной обработки / Агрехимия. – 2018. – № 3. – С. 19-25.
5. Дридигер В.К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы / В.К. Дридигер // Земледелие. – 2014. – № 7. – С. 24-27.
6. Гилев С.Д., Цимбаленко И.Н., Замятин А.А. и др. // Земледелие. 2014. – № 6. – С. 19-22.
7. Дридигер В.К., Гаджтумаров Р.Г. Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии прямого посева в крайне засушливой зоне Ставропольского края // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 9. – С. 9-16. doi: 10.32417/1997-4868-2020-200-9-9-16.
8. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующие в трансформации органического вещества науч.-метод. пособие. Н. Новгород: Нижегород. Гос. с.-х. академ., 2012. – 64 с.

УДК 633.854.78

## УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ БАРЫШСКОГО РАЙОНА УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Грошева Т.Д., канд. с.-х. наук, доцент,*

*Фролова А.С., студентка 3 курса направления подготовки Агрономия*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет*

*имени П.А. Столыпина» (Ульяновск)*

*Смолькин А.В., агроном агрохолдинга «Агро-Инвест» (Ульяновская область)*

**Аннотация.** Представлены данные по урожайности гибридов подсолнечника с применением десикации и без десикации в условиях хозяйства Ульяновской области на серых лесных почвах. В работе обозначены основные моменты технологии подсолнечника, на которые следует обращать внимание при выращивании культуры.

**Ключевые слова:** Подсолнечник, урожайность, десикация, гибриды, технология.

**Введение.** Культура подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) востребованная культура у сельскохозяйственных производителей, так как экономически рентабельна и стала занимать большие посевные площади в Ульяновской области, не только в южных районах, где она выращивалась всегда, но и в остальных. Однако отмеченная культура имеет множество особенностей, изначально необходимо изучить эту культуру, биологические особенности и максимально учесть их при возделывании. Культура подсолнечник короткодневное растение и

при продвижении на север его вегетационный период удлиняется. Поэтому в условиях Ульяновской области предпочтительнее выращивать раннеспелые гибриды проверенных производителей семян. Так же, не следует забывать, что подсолнечник на прежнее место в севообороте должен возвращаться не ранее 5-6 лет, а лучше не ранее 8-10 лет [1, 2].

Сорное растение, относящееся по способу питания к паразитам «Заразиха» встречается в южных районах области. Это следует учитывать при большом увеличении площадей под этой культурой, завозными семенами, не всегда проверенного качества. Необходимо строго соблюдать севообороты при выращивании этой культуры и использовать для производства заразихоустойчивые гибриды подсолнечника [1].

**Объекты и методы исследований.** В опыте велось изучение гибридов подсолнечника на полях агрохолдинга «Агро-Инвест» Барышского района. Производители предпочтение отдают гибридам подсолнечникам, которые более урожайны, высокомасличны, растения выравненны, могут иметь ген устойчивости к применяемым гербицидам, к расам ложной мучнистой росы (ЛМР), и расам заразихи, а не сортам, семенной материал которых дешевле, но уступает гибридам. Вопрос подбора гибридов и сортов требует особого изучения в разных зонах выращивания подсолнечника, так как известные фирмы предлагают свой перечень гибридов, не изученных во многих зонах [3].

Почва участка - серая лесная. Годы проведения опыта 2019-2021. По погодным условиям 2021 год был наиболее благоприятным. Июль месяц 2020 года характеризовался засушливым при повышенных температурах. Подсолнечник в опыте выращивали по общепринятой технологии для Ульяновской области. Согласно данным [2, 4, 5], для выращивания современных сортов и гибридов подсолнечника существуют следующие технологии: Clearfield, Clearfield Plus или Express Sum. Разница в технологии обусловлена наличием гена устойчивости к гербицидам в выращиваемых гибридах. В системе Clearfield – это ИМИ – гибриды, то есть устойчивые к гербицидам имидазолиновой группы. Для системы Express Sum – это СУМО – гибриды с устойчивостью к трибенурон-метилу. В южных регионах России, где выпадает большое количество осадков в весенне-летний период, актуальна устойчивость к расам ложной мучнистой росы (ЛМР). В названии указывается буквенный код DM, PR, RM. Аббревиатура PL+ в описании дает информацию о количестве контролируемых рас ЛМР. Устойчивость к расам заразихи выражается как OR+. На сегодняшний день выведены гибриды, контролируемые 8 рас заразихи (А-Н, или OR8+).

Наблюдения, учёты и анализы проводили согласно методике Государственного сортоиспытания (ГОСТ 10842-64) [6].

**Обсуждение результатов.** Результаты фенологических наблюдений свидетельствуют об увеличении вегетационного периода подсолнечника в условиях Западной зоны Ульяновской области. Следует отметить, что в опыте изучались ранние гибриды. Удлинению вегетации подсолнечника способствуют пониженные ночные температуры в середине и в конце сентября, уменьшение солнечной активности. В результате растения начинают поражаться серой гнилью, что значительно может снизить качество продукции. Поэтому проводится десикация при влажности семян 25-30% в начале сентября при температуре воздуха 12-15 °С, а через 6-8 дней можно приступать к уборке.

Уборка подсолнечника особый и важный этап технологии. Десикация позволяет ускорить процесс созревания и приступить к уборке раньше на 7-10 дней, убирать подсолнечник при меньшей влажности, снизить зараженность болезнями, подсушить сорную растительность.

Данные урожайности изучаемых гибридов подсолнечника представлены в таблице. Максимальная урожайность, в среднем за 3 года проведения опыта 22,7 ц/га с применением десикации и 21,7 ц/га без десикации получена у гибрида Савинка. Десикация способствовала получению дополнительной урожайности в 1,0 ц/га.

Таблица - Урожайность гибридов подсолнечника, ц/га

Гибриды подсолнечника	2019 год		2020 год		2021 год		Среднее за три года	
	Без десикации (контроль)	Десикация						
ЛГ 5377	18,0	19,0	21,0	21,2	19,0	18,0	19,3	19,4
8Н270КЛДМ	16,2	16,0	17,0	16,3	17,0	17,3	16,7	16,5
Грандис	14,8	14,0	13,0	13,8	13,8	15,0	13,8	14,2
Савинка	19,2	21,0	20,3	22,3	25,8	25,0	21,7	22,7
среднее	17,0	17,5	17,8	18,4	18,9	18,8	17,8	18,2

Наименьшая урожайность отмечена у молдавского гибрида Грандис, так в среднем за 3 года 14,2 ц/га с десикацией и 13,8 ц/га без десикации. По годам урожайность варьировала от 13,0 до 15,0 центнеров с гектара. Вариант без использования десикации уступал во все годы проведения опыта.

На вариантах использования гибрида ЛГ5377 без десикации получена урожайность в 19,4 ц/га в среднем за три года изучения. Разница в вариантах с применением десикации на данном гибриде была минимальной (0,1 ц/га).

На гибриде 8Н270КЛДМ отмечалось значительное распространение серой плесени и урожайность с использованием десикации равнялась 16,5 ц/га, а без применения десикации 16,7 ц/га. По урожайности данный гибрид оказался на третьем месте после гибрида Савинка (22,7 и 21,7 ц/га, соответственно с применением десикации и без) и после гибрида ЛГ 5377 (19,4 и 19,3 ц/га соответственно).

В годы проведения исследований наибольшая урожайность отмечалась в 2021 году (18,8 ц/га и 18,9 ц/га), контрольный вариант, без применения десикации превышал изучение десикации на 0,1 ц/га. В 2020 году в среднем урожайность по гибридам составила на контроле 17,8 ц/га, что меньше на 0,6 ц/га варианта с применением десикации. В 2019 году наблюдалось преимущество применения десикации, дополнительно получено 0,5 ц/га, при урожайности на варианте без применения десикации 17,0 ц/га.

**Выводы.** Отмечено увеличение урожайности в среднем за три года и по изучаемым

гибридам на 0,4 ц/га за счёт применения десиканта «Реглон Айр», расход препарата 1-2 л/га, при возделывании подсолнечника.

Урожайность подсолнечника в значительной степени зависит от погодных условий в годы проведения опыта, которые оказывают влияние на рост и развитие растений, и формирование урожая.

### *Литература:*

1. Информационно – аналитический журнал Агровестник Поволжья №1 (5) 2019. – с 48 – 55. – Режим доступа: <https://www.syngenta.ru/products-seeds-sunflower>
2. Идиатуллин К.Б., Тойгильдин А.Л. Подсолнечник / Практические рекомендации по возделыванию в условиях Ульяновской области. - Ульяновск, 2017. – 38 с.
3. Мигулева Ю.В., Гончаров С.В. Устойчивость гибридов подсолнечника к заражению в условиях Ростовской области / В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях. Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. - Краснодар, 2021. - С. 35-37.
4. Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И., Остин В.Н. Перспективы использования масличных культур в севооборотах лесостепной зоны Поволжья / Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021, № 2 (54). - С. 54-61.
5. Тойгильдин А.Л., Тойгильдина И.А., Хазов М.М. Эффективность внесения удобрений при возделывании подсолнечника в условиях чернозема типичного В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. - Ульяновск, 2020. - С. 39-43.
6. Методические указания Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. - М., 1985. - 53 с.

УДК 633.16.321.631.526.32:631.529

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОМСКИХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ СИБИРСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ**

Николаев П.Н., канд. с.-х. наук, Юсова О.А. канд. с.-х. наук  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»*

**Аннотация.** Результаты исследований по 14-ти параметрам адаптивности сортов и дальнейшее ранжирование показало, что повышенной адаптивностью для условий Сибирского Прииртышья характеризуются сорта Подарок Сибири, Саша и Омский 100 (сумма рангов от 23 до 34). Сорта Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2 не имеют достоверной разницы по адаптивности (сумма рангов составила 76 и 77 соответственно).

**Ключевые слова:** сорт, яровой ячмень, стабильность, пластичность, гомеостатичность, адаптивность, ранг, селекционная ценность.

**Введение.** Ячмень является одной из основных зернофуражных культур в нашей стране.

Скороспелость и широкие приспособительные возможности, высокая кормовая ценность, использование в пивоварении и крупяной промышленности обуславливает незаменимость данной культуры в условиях сложного региона [1]. Разнообразие и суровость климата на огромной территории Западно-Сибирского региона ставят очень сложные задачи перед селекционерами по данной культуре. Суть требований, предъявляемых сельскохозяйственным производством к сортам ячменя, можно сформулировать кратко: урожайность, стабильность, качество зерна и устойчивость к основным болезням [2]. На современном этапе при создании будущего сорта ячменя внедрении его в производство, следует учитывать актуальные требования современности, а именно: способность противостоять изменяющимся климатическим факторам и формирование стабильно высокой урожайности [3].

В РФ ячмень один из наиболее распространенных культур. В 2019 г. площади его посева составляли 8 млн га, при средней урожайности на уровне 24,0 ц/га и валовых сборах более 20 млн тонн. В Омской области площади посева данной культуры превышают 360 тыс. га, средняя урожайность значительно ниже общероссийской (17,3 ц/га), что отражается на снижении валового сбора зерна (620 млн тонн) [4]. Анализ тенденции дальнейшего развития и увеличения валового сбора без увеличения площади посева, показывает, что наиболее верный и доступный путь создания и внедрения новых сортов, более полное использование их потенциальных возможностей.

Цель исследований - характеристика потенциала урожайности и адаптивной способности сортов ячменя в резко-континентальных условиях Сибирского Прииртышья.

**Материалы и методы исследования.** Представлены данные исследований с 2011 по 2019 гг., согласно методике ВИР [5]. Проведена математическая обработка данных [6]. Расчет показателей адаптивности проводили, используя следующие методы: показатель размаха урожайности ( $d$ ) [7]; фактор стабильности (stability factor) S.F. [8]; коэффициент регрессии ( $b_i$ ), среднее квадратическое отклонение ( $\sigma^2_d$ ) [9]; адаптивность ( $a_i$ ) [10]; эквивалента ( $W_i$ ) [11]; гомеостатичность (Hom) [12]; селекционная ценность ( $Sc$ ) [17]; относительная стабильность ( $St^2$ ) и критерий стабильности ( $A$ ) [13]; генотипический эффект ( $E_i$ ) [14]; коэффициент отзывчивости (Кр.) [15]; индекс экологической пластичности ( $J_{sp}$ ) [16].

Объект исследований – 7 сортов пленчатого (Саша, Омский 95, Омский 99, Омский 100, Подарок Сибири) и голозерного (Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2) ячменя селекции Омского АНЦ.

По данным гидрометеорологического центра (ОГМС), с 2011 по 2019 гг. в черте г. Омска климатические условия характеризовались как засушливые (среднегодовое значение ГТК составило 0,82). По периодам вегетации отмечено следующее распределение:

- очень сухие условия (ГТК 0,69): 2012 г.
- засушливые (ГТК 0,90–0,92): 2011 и 2014 гг.
- достаточное увлажнение (ГТК = 0,99): 2013 и 2018 гг.

**Обсуждение результатов.** Урожайность – основной показатель хозяйственной ценности сорта и ей во все времена отводили первостепенное значение [21, 22]. Многодесятилетний опыт сельскохозяйственной науки и производства свидетельствуют о значительной зависимости величины урожая от сложного взаимодействия генотипа сорта с условиями выращивания.

Проведенные исследования (2011-2019 гг.) показали, что средняя урожайность сортов

пленчатой группы составила 4,6 т/га, голозерных – 3,3 т/га. Зерновая продуктивность изучаемых сортообразцов изменялась от 1,3 т/га у сорта Омский 99 в 2012 г., до 6,3 т/га у сорта Омский 100 в 2015 г. (табл. 1). Достоверным превышением стандарта (+0,3 и +0,4 т/га) характеризовались сорта Саша и Подарок Сибири, в среднем за период исследований.

Минимальное значение величину размаха урожайности отмечен у сортов Подарок Сибири ( $d= 3,2$  т/га; 50,4%), Омский 99 ( $d= 3,6$  т/га; 61,7%), Омский 100 ( $d= 3,8$  т/га; 57,7%). Высокий размах урожайности имели сорта Омский голозерный 2, Омский голозерный 1, Омский 95, Саша ( $d= 72,7; 68,7; 62,4; 61,6\%$  соответственно).

Высокий уровень значений фактора стабильности (S.F.), а соответственно, низкая фенотипическая стабильность свойственна сортам Омский голозерный (S.F.=4,6), Омский 99 (S.F.= 4,6), Омский голозерный 2 (S.F.=3,7). Относительно небольшие величины фактора стабильности, и поэтому более высокая степень стабильности, присуща сортам: Подарок Сибири, Омский 100, Саша, Омский 95 (S.F.=2,0; 2,4; 2,6; 2,7 соответственно).

Таблица 1. Выраженность и изменчивость урожайности сортов ячменя 2011-2019 гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Размах урожайности зерна (d)		Фактор стабильности (S.F.)
	min	max	$\bar{x}$	т/га	%	
Пленчатые сорта						
Омский 99, st.	1,3	5,8	4,4	3,6	61,7	4,6
Саша	2,5	6,4	4,7	4,0	61,6	2,6
Омский 95	2,2	5,9	4,4	3,7	62,4	2,7
Омский 100	2,8	6,6	4,6	3,8	57,7	2,4
Подарок Сибири	3,2	6,4	4,8	3,2	50,4	2,0
Голозерные сорта						
Омский голозерный 1, st.	1,6	5,3	3,2	3,6	68,9	4,6
Омский голозерный 2	1,3	4,8	3,4	3,5	72,7	3,7
$S_{\bar{x}}$	0,3	0,3	0,2	0,1	2,7	0,4

Согласно расчетам по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell, наиболее ценными следует считать сорта, у которых  $b_i > 1$ , а  $\sigma_d^2$  – не существен. Среди изученных сортов такие показатели имел сорт ячменя Омский 99 ( $b_i = 1,05$ ;  $\sigma_d^2 = 0,37$ ).

Сортообразцы у которых  $b_i > 1$  сочетается с относительно высоким показателем  $\sigma_d^2$  уступают первым. К таким формам следует отнести сорта: Подарок Сибири ( $b_i = 1,07$ ;  $\sigma_d^2 = 0,58$ ), Саша ( $b_i = 1,17$ ;  $\sigma_d^2 = 0,54$ ).

Сорта, у которых  $b_i \leq 1$  независимо, от величины  $\sigma_d^2$ , следует рассматривать как мало перспективные. Среди изученных образцов ячменя к ним следует отнести Омский голозерный 2, Омский голозерный 1, Омский 95, Омский 100.

В.А. Драгавцев ввел новый более объективный показатель, определяющий пластичность и выражающий относительное измерение признака – адаптивность ( $a_i$ ). При  $a_i \geq 2,0$  наблюдается повышенная отзывчивость сорта на улучшение условий выращивания. Этому требованию отвечали сорта ячменя: Омский голозерный 1, Саша и Омский голозерный 2 ( $a_i = 2,05 \dots 2,10$ ). При  $a_i \leq 2,0$  сорт более устойчив к неблагоприятным условиям выращивания это сорта: Омский 100, Омский 95, Подарок Сибири ( $a_i = 1,86 \dots 1,94$ )

Наиболее высокий уровень стабильности, согласно расчетами по методике Wricke С., отмечен у сортов: Подарок Сибири, Омский голозерный 2, Омский 100, Саша ( $W_i = 1,44; 1,78; 1,98; 2,29$  соответственно). Повышенной отзывчивостью обладают сорта: Омский голозерный 1

( $W_i = 3,41$ ), Омский 99 ( $W_i = 3,15$ ), Омский 95 ( $W_i = 2,90$ ).

Гомеостатичность (Hom) предполагает устойчивость сортов к неблагоприятным условиям среды. При этом следует учитывать, что чем больше показатель гомеостатичности, тем выше устойчивость сорта. Соответствуют данному условию сорта Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 99 (Hom = 0,140...0,177).

По показателю селекционной ценности сорта (который оптимально сочетает высокую урожайности и адаптивность), изучаемые сорта разделились на две группы:

- 1 группа: с высокими показателями селекционной ценности, т.е с высоким уровнем адаптивности – сорта Подарок Сибири, Омский 100, Саша, Омский 95 ( $Sc = 7,14...11,24$ ).

- 2 группа: с невысоким показателем селекционной ценности, т.е. с низкой степенью адаптивности – Омский голозерный 2, Омский голозерный 1 и Омский 99 ( $Sc = 3,1...4,20$ ).

Наиболее стабильны сорта Омский 100, Подарок Сибири, Омский 99, Саша, Омский 95 ( $St^2 = 0,887...0,928$ ). Данный показатель нужно использовать в комплексе с критерием стабильности (A). При повышенных значениях критерия стабильности наблюдается оптимальное сочетание в сорте урожайности и стабильности. Данное утверждение свойственно сортам: Подарок Сибири, Омский 100, Саша, Омский 99, Омский 95 ( $A = 4,10...4,57$ ).

Согласно методике Б.П. Гурьева в ходе экологических исследований необходимо использовать показатель генотипического эффекта сорта ( $E_i$ ). Высокий уровень проявления данного признака характеризуется высоким положительным показателем. Низкие и отрицательные значения характеризуют сорт ячменя, как имеющий низкую адаптационную способность. Таким образом нами выявлены сорта с высоким генотипическим эффектом: Подарок Сибири, Саша, Омский 100 ( $b_i = 0,40...0,55$ ).

В.А. Зыкина для оценки сортов предложил использовать коэффициент отзывчивости на улучшение условий выращивания (Кр.). Высоким уровнем стабильности обладают сорта: Подарок Сибири, Омский 100, Саша, Омский 95 (Кр. = 2,0...2,7). Сорта Омский 99 (Кр. = 4,6), Омский голозерный 1 (Кр. = 4,6), Омский голозерный 21 (Кр. = 3,7) имеют высокий коэффициент отзывчивости и относятся к сортам хорошо реагирующим на улучшение условий среды.

В настоящее время с целью установления широты распространения сорта, нередко используют индекс экологической пластичности ( $J_{sp}$ ) предложенный S.A. Eberhart, W.A. Russell, который распределяет изученный набор сортов, по частоте встречаемости индекса.

В соответствии с данными исследований по этой методике, сорта разделены на 4 группы:

1. Сорта широкого ареала (значение  $J_{sp} > 1,0$  отмечено в течение 8 лет изучения) – Омский 100, Подарок Сибири.

2. Сорта среднего ареала ( $J_{sp} > 1,0$  в течение 7 лет испытания) – Саша, Омский 95

3. Сорта узкого ареала ( $J_{sp} > 1,0$  в течение 6 лет) – Омский 99.

4. Сорта очень узкого ареала (за период исследований не отмечено  $J_{sp} > 1,0$ ) – Омский голозерный 1, Омский голозерный 2.

Для достоверной и объективной оценки необходимо использовать большой спектр оценочных показателей. В дальнейшем это позволяет для получения более полной информации провести ранжирование сортов. Сорта с меньшей суммой рангов имеют являются более адаптивными. К таким сортам в проведенном исследовании относится Подарок Сибири (сумма рангов = 23); также заслуживают внимания сорта Саша и Омский 100 (сумма рангов = 34), табл. 2.

Сорта Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2 не имеют достоверной разницы по адаптивности (сумма рангов = 76 и 77 соответственно).

Таблица 2. Характеристика сортов ячменя по сумме рангов

Показатель адаптивности	Саша	Омский 95	Омский 99	Омский 100	Подарок Сибири	Омский голозерный 1	Омский голозерный 2
Размах урожайности (d)	3	5	4	2	1	6	7
Фактор стабильности (S.F.)	3	4	6	2	1	5	7
Коэффициент регрессии (bi)	1	4	3	4	2	5	6
Показатель стабильности ( $\sigma^2_d$ )	4	1	2	3	5	7	6
Адаптивность (ai)	2	5	3	6	4	2	1
Эквивалента (Wi)	2	5	4	3	1	7	6
Селекционная ценность (Sc)	3	4	5	2	1	6	7
Гомеостатичность (Hom)	3	5	4	1	2	6	6
Критерий стабильности (A)	2	4	3	2	1	6	5
Относительная стабильность ( $St^2$ )	4	5	3	1	2	7	6
Генотипический эффект (Ei)	2	5	4	3	1	6	7
Коэффициент отзывчивости (Кр.)	3	4	5	2	1	6	7
Индекс экологической пластичности (Jsp)	2	5	4	3	1	7	6
$\Sigma$ сумма рангов	34	56	50	34	23	76	77
Место по меньшей сумме ранга	2	4	3	2	1	5	6

**Выводы.** Средняя урожайность периода исследований отмечена на уровне 4,6 т/га для пленчатых сортов и 3,3 т/га для голозерных. Достоверно превысили стандарт (+0,3 и +0,4 т/га) сорта Саша и Подарок Сибири.

1. Основной вклад в формирование урожайности внес фактор «год» – 70,8%.
2. Результаты исследований по 14-ти параметрам адаптивности сортов и дальнейшее ранжирование показало, что наиболее адаптивны в условиях Сибирского Прииртышья сорта Подарок Сибири (сумма рангов составила 23) Саша и Омский 100 (сумма рангов 34).
3. Сорта Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2 не имеют достоверной разницы по адаптивности (сумма рангов = 76 и 77 соответственно).

#### **Литература:**

1. Логинов Ю.П., Сурин Н.А., Якубышина Л.И. Стабильность формирования хозяйственных признаков у селекционных линий ячмень в северной лесостепи Тюменской области // Агропромышленная политика России, 2014. №10 (22). С.41-45.
2. Николаев П.Н. Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
3. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2014. №2. С.378-386.

4. Интернет-ресурс: Агровести АПК, 2019  
<https://agrovosti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-rzhi-v-rossii>. Дата обращения 01.01.2021 г.
5. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
7. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: Методические рекомендации // Сиб. отделение ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1984. С.24.
8. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability// Heredity, 1954. V.8. P. 333-356.
9. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений// Селекция и генетика кукурузы. - Краснодар, 1979. С. 113-121.
10. Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. Генетика признаков продуктивности пшеницы в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. С. 300.
11. Wricke C. Underlinemethod zur Ertassung derecologischen Strenbreite in Feldversuchen // Z. Pflanzenerziehung, 1962. Vol. 47. N1. P.92-96.
12. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений: Сб. науч. тр. АН СССР, Сиб. отделение. М.: Наука, 1979. С. 111-115.
13. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Оценка результатов экологического испытания гибридов кукурузы с использованием селекционных индексов // кукуруза и сорго. 2016. №2. С.4-5.
14. Соболев Н.А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. Киев, 1980. С. 100-106.
15. Гурьев Б.П. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы. Харьков, 1981. С.32.
16. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci., 1966. Vol.6. №1. P.36-40.

УДК 579.22, 57.044.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОТОКСИЧНОСТИ СУЛЬФАТА МЕДИ НА ОРГАНИЗМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, Черногорец О.А., младший научный сотрудник,  
Баранова А.П., магистрант

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет» (Оренбург)*

**Аннотация.** Представлены результаты по экспериментальной оценке биотоксичности сульфата меди на организм лабораторных животных. В ходе исследования было определено, что сульфат меди оказывает токсическое воздействие как на микробиоту кишечника, так и на эритроциты крови. Однако в отношении бактерий имеет значение длительное накопление данного соединения в кишечнике, а для эритроцитов кратковременное его воздействие.

**Ключевые слова:** медь, тяжелый металл, биотоксичность, микрофлора, эритроцит, резистентность

**Введение.** В настоящее время проводятся множество исследований по изучению распределения и аккумуляции тяжелых металлов в биологических субстратах различных территорий с повышенным уровнем антропогенной нагрузки. Данный факт обусловлен наличием на таких местностях ведущих отраслей промышленности, например, химической, нефтехимической, топливной, чёрной и цветной металлургии [1]. Так или иначе данные отрасли являются источниками загрязнения тяжелыми металлами близ прилежащих территорий и атмосферного воздуха.

Тяжелые металлы являются стойкими загрязнителями, но многие из них в определенных концентрациях играют важную роль для живых организмов. Такие микроэлементы активно участвуют в важнейших биохимических процессах. В естественных условиях любой биологический объект в обязательном порядке содержит определенное количество тяжелых металлов. Однако чрезмерное их накопление может оказаться причиной разрушения целостности природного комплекса. Тяжелые металлы не обладают механизмами самоочищения, а лишь перемещаются из одного «природного резервуара» в другой, мигрируя по биологическим цепям [2].

Мониторинг токсичных и потенциально токсичных элементов является одним из наиболее важных аспектов поддержания качества кормов. Перенос тяжелых металлов из почвы в организм животных происходит через растения, которые являются наиболее важным звеном в пищевой цепи. Слишком высокое содержание металлов в растениях, предназначенных для корма животных, может привести к загрязнению металлами продуктов животного происхождения [3].

Таким образом постепенное накопление тяжелых металлов в почвах, водах представляет угрозу для их дальнейшей аккумуляции в лекарственных и сельскохозяйственных культурах растений, что не лучшим образом может сказаться на здоровье животных и человека.

К группе тяжелых металлов относят такой микроэлемент как медь. Медь является эссенциальным элементом, так как участвует в ряде биохимических реакций у живых организмов. В растениях медь действует как окислительно-активный кофактор и участвует во множестве биологических процессов, таких как фотосинтез, дыхание, ремоделирование клеточной стенки, устойчивость к окислительному стрессу. Дефицит меди снижает скорость роста, завязывание семян и урожайность из-за нарушения фотосинтеза и фертильности пыльцы. При этом избыток меди в растениях приводят к образованию активных форм кислорода, автоокислению и повышению скорости реакций Фентона и Хабера-Вейса [4].

Для нормальной жизнедеятельности животных и человека медь также имеет важное значение. Являясь компонентом цитохромоксидазы, этот элемент участвует в процессах тканевого дыхания. Совместно с железом и витамином В<sub>12</sub> медь необходима для нормального течения процесса образования гемоглобина, роста волос и их пигментации, воспроизводства и лактации [5].

Исходя из вышеизложенного перед нами была поставлена цель провести экспериментальную оценку биотоксичности меди на организм лабораторных животных.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования нами были выбраны два характерных представителя микрофлоры тонкого и толстого отделов кишечника – *Enterococcus faecium* и *Escherichia coli* соответственно, а также эритроциты крови. Лабораторные крысы были разделены на две группы: первая группа (n=5) – контрольная,

вторая группа (n=5) – опытная. Лабораторные животные опытной группы подвергались экспериментальной интоксикации путем перорального внесения раствора сульфата меди в 2 М концентрации. Забор крови осуществлялся путем полного обескровливания животного. Вскрытие и извлечение кишечника проводили согласно методике Коптяевой К. Е. с соавторами [6]. Все манипуляции с лабораторными животными осуществлялись в соответствии с Европейской директивой 2010/63/EU. Для определения биотоксичности сульфата меди на представителей микрофлоры кишечника нами был проведен высеивание из тонкого и толстого кишечника на твердые питательные среды. При этом для получения культур бактерий *Enterococcus faecium* использовали специальную среду энтерококкагар, а для *Escherichia coli* ГРМ-агар. Оценку степени воздействия сульфата меди на представителей микрофлоры кишечника крыс с течением времени проводили путем количественного подсчета колоний на питательной среде. Влияние сульфата меди на эритроциты крови лабораторных животных оценивалось с помощью методик определения осмотической, перекисной и кислотной резистентности эритроцитов [7,8,9]. Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных математических методов: t-критерий Стьюдента, критерий вероятности  $p < 0,05$  [10].

**Результаты.** В ходе исследования были получены достоверные данные по оценке степени воздействия сульфата меди на организм лабораторных животных. Так при подсчете колоний, выделенных из тонкого отдела кишечника, было обнаружено, что в первые 2 часа интоксикации сульфат меди не оказал выраженного токсического эффекта на рост *E. faecium*, так как количество колоний в этих образцах лишь на 27 % меньше, чем в контроле. Однако, в последующие часы исследования число колоний уменьшилось более чем на 50 %, что говорит о высокой токсичности сульфата меди при длительной интоксикации организма. Оценка биотоксического эффекта меди на представителя толстого отдела кишечника показала обратную картину. В образцах отобранных в первые 2 и 4 часа исследования количество колоний было в два раза меньше, чем в образцах полученных на 6 и 8 часы. В данном случае можно гипотетически предположить, что более низкие концентрации катионов меди, по отношению к толстому отделу кишечника, выступили в качестве активаторов роста для *E. coli*, а также о слабом токсичном эффекте меди в отношении данного микроорганизма.

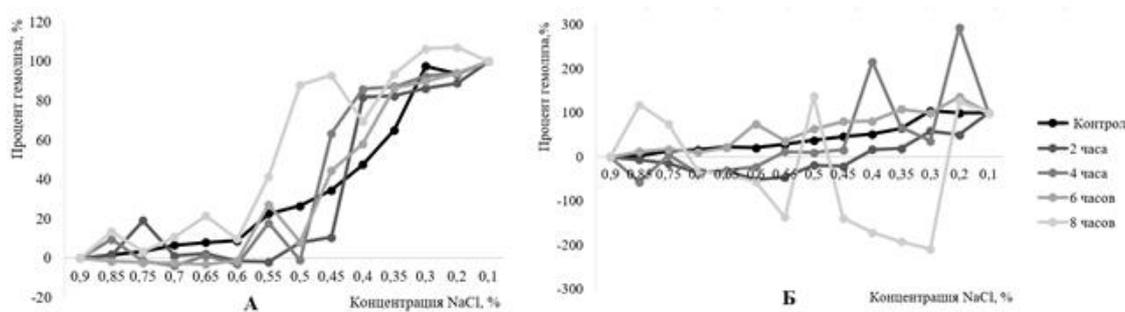
Таким образом, массивированные катионные нагрузки, обусловленные избыточным поступлением сульфата меди оказывают выраженное ингибирующее влияние на нормофлору тонкого кишечника, однако по мере снижения концентрации при прохождении через пищеварительный тракт в отношении бактерий толстого отдела кишечника выступает в роли стимулятора роста (таблица 1).

Таблица 1. Исследование биотоксичности сульфата меди в отношении отдельных представителей структурного микробиома различных отделов кишечника крыс

Исследуемые е микроорга низмы, КОЕ/г $1 \times 10^5$	Время отбора материала				
	Фоновое исследован ие	2 часа	4 часа	6 часов	8 часов

Тонкий отдел кишечника					
<i>E. faecium</i>	71,67±8,33	52,33±1,33 *	34,00±5,03 **	30,33±1,34	29,67±1,76
Толстый отдел кишечника					
<i>E. coli</i>	8,67±3,48	20,33±4,91	32,00±1,05 *	41,00±1,35 ***	62,00±1,32 ***
*** – достоверность различий результатов по критерию Стьюдента при $p \leq 0,001$ ; ** – $p \leq 0,01$ ; * – $p \leq 0,05$					

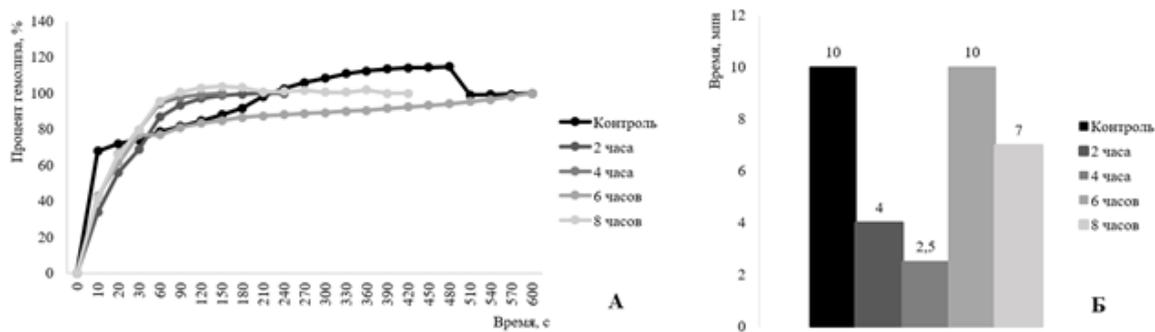
Оценка осмотической резистентности эритроцитов проводилась с образцами свежей и термостатированной крови, так как в некоторых случаях понижение осмотической резистентности возможно выявить только при исследовании инкубированных образцов эритроцитов. Исходя из результатов, представленных на рисунке 1А было отмечено, что в образцах свежей крови в 2, 4 и 6 часов исследования увеличивалась осмотическая резистентность эритроцитов, так как гемолиз начинался при более низких концентрациях хлорида натрия, чем в контроле. Однако при восьмичасовом действии сульфата меди устойчивость эритроцитов была ниже, чем в остальных образцах, так как начало гемолиза наступало раньше (при 0,65 % NaCl). Результаты образцов термостатированной крови в первые четыре часа воздействия сульфата меди показали повышение осмотической устойчивости эритроцитов. Также следует отметить сравнительно одинаковые показатели начала и конца гемолиза эритроцитов контрольного образца и образца под шестичасовым действием сульфата меди (рисунок 1Б).



А – Осмотическая резистентность свежей крови; Б - Осмотическая резистентность термостатированной крови

Рисунок 1 – Осмотическая резистентность эритроцитов свежей и термостатированной крови под действием сульфата меди

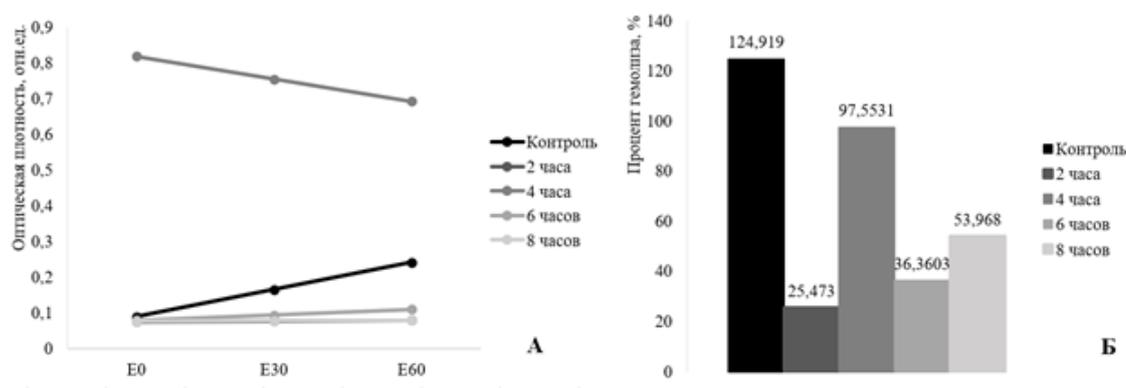
При проведении исследования кислотной устойчивости эритроцитов было установлено, что двух- и четырехчасовая интоксикация организма сульфатом меди приводит к снижению резистентной способности эритроцитов в отношении кислот. Данный факт подтверждает наступление полного гемолиза эритроцитов в этих образцах всего за 4 и 2,5 минуты, что на 6 и 7,5 минут раньше контроля (рисунок 2Б). Также следует отметить, что восьмичасовое действие сульфата меди незначительно приводит к снижению кислотной устойчивости эритроцитов, так как процент гемолизированных клеток выше (рисунок 2А) и полный гемолиз наступает на 3 минуты раньше (рисунок 2Б), чем в контрольном образце.



А – Интегральная эритрограмма кислотной резистентности эритроцитов; Б – Гистограмма времени достижения стопроцентного гемолиза эритроцитов

Рисунок 2 – Оценка кислотной устойчивости мембран эритроцитов под действием сульфата меди

Анализируя данные по оценке перекисной резистентности эритроцитов можно констатировать, что при четырехчасовом действии сульфата меди значения оптической плотности значительно выше, чем в контроле и других опытных образцах (рисунок 3А). Из этого можем предположить, что четырехчасовая интоксикация организма сульфатом меди приводит к высокому понижению перекисной устойчивости мембран эритроцитов. Об этом также свидетельствуют показатели диаграммы, где степень гемолиза в образце крови после четырех часов воздействия выше, чем в других опытных образцах (рисунок 3Б). Таким образом, можно сделать вывод о том, что в период четырехчасового действия сульфата меди достигается его токсичная доза в крови.



А – Оценка изменения оптической плотности проб с течением времени; Б – Степень гемолиза эритроцитов (А, %)

Рисунок 3 – Оценка перекисной устойчивости эритроцитов при воздействии сульфата меди

По проведенным исследованиям оценки степени влияния сульфата меди на мембранную устойчивость эритроцитов было выявлено, что кратковременная массивная интоксикация данным соединением приводит к значительному снижению резистентности эритроцитов. Однако при оценке осмотической устойчивости эритроцитов был замечен обратный эффект, когда в первые четыре часа исследования сульфат меди увеличивал резистентность

эритроцитов.

**Выводы.** По результатам экспериментальной оценки биотоксичности сульфата меди на организм лабораторных животных были сделаны выводы о том, что массивированная катионная нагрузка, обусловленная избыточным поступлением сульфата меди, оказывает выраженное ингибирующее действие на микробиоту тонкого кишечника и снижает осмотическую устойчивость эритроцитов крови. В отношении нормофлоры толстого отдела кишечника (*E. coli*) наблюдается кардинально противоположная динамика изменения численности популяции, гипотетически обусловленная не только снижением уровня катионов меди до физиологически значимых значений, но и подавлением роста микроорганизмов, регулирующих численность данного микроорганизма. В отношении перекисной и кислотной резистентности эритроцитов кратковременное воздействие меди приводит к снижению этих показателей крови.

#### **Литература:**

1. Сальникова, Е. В. Региональные особенности содержания микроэлементов в биосфере и организме человека / Е. В. Сальникова, Т. И. Бурцева, А. В. Скальный // Гигиена и санитария, 2019. – № 2. – С. 148-152.
2. Янтурин, И. Ш. Особенности содержания тяжелых металлов в органах *Inula helenium* L. в геохимических условиях Южного Урала / И. Ш. Янтурин, А. А. Аминова // Вестник ВУиТ, 2013. – № 4 (14). – С. 64-73.
3. Płaza, A. Heavy metal content in the green fodder of field pea/oat mixtures destined for cattle feed / A. Płaza, B. Gašiorowska, E. Rzażewska // EnvironMonitAssess, 2019. – No 191(11). – P. 1-8.
4. Джура, В. С. Распределение токсических и эссенциальных элементов в системе почва – растение на примере *Cichorium inthybus* L / В. С. Джура, [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4(42). – С. 214-215.
5. Шакиров, Ш. К. Рекомендации по рациональному использованию углеводов (сахаров), минеральных веществ и витаминов / Ш. К. Шакиров, [и др.], Казань – 2012. – 30 с.
6. Коптяева, К. Е. Методика вскрытия и извлечения органов лабораторных животных (крысы) / К. Е. Коптяева, [и др.] // Лабораторные животные для научных исследований, 2018. – № 2. – С. 71-92.
7. Вельш, О. А. Влияние солей кадмия и кобальта на осмотическую резистентность эритроцитов крови человека / О. А. Вельш, Е. С. Филончикова, Я. А. Сизенцов // Теория и практика приоритетных научных исследований : Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, Смоленск, 27 мая 2019 года. – Смоленск: Международный научно-информационный центр «Наукосфера», 2019. – С. 9-14.
8. Вельш, О. А. Сравнительный анализ методик оценки перекисной резистентности эритроцитов на основе литературных данных / О. А. Вельш, Е. С. Филончикова, Е. Е. Трофимова // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 5-2. – С. 52-54.
9. Сизенцов, А. Н. Изучение влияния различных солей кобальта и кадмия на кислотную устойчивость эритроцитов / А. Н. Сизенцов, Е. С. Филончикова, Л. А. Быкова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 73.
10. Биометрия: учебник / И. Д. Соколов [и др.]; под ред. Л. П. Трошина. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 161 с.

УДК 631.8:633.13(571.150)

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА В УСЛОВИЯХ ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Шевчук Н.И., канд. с.-х. наук,

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
"Алтайский государственный аграрный университет" (Барнаул)*

**Аннотация.** Представлены результаты исследований влияния стимулятора роста Гуминатрин на урожайность сортов овса в условиях Приобской лесостепи Алтайского края. Показано формирование полевой всхожести, элементов структуры урожая, урожайности в зависимости от предпосевной обработки семян и растений по вегетации препаратом Гуминатрин.

**Ключевые слова:** овес, сорта, стимулятор роста, Гуминатрин, полевая всхожесть, элементы структуры урожая, урожайность.

**Введение.** В настоящее время регуляторы роста растений являются отличным способом для решения многих задач в растениеводческой практике. С их помощью совершенствуются агротехнические приемы выращивания отдельных сельскохозяйственных культур. Применение регуляторов роста с каждым годом становится всё более актуальным и востребованным сельскохозяйственными производителями [1,2].

Применение физиологически активных веществ для регуляции роста и развития обусловлено широким спектром действия препарата на растения. В первую очередь это направленное регулирование отдельных этапов развития с целью мобилизации потенциальных возможностей растения, следовательно, для повышения урожайности и качества выращиваемой культур [3,4]. Удобрения на основе гуминовых веществ, обладая стимулирующим эффектом, действуют на растения на клеточном уровне, влияя на проницаемость клеточных мембран, повышают активность ферментов, синтез белков и углеводов, обладают стимулирующим действием на иммунную систему, способствуют устойчивости растений к болезням [5,6].

Для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо использовать стимуляторы роста, т.к. они повышают стрессоустойчивость растений к внешним факторам и способствуют максимальной реализации заложенного потенциала продуктивности.

Целью исследований являлось изучение формирования урожайности сортов овса в зависимости от применения стимулятора роста в условиях Приобской лесостепи.

**Объекты и методы исследований:** Исследования проводились на полях учебно-опытной станции Алтайского ГАУ в 2020 и 2021 году. Почвы опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднесуглинистый среднегумусный.

Объектом исследования послужил овёс сортов Корифей, Пегас, Аргумент, Вектор, Русич. В качестве стимулятора роста использовался препарат Гуминатрин. Он представляет собой жидкое удобрение, содержащее комплекс микро- и макроэлементов, а также штаммы бактерий, в том числе азотфиксаторов. Проводилась предпосевная обработка семян и внекорневая обработка растений по вегетации в фазу кущения.

Для проведения исследований применялся мелкоделяночный опыт с трехкратной повторностью с площадью делянок 1м<sup>2</sup>. Опыты проводились однофакторные, изучался фактор

применения препарата Гуминатрин.

Во время исследования проводились следующие учеты, наблюдения и анализы: устанавливали лабораторную и полевую всхожесть, проводили учет урожайности сортов овса, изучали элементы структуры урожая, определяли массу 1000 зерен.

Во время вегетации определяли всхожесть и сохранность растений к уборке. Учет урожайности проводили взвешиванием зерна с каждой делянки. Урожай переведен к 14% влажности и 100% чистоте. Уборка урожая проводилась в фазу полной спелости. Учет урожая проводили в 3-х кратной повторности с последующим определением структуры урожая в соответствии с методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур [7]. Массу 1000 зерен определяли при кондиционной влажности (ГОСТ 12042-80). Математическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б.А. [8].

**Результаты и их обсуждение.** Полевая всхожесть растений является одним из основных показателей, участвующих в формировании будущего урожая сельскохозяйственных растений. В наших исследованиях в среднем за два года на фоне применения препарата Гуминатрин количество взошедших растений было выше на 24-58 шт./м<sup>2</sup> или 8-17% по сравнению с контролем. Применение данного препарата (составной частью которого является бактерии-азотфиксаторы) способствует повышению использования культурными растениями необходимых элементов из минеральных удобрений и поступлению питательных веществ из почвы. Полевая всхожесть исследуемых сортов на контрольном варианте составляла от 56 до 67 % наибольшее значение отмечено у сорта овса Аргумент. Применение стимулятора роста способствовало увеличению данного показателя на 5,4-13,0%. Максимальную прибавку по данному показателю формировал сорт Корифей, у которого полевая всхожесть была на уровне 77,6%.

Структура урожая - это элементы из которых складывается продуктивность растений. Продуктивная кустистость у исследуемых сортов овса на контрольном варианте составляла 1,09 – 1,16 шт. При этом наибольшее число продуктивных стеблей формировал сорт Пегас. На фоне применения стимулятора роста данный показатель увеличивался на 0,9 - 2,8%. Длина метелки при применении на сортах овса препарата Гуминатрин в среднем за два года исследований составляла от 10 до 14 см, что было выше по сравнению с контролем на 9,1-13,0 %. Наиболее отзывчивым на применение стимулятора роста был сорт Русич, у которого длина метелки формировалась максимальной. На контрольном варианте число зерен в одной метелке составляло от 24 до 31 штук, на вариантах с использованием Гуминатрина от 27 до 33 шт. Обработка семян и растений по вегетации препаратом способствовало увеличению веса зерна с одного растения на 0,03-0,19 г (1,7-14,1%) по сравнению с контролем. Наиболее отзывчивым был сорт Аргумент, у сорта овса Корифей вес зерна с одного растения формировался наибольшим – 1,83 г. Масса 1000 зерен, характеризующая полновесность и крупность семян, у сортов овса на контрольном варианте составляла 21,9 – 27,6 г. Применение препарата с гуминовыми веществами и комплексом макро- и микроэлементов, а также штаммами бактерий, в том числе азотфиксаторов способствовало увеличению массы 1000 зерен на 3,2-9,0%. Наибольшее значение данного показателя было зафиксировано у сортов Русич и Пегас и составило соответственно 29,2 и 29,6 г.

Урожайность сельскохозяйственных культур – важный показатель, он показывает какое количество продукции было получено с одной единицы площади. Для увеличения урожайности необходимо, чтобы сложились оптимальные условия для роста и развития растения. При

отклонении от оптимума происходит снижение урожайности, поэтому применение стимуляторов роста позволяет не только снизить влияние неблагоприятных факторов на растение, но и повысить урожайность за счёт повышения стрессоустойчивости к внешним факторам.

Урожайность сортов овса в исследуемые годы изменялась как на контрольном варианте, так и на фоне применения препарата Гуминатрин (таблица). В 2021 году на контрольных вариантах урожайность изменялась от 1,35 до 1,60 т/га, увеличение на фоне стимулятора роста составляло от 0,19 до 0,60 т/га. Наибольшую прибавку формировал сорт Корифей, урожайность которого также была наибольшей - 2,20 т/га. В 2020 году на контрольных вариантах урожайность была выше, чем в предыдущем году на 0,08-0,29 т/га за исключением сорта Аргумент. При использовании препарата урожайность у сорта Вектор увеличивалась на 0,16 т/га, у сорта Русич на 0,38 т/га, у сорта Пегас была максимальная прибавка по сравнению с 2021 годом - 0,67 т/га. Максимальная урожайность в 2022 году отмечена у сортов Пегас – 2,42 т/га и Русич 2,49 т/га.

Таблица – Урожайность сортов овса

Сорт	Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю в среднем за 2 года	
		2020 г.	2021 г.	среднее за 2 года	т/га	%
Пегас	контроль	1,56	1,85	1,71	-	-
	Гуминатрин	1,75	2,42	2,09	0,38	22,22
Корифей	контроль	1,60	1,77	1,69	-	-
	Гуминатрин	2,20	2,08	2,14	0,45	27,00
Аргумент	контроль	1,35	1,33	1,34	-	-
	Гуминатрин	1,84	1,83	1,84	0,50	36,94
Вектор	контроль	1,51	1,62	1,57	-	-
	Гуминатрин	1,99	2,15	2,07	0,50	32,27
Русич	контроль	1,56	1,64	1,60	-	-
	Гуминатрин	2,01	2,49	2,25	0,65	40,63
НСР <sub>0,05</sub>		0,11	0,09			

В среднем за 2 года урожайность на контроле была 1,34 – 1,71 т/га, в наших опытах увеличение урожайности на фоне препарата Гуминатрин составило от 22,22 до 40,63 %.

Сорт Русич показал самую высокую отзывчивость на применение обработки стимулятором роста увеличение составило 0,65 т/га, что соответствует наибольшей прибавке в 40,63% урожайности. У этого сорта была максимальная урожайность в среднем за 2 года она составила 2,25 т/га.

**Выводы.** Предпосевная обработка семян и обработка растений по вегетации стимулятором роста Гуминатрин в исследуемые годы приводила к увеличению полевой всхожести сортов овса, показателей элементов структуры урожая. Урожайность увеличивалась на фоне применения препарата на 0,38 – 0,65 га.

### *Литература:*

1. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Защита и карантин растений. 2019. № 4. С. 9-14.
2. Дядюченко Л.В. Разработка новых регуляторов роста озимой пшеницы / Л. В. Дядюченко, В.В. Тараненко, В.Д. Стрелков, М.С. Соколов // Агрехимия. – 2019. – № 6. – С. 14-17.
3. Заец С.А., Гальченко Н. Н., Нетис В. И. Эффективность регуляторов роста растений при выращивании сои на орошаемых землях юга Украины // Кормопроизводство: научно-производственный журнал. 2017. № 10. С. 29-32.
4. Khodanitska O., Shevchuk O., Tkachuk O. Physiological activity of plant growth stimulators // The Scientific Heritage. Global Science Center LP. 2021. P. 36-38.
5. Сорока Т.А. Щукин В. Б., Ильясова Н. В. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста, микроэлементами и препаратом Росток на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при возделывании на черноземе южном // Известия Оренбургского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал. 2017. № 2. С. 21-24.
6. The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops / М.М. Marenych, V.V. Hanhur, O.I. Len, Yu.M. Hangu, I.I. Zhornyk // Agronomy Research. 2019. P. 194-205.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. вып 2. 194 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

УДК 574.24

## **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ ИЗОЛЯТОВ *BACILLUS* SPP. К СВИНЦУ**

Емельянова А.А.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН»  
(Оренбург)*

Давыдова О.К., канд. биол. наук

*ФГБОУ ВО «Оренбургской государственной университет» (Оренбург)*

**Аннотация.** В рамках данного исследования проведена оценка устойчивости почвенных изолятов *Bacillus* spp. к свинцу, в частности были использованы нитрат и ацетат свинца. Основным методом работы, позволяющим провести оценку ингибирования роста культур, был выбран метод агаровых лунок с использованием различных концентраций исследуемых солей. В ходе обсуждения результатов и обработки выводов из работы были обозначены наиболее чувствительные и наиболее устойчивые к свинцу культуры бацилл. Также проведена оценка влияния анионного компонента солей на их токсический эффект.

**Ключевые слова:** свинец, тяжелые металлы, *bacillus*, ингибирование роста.

**Введение.** Свинец является одним из наиболее токсичных загрязнителей среди тяжелых металлов. Повышение его уровня в почвенной среде оказывает неблагоприятное воздействие

на микробное разнообразие почвы, рост и метаболизм растений. Растения испытывают окислительный стресс при воздействии свинца, что приводит к повреждению клеток и нарушению клеточного ионного гомеостаза. Он нарушает рост растений, удлинение корней, прорастание семян, развитие проростков, деление клеток, транспирацию, продукцию хлорофилла, ламеллярную организацию хлоропластов. Кроме того, он может накапливаться в различных частях растений и таким образом попадать в пищевую цепь. Свинец может воздействовать на любой орган в организме, но наиболее чувствительными частями являются развивающаяся нервная система, кровеносная и сердечно-сосудистая системы, репродуктивная система и почки [1].

Распространенными антропогенными источниками загрязнения окружающей среды свинцом являются горнодобывающая промышленность, плавка руд, сжигание угля, стоки аккумуляторных производств, автомобильные выхлопы, металлизация, дубление кожи, отделочные работы, удобрения, пестициды и добавки в пигменты и бензин. Несмотря на то, что тяжелые металлы важны как в промышленном, так и в биологическом отношении, в силу своей небиоразлагаемости они устойчивы в окружающей среде и представляют для нее серьезную угрозу, а их избыточное осаждение в почве может нанести серьезный ущерб почвенной экосистеме.

Накопление свинца в почве вызывает серьезную озабоченность в сельскохозяйственном производстве из-за вредного воздействия на почвенную микрофлору, рост сельскохозяйственных культур и безопасность пищевых продуктов. В почве видоизменение свинца сильно влияет на его биодоступность и, следовательно, на его токсичность для растений и микробов. Многие растения и бактерии эволюционировали, чтобы выработать механизмы детоксикации для противодействия токсичному действию свинца [2].

Бактериальные штаммы, особенно бактерии рода *Bacillus*, за счет устойчивости к металлам и к экстремальным условиям окружающей среды находят широкое применение во многих биотехнологических процессах. Среди них выделяют также и биоремедиацию тяжелых металлов из природных сред. Использование бактериального сорбента значительно дешевле химических методов, а также не имеет последствий в виде вторичного загрязнителя [3]. Экологичность и экономичность данного метода обуславливает актуальность проведенной работы. Изоляция и идентификация новых устойчивых к металлам бактерий считается престижным направлением в данной сфере [4]. Таким образом, целью данной работы является оценка устойчивости почвенных изолятов *Bacillus* spp. к свинцу.

**Объекты и методы исследований.** В рамках данного исследования были использованы 10 культур бактерий рода *Bacillus*: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9 и B10. Используемые штаммы были выделены из черноземных почв на территории г. Медногорск вблизи ООО «Медногорский медно-серный комбинат». Содержание тяжелых металлов в почве на выбранном участке значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). Образец характеризуется особенно высоким содержанием меди, никеля, свинца и кадмия, уровень загрязнения участка классифицируется как опасный [5]. Отбор проб почвы проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Для выделения аэробной спорообразующей микрофлоры использовался метод прогрева почвенной суспензии до 80 °С в течение 60 минут. Данный метод позволяет уничтожить вегетативную флору с сохранением способных к споруляции бактерий. Идентификация культур до рода осуществлялась по

морфологическим, культуральным и тинкториальным свойствам.

Для определения чувствительности или устойчивости культур к свинцу в рамках исследования были использованы соли свинца: нитрат свинца (II) и ацетат свинца (II). Для качественной всесторонней оценки использованы растворы с различной концентрацией солей: от 0,0156 мМоль/мл до 1 мМоль/мл.

В качестве основного метода использован метод агаровых лунок, который основывается на способности растворов солей металлов диффундировать в питательную среду [6]. Бактериальные суспензии культур приготовлены в соответствии со стандартом мутности МакФарланда. Бактериальную взвесь в количестве 50 мкл засевают «сплошным газоном» при помощи шпателя Дригальского на чашку Петри с предварительно простерилизованной питательной средой (ГРМ-агар, 20 мл). В агаре вырезают семь «лунок» диаметром 8 мм с использованием специального устройства для вырезания лунок в агаровом геле (стерильная металлическая трубка с резиновой грушей). В вырезанные отверстия (лунки) вносят необходимые концентрации солей. Учет результатов проводится после культивирования чашек в течение 24 часов в термостате при температуре 37 °С. Оценка ингибирующего эффекта осуществлялась измерением диаметра зоны отсутствия роста микроорганизмов вокруг лунки с токсическим агентом. Вывод о чувствительности или устойчивости культуры заключался в зависимости от величины диаметра зоны подавления роста [7].

Эксперимент проводился в трехкратной повторности. За конечный результат принималось усредненное значение серии результатов по каждой концентрации исследуемых веществ.

Статистическая обработка результатов исследования в виде таблиц и графиков осуществлена при помощи компьютерной программы «Excel» из офисного пакета программ MicrosoftOffice.

**Результаты.** Анализ полученных данных позволяет оценить токсичность солей свинца относительно выделенных культур. Также имеет место определение наиболее чувствительных и наиболее устойчивых к свинцу культур.

У культур определены минимальные подавляющие концентрации (МПК) солей, при которых наблюдается слабое подавление роста бактерий. МПК нитрата свинца (II) для культур В3 и В4 составила 0,25 мМоль/мл, для культур В1 и В6 – 0,125 мМоль/мл, для остальных же культур – 0,0625 мМоль/мл (рисунок 1).

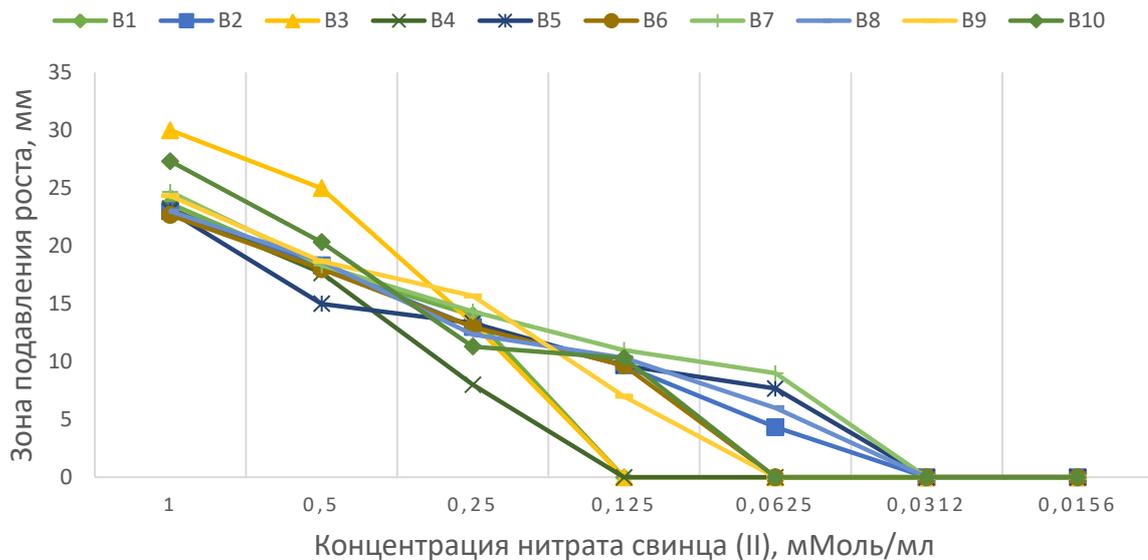


Рисунок 1 – Оценка биотоксичности нитрата свинца (II) относительно *Bacillus* spp.

Таким образом, культуры B5, B7, и B9 показали более выраженную чувствительность к токсическому действию нитрата свинца (II), что также можно наблюдать по диаметру зон подавления роста бактериальных клеток при МПК 0,0625 мМоль/мл – 7,7 мм, 9,0 мм и 7,0 мм соответственно. Наибольшей устойчивостью в данном эксперименте отличилась культура B4. При МПК 0,25 мМоль/мл диаметр зоны подавления роста составил 8 мм.

При оценке токсичности ацетата свинца МПК для исследуемых культур составила следующие значения: B2, B4 и B5 – 0,0625 мМоль/мл, для остальных культур – 0,125 мМоль/мл (рисунок 2).

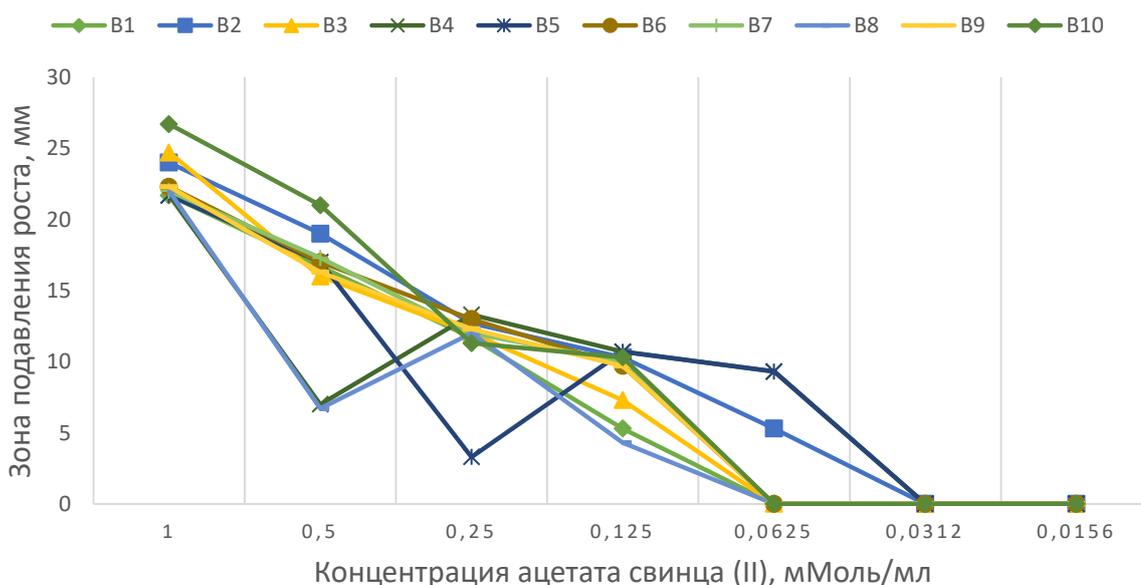


Рисунок 2 – Оценка биотоксичности ацетата свинца (II) относительно *Bacillus* spp.

Большей чувствительностью к ацетату свинца (II) обладали культуры В2, В4 и В5 с диаметром зон подавления роста при МПК 0,0625 мМоль/мл 17,7 мм, 27,0 мм и 23,3 мм соответственно. Устойчивость к токсическому влиянию данной соли показали культуры В1 и В8. Зоны подавления роста при МПК 0,125 мМоль/мл составила 5,3 мм и 4,3 мм соответственно.

**Обсуждение результатов.** Анализ результатов и проведенной статистической обработки позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии влияния анионного компонента солей свинца (таблица 1).

Таблица 1. Минимальная подавляющая концентрация солей свинца относительно *Bacillus* spp.

Культура	Нитрат свинца (II)		Ацетат свинца (II)	
	МПК, мМоль/мл	Диаметр зоны подавления роста, мм	МПК, мМоль/мл	Диаметр зоны подавления роста, мм
В1	0,125	10,3±0,3	0,125	5,3±2,7
В2	0,0625	4,3±2,2	0,0625	5,3±2,7
В3	0,125	9,7±0,3	0,125	7,3±3,7
В4	0,25	8,0±2,0	0,0625	9,3±1,3
В5	0,0625	7,7±0,3	0,0625	9,3±1,3
В6	0,125	9,7±0,3	0,125	9,7±0,3
В7	0,0625	9,0	0,125	10,0
В8	0,0625	6,0±3,0	0,125	4,3±2,2
В9	0,0625	7,0±0,6	0,125	9,7±0,7
В10	0,0625	5,0±2,5	0,125	10,3±0,9

Незначительные изменения в степени устойчивости наблюдаются лишь у нескольких культур. Влияние солей свинца на культуру В1 показало разные результаты подавления роста при одинаковой МПК. Культура В4 оказалась наиболее чувствительна к нитрату свинца, МПК различается в два раза. МПК культур В7, В8, В9 и В10 к солям свинца оказалась различна – 0,0625 мМоль/мл и 0,125 мМоль/мл к нитрату и ацетату свинца соответственно.

Данные свидетельствуют о незначительном влиянии анионного компонента на устойчивость культур к солям свинца. Причем в зависимости от культур чаще более токсическим эффектом обладал ацетат, реже и в меньшей степени – нитрат.

**Выводы.** В результате статистической обработки результатов и анализа полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Определены более чувствительные к свинцу культуры – В3, В5, В6. МПК для данных культур оказались наиболее высокими при большой величине диаметра зоны подавления роста.
2. Выявлены наиболее устойчивые к свинцу культуры, среди которых особенно выделяются В1, В4 и В8.
3. Проведена оценка влияния анионного компонента солей свинца (II). Выявлен незначительный токсический эффект, который в большей степени проявляется у ацетата

свинца (II).

**Литература:**

1. Kushwaha A., Hans N., Kumar S., Rani R. A critical review on speciation, mobilization and toxicity of lead in soil-microbe-plant system and bioremediation strategies // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2018. V. 147. Pp. 1035-1045.
2. Oorts K., Smolders E., Lanno R., Chowdhury M.J. Bioavailability and ecotoxicity of lead in soil: Implications for setting ecological soil quality standards // *Environ Toxicol Chem.* 2021. V. 40(7). Pp. 1950-1963.
3. Choinska-Pulit A., Sobolczyk-Bednarek J., Laba W. Optimization of copper, lead and cadmium biosorption onto newly isolated bacterium using a Box-Behnken design // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2018. V. 149. Pp. 275-283.
4. Lin D. et al. The research progress in mechanism and influence of biosorption between lactic acid bacteria and Pb(II): A review // *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019. V. 59(3). Pp. 395-410.
5. Галактионова Л.В., Орлова Н.Г. Загрязнение почв в зоне влияния ООО «Медногорский медно-серный комбинат» // *Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее* : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 275-летию Оренбургской губернии и 85-летию Оренбургской области, Оренбург, 21-22 ноября 2019 года. Оренбург: ООО «Фронтир». 2019. С. 301-305.
6. Sun L., Li Y., Li A. Treatment of actual chemical wastewater by a heterogeneous fenton process using natural pyrite // *Int J Environ Res Public Health.* 2015. V. 12(11). Pp. 13762-13778.
7. Sizontsov A.N. et al. Assessment of biotoxicity of Cu nanoparticles with respect to probiotic strains of microorganisms and representatives of the normal flora of the intestine of broiler chickens // *Environmental Science and Pollution Research*, 2018. V. 16. Pp. 15765-15773.

УДК 633.2:631.8

**ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ  
БИОМАССЫ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР**

Регер Н. С., младший научный сотрудник,

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург)*

**Аннотация.** В сельскохозяйственном производстве использование экологически безопасных средств защиты растений и стимуляторов роста становится все более актуальным. Особенно перспективны в этом плане комплексные биостимуляторы.

В данной статье рассмотрены результаты применения современных биостимуляторов Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ и Фитоспорина - М, Ж (АС) + аминокислоты на накопление надземной биомассы. Обработка биопрепаратами была эффективна по сравнению с контрольными вариантами на всех изучаемых культурах и по всем фазам вегетации.

**Ключевые слова:** биоудобрение, биофунгицид, зернофуражные культуры, зернобобовые культуры, надземная биомасса.

**Введение.** В современном растениеводстве биостимуляторы представляют собой препараты преимущественно природного происхождения, которые применяются в малых дозах

и способствуют повышению урожайности и качества получаемой продукции [1]. В отличие от удобрений биостимуляторы не являются питательными веществами, то есть их действие заключается в улучшении усвоения питательных веществ растениями, а также в повышении стрессоустойчивости к факторам окружающей среды [2]. Характерной особенностью биостимуляторов является их безопасность для человека и окружающей среды, они не аккумулируются в конечной продукции [3].

По данным литературных источников в последние годы с использованием передовых технологий разрабатываются биостимуляторы, обладающие широким спектром действия на физиологические и биохимические процессы в растениях, требующие испытания в различных климатических зонах и на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе кормовых [4, 5], в связи с этим целью исследования является изучение биостимуляторов Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ и Фитоспорина - М, Ж (АС) + аминокислоты на накопление надземной биомассы зернофуражными и зернобобовыми культурами.

#### **Объекты и методы исследований.**

**Объект исследований.** Сорт гороха посевного (*Pisum sativum* L.) Ватан, сорт ярового овса (*Avena sativa* L.) Конкур, сорт вики яровой (*Vicia sativa* L.) Льговская 22, сорт ячменя ярового (*Hordeum sativum* J.) Т-12. Биопрепараты: Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ и Фитоспорин - М, Ж (АС) + аминокислоты.

**Схема эксперимента.** Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН) в Оренбургском районе, недалеко от села Нежинка в 2022 году по методике полевых экспериментов Доспехова В. А. [6]. Опытные делянки изучаемых культур обрабатывали с помощью ранцевого опрыскивателя; контрольные варианты обрабатывали водой.

Таблица 1. Варианты опыта

Варианты опыта	Расход действующего вещества препарата
1. Овёс (контроль)	Обработка водой
2. Овёс (Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ)	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах кущения, вымётывания
3. Овёс (Фитоспорин- М, Ж (АС)+ аминокислоты)	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах кущения, вымётывания 1 л/га
4. Ячмень (контроль)	Обработка водой
5. Ячмень (Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ)	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах кущения, колошения
6. Ячмень (Фитоспорин- М, Ж (АС)+ аминокислоты)	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах кущения, колошения 1 л/га
7. Вика (контроль)	Обработка водой
8. Вика (Бионекс-Кеми, Ж, НРК 21:4:4+МЭ)	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах бутонизации, начала образования бобов
9. Вика (Фитоспорин- М, Ж (АС) + аминокислоты)	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах бутонизации,

	начала образования бобов 1 л/га
10. Горох (контроль)	Обработка водой
11. Горох (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ)	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах бутонизации, начала образования бобов
12. Горох (Фитоспорин- М, Ж (АС) + аминокислоты)	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах бутонизации, начала образования бобов 1 л/га

Отбор надземной биомассы осуществлялся с помощью агрономической рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup> в четырёх местах на двух несмежных повторениях каждого варианта. Объединенные растения с четырех площадок каждого варианта взвешивали с помощью кантера электронного и фиксировали вес.

**Оборудование и технические средства.** Агрономическая рамка 0,25 м<sup>2</sup> (Агроселена, Россия), Опрыскиватель ранцевый Titan 12 (Marolex, Польша), весы кантер RUNIS 6-180 (RUNIS, Россия).

**Статистическая обработка.** Статистические расчеты осуществлялись с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

**Результаты.** Обработка биостимуляторами изучаемых культур положительно повлияла на накопление сырой надземной массы растениями по сравнению с контрольными вариантами.

Эффективность биопрепаратов на зернофуражных и зернобобовых культурах была различной (рис. 1, рис. 2).

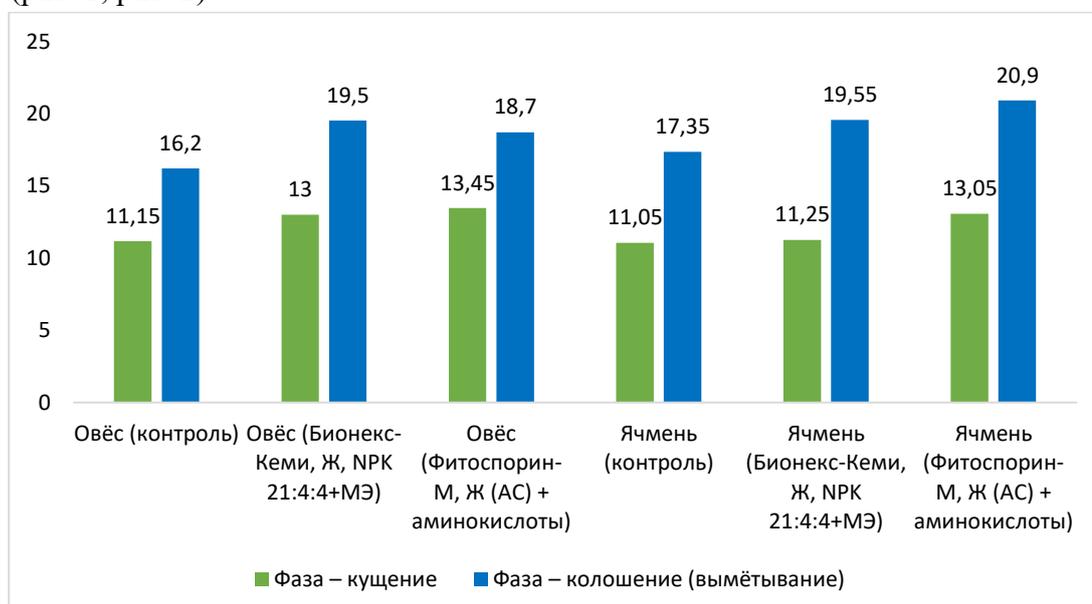


Рис. 1 – Сырая надземная масса растений зернофуражных культур по фазам развития, т/га

Фитоспорин - М, Ж (АС) + аминокислоты положительно повлиял на прирост сырой надземной биомассы ячменя по двум фазам и овса в фазе кущения, превышая контрольные варианты в среднем на 19% и 20% соответственно. Прибавка по сырой надземной биомассе после обработки Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ в фазе вымётывания метёлки овса была на 5% выше, чем при применении Фитоспорина - М, Ж (АС) + аминокислоты, и на 20%

превышала контроль.

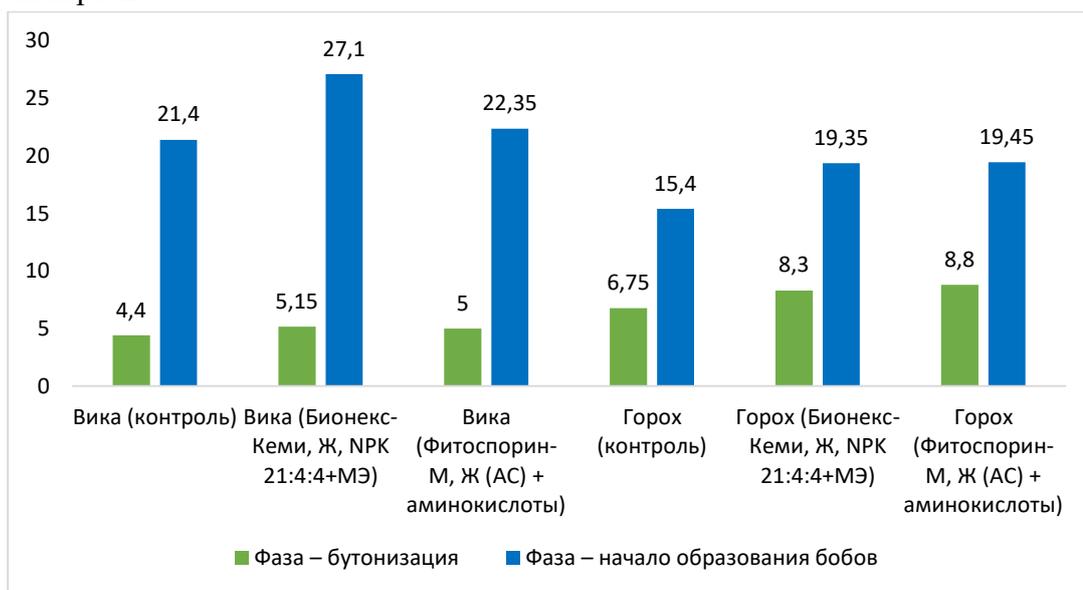


Рис. 2 – Сырая надземная масса растений зернобобовых культур по фазам развития, т/га

Анализируя данные гистограммы по зернобобовым культурам, можно сказать, что значительное увеличение накопления сырой надземной массы посевами вики наблюдается при применении Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ в фазах бутонизации и начала образования бобов на 3% и 23% соответственно по сравнению со вторым биостимулятором. На горохе преимущественное положительное влияние по двум фазам на прирост сырой биомассы в среднем на 28% относительно контрольного варианта оказал Фитоспорин - М, Ж (АС) + аминокислоты.

**Обсуждение результатов.** Исследователями установлено положительное влияние современных биостимуляторов Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ и Фитоспорина - М, Ж (АС) + аминокислоты на морфометрические параметры [7], урожайность и качество получаемой продукции сельскохозяйственными культурами [8].

Фитоспорин - М, Ж (АС) + аминокислоты был более эффективен по сравнению с Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ на таких культурах как ячмень и горох по всем фазам и в фазу кущения у овса. Посевы вики лучше отреагировали в фазы бутонизации и начала образования бобов, а посевы овса в фазе выметывания метёлки на обработку Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ.

**Выводы.** В результате проведенного исследования по применению биостимуляторов Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ и Фитоспорина - М, Ж (АС) + аминокислоты на посевах кормовых культур установлено, что данные препараты положительно повлияли на прирост сырой надземной массы растений по всем изучаемым культурам.

#### Литература:

1. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И. А. Биостимуляторы в растениеводстве: наука, практика, регулирование // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 11-ой научно-практической конференции, (Анапа,

06–10 сент. 2021 г.). М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ООО "Плодородие", 2021. С. 140-142.

2. Еремин Л.П., Резвякова С.В., Агеева Н.Ю., Павловская Н.Е. Эффективность применения биопрепаратов и биостимуляторов на озимой пшенице Московская 39 // Вестник аграрной науки. 2022. № 1(94). С. 3-11. doi:10.17238/issn2587-666X.2022.1.3.

3. Халимбеков, А.Ш., Курбанов С.А., Магомедова Д.С. Влияние схем посева, густоты стояния растений и биостимулятора роста на урожайность столовой свеклы // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 1(45). С. 101-106. doi:10.52671/20790996\_2021\_1\_101.

4. Ашаева, О.В., Соловьева К.М., Пожидаева Е.В. Роль биостимуляторов роста растений в ресурсосберегающем земледелии // Научное обеспечение отрасли растениеводства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения д.б.н., профессора Елены Петровны Куклиной-Хрущевой (г. Нижний Новгород, 06–07 окт. 2021 г.). Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия", 2022. С. 7-19.

5. Рябчинская Т.А., Зимина Т.В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. 2017. № 12. С. 62-92.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Мушинский А.А., Саудабаева А.Ж., Васильева Т.Н. Влияние биостимуляторов на *Solanum tuberosum* L. сорта «Удача» в засушливых условиях Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 153-160. doi:10.33284/2658-3135-105-3-153

8. Горянин, О.И., Джангабаев Б.Ж., Пронович Л.В. Формирование качества зерна ячменя при современных технологиях в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2021. № 6. С. 13-16. doi:10.28983/asj.y2021i6pp13-16.

УДК 633.11

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД LOESS ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ СЕРИИ NDVI ПШЕНИЦЫ

Тюриков Д.А., аспирант, Бесалиев И.Н., доктор с.-х. наук, Дускаев Г.К., доктор биологических наук

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (г. Оренбург)*

**Аннотация.** Научная статья посвящается восстановлению временной серии NDVI пшеницы при помощи метода LOESS. NDVI - простой количественный показатель фотосинтетически активной биомассы. Важной особенностью данных спутникового мониторинга является периодичность получения данных. Для восстановления ежедневных серий используются разные интерполяционные, аппроксимационные и регрессионные методы. В публикации приведен детальный анализ современных методов, используемых для восстановления временных серий NDVI. Затрагивается тема числового

моделирования для подбора параметров LOESS.

**Ключевые слова:** Triticum, NDVI, R, LOESS, восстановление временных серий

**Введение.** NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель фотосинтетически активной биомассы. Применяется для оценки степени развития, состояния и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур и других задач.

Для получения значения индекса NDVI применяются космические аппараты, самолеты, БПЛА, портативные и стационарные приборы и комплексы.

Одной из проблем при обработке данных NDVI, полученных со спутника, являются помехи, создаваемые облачностью. Второй важной особенностью является периодичность получения данных. Существуют разные методы для решения этих проблем.

Восстановление временных серий измерений позволило получить непрерывный ряд данных NDVI, а его анализ - создать характерный «портрет» культуры и использовать его для решения задач распознавания озимых культур Республики Крым, а также развивать методику мониторинга посевов сахарного тростника Южной Индии [1, 2].

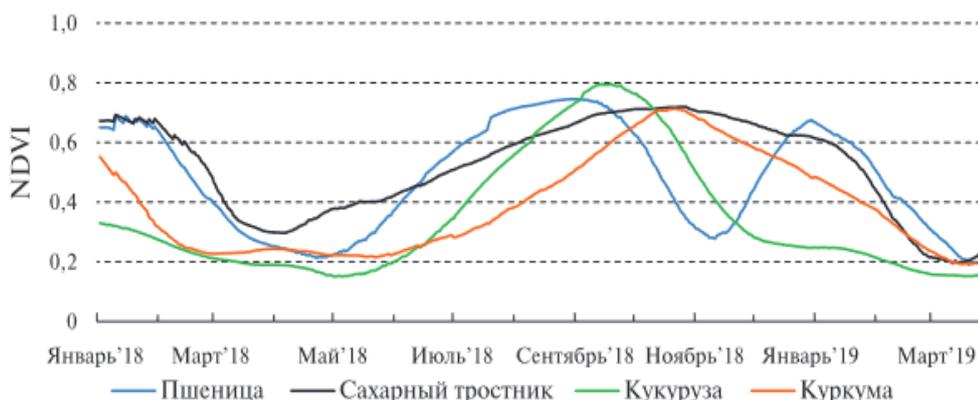


Рис. 1. Примеры профилей NDVI сахарного тростника в сравнении с основными культурами по данным Sentinel-2a/B. Сахарный тростник обладает наиболее продолжительным вегетационным периодом [2]

Для восстановления временных серий индекса NDVI Плотников и др. и Ёлкина и др. использовали метод на основе скользящей оконной взвешенной регрессии полиномами LOWESS [3]. В качестве весов при этом использованы значения индекса NDSI (Normalized Difference Snow Index) - нормализованный разностный снежный индекс, рассчитанный на основе измерений в голубом и ближнем ИК-каналах.

Chen J. et al. [4] провели большое исследование по подбору параметров фильтра Савицкого—Голея [5] для восстановления временных серий и вывели, что наилучшей комбинацией является параметров фильтра является (4,6).

Сглаживающие фильтры Савицкого—Голея, также называемые полиномиальными сглаживающими фильтрами или сглаживающими фильтрами с минимальной квадратической ошибкой, как правило, используются для “сглаживания” полученных данных. Фильтры Савицкого—Голея осуществляют полиномиальную аппроксимацию отдельных кадров входного сигнала по критерию минимума квадратической ошибки. В этом смысле они являются оптимальными.

Обычно, при использования фильтра Савицкого—Голея требуется задать 2 числовых параметра, задающих ширину окна сглаживания и степень полинома.

Tian H. et al. [6] восстановили данные, используя интерполяцию Лагранжа, и потом «сглаживали» восстановленные значения индекса NDVI фильтром Савицкого—Голея.

Sai и др. провели сравнение пяти методов, применяемых для восстановления временных серий индекса NDVI, и считают, что наилучшие результаты дает использование фильтра Савицкого—Голея и LOESS [7].

**Объекты и метод исследований.** Исследования проводились на опытном участке отдела технологий зерновых и кормовых культур ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. Объектами исследований были сорта яровой мягкой и твёрдой пшеницы в опыте по экологическому изучению.



Рис. 2 – Комбинированное изображение опытного участка с наложением NDVI за 05.08.22г.

Серия измерения индекса NDVI за период с 29.07.22г. по 15.08.22г.

Таблица 1. Серия измерения индекса NDVI

Дата наблюдения	DAS	Средний NDVI
29.07.22	84	0,40
31.07.22	86	0,41
03.08.22	89	0,36
05.08.22	91	0,34
08.08.22	94	0,23
13.08.22	99	0,24
15.08.22	101	0,22

Примечание: \* DAS (days after sowing) - дней после посева

Обработка проводилась в R 4.21.

Задача исследования - подобрать параметры регрессии LOESS и восстановить

непрерывную серию индекса NDVI.

**Результаты.** У метода LOESS, реализованного в R, два наиболее важных параметра: degree и span. Degree задает значение степени многочлена, принимая значения от 0 до 2, и выбор этого параметра очевиден – это 2. Параметр span задает степень сглаженности данных, в документации к методу приведено рекомендуемое значение span равное 0,75. При больших значениях span регрессия практически не отличается от регрессии одним полиномом. Например, span=2 дает почти тот же результат, что и приближение точек параболой, поэтому будем исследовать и промежуточное значение span=1.

Были построены три регрессионные модели LOESS, линии локальной регрессии приведены на Рис. 3, а параметры и оценки качества в Таблице 2.

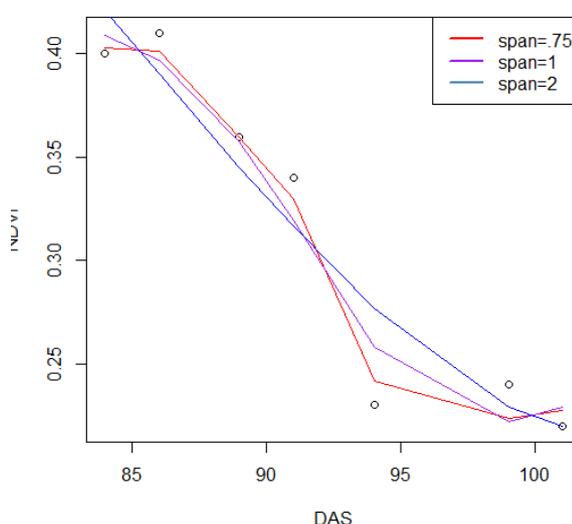


Рис. 3 – Линии локальной регрессии LOESS.

Таблица 2. Параметры и оценки качества регрессионных моделей LOESS

Параметры	RSE*	SSE**
span=0,75, degree = 2	0.02805666	0.000665028
span=1, degree = 2	0.02520868	0.001872266
span=2, degree = 2	0.03235414	0.003900302

Примечание: \* RSE (Residual Standard Error) - остаточная стандартная ошибка

\*\* SSE (Sum of Squared Errors) - сумма квадратов регрессионных остатков

RSE используется для измерения того, насколько хорошо модель регрессии соответствует набору данных. Наилучшей регрессией, из трех рассмотренных, является LOESS с параметрами span=1, degree = 2. Считаю, следует отметить, что наименьшее SSE у модели с параметрами span=0,75, degree = 2.

Восстановленные значения временных серий NDVI приведены в Таблица 3.

Таблица 3. Временная серия NDVI с 29.07.22г. по 13.08.22г.

Дата	DAS	Средний NDVI
29.07.22	84	0.4091752

30.07.22	85	0.4044318
31.07.22	86	0.3969976
01.08.22	87	0.3861903
02.08.22	88	0.3724823
03.08.22	89	0.3574391
04.08.22	90	0.3390799
05.08.22	91	0.3194906
06.08.22	92	0.2987305
07.08.22	93	0.2760610
08.08.22	94	0.2579494
09.08.22	95	0.2453636
10.08.22	96	0.2351640
11.08.22	97	0.2276569
12.08.22	98	0.2231487
13.08.22	99	0.2219456
14.08.22	100	0.2240616
15.08.22	101	0.2292029

Примечание: \* DAS (days after sowing) - дней после посева

**Выводы.** Таким образом, рассматривая временную серию индекса NDVI как заданную таблицей функцию от времени, можно применять методы аппроксимации для получения приближающей функции и восстановления пропущенных значений в серии.

LOESS выбрана как более простая по сравнению с LOWESS. Применяя полиномальные методы важно помнить, что полиномы второй степени позволяют учесть кривизну, 3й - учитывать точки перегиба, 4-й степени изредка используются, а более высокие степени обычно считаются избыточными.

В будущем можно будет провести более глубокое исследование моделей для итерационного подбора параметра span, и сравнить его с LOWESS моделями.

#### **Литература:**

1. Плотников Д.Е., Ёлкина Е.С., Дунаева Е.А., Хвостиков С.А., Лупян Е.А., Барталёв С.А. Развитие метода автоматического распознавания озимых культур на основе спутниковых данных для оценки их состояния на территории Республики Крым//Таврический Вестник Аграрной Науки, 2020, N 1 (21). doi: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-64-83
2. Ёлкина Е.С., Егоров В.А., Плотников Д.Е., Самофал Е.В., Барталев С.А., Патил В.К., Сунил Дж. К., Чаван В.С. Развитие методов спутникового мониторинга состояния посевов сахарного тростника в Южной Индии//Современные Проблемы Дистанционного Зондирования Земли Из Космоса, 2019, Т. 16, N 5. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-159-173
3. Cleveland W.S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots//Journal of the American Statistical Association, 1979, Т. 74, N 368, С. 829-836. doi: 10.1080/01621459.1979.10481038
4. Chen J., Jönsson P., Tamura M., Gu Z., Matsushita B., Eklundh L. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter//Remote Sensing of Environment, 2004, Т. 91, С. 332-344. doi: 10.1016/j.rse.2004.03.014

5. Savitzky Abraham., Golay M.J.E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures.//Analytical Chemistry, 1964, Т. 36, N 8, С. 1627-1639. doi: 10.1021/ac60214a047

6. Tian H., Huang N., Niu Z., Qin Y., Pei J., Wang J. Mapping Winter Crops in China with Multi-Source Satellite Imagery and Phenology-Based Algorithm//Remote Sensing, 2019, Vol. 11, No. 7, P. 820. doi: 10.3390/rs11070820

7. Cai Z., Jönsson P., Jin H., Eklundh L. Performance of Smoothing Methods for Reconstructing NDVI Time-Series and Estimating Vegetation Phenology from MODIS Data//Remote Sensing, 2017, Vol. 9, No. 12, P. 1271. doi: 10.3390/rs9121271

УДК 631. 631.514

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРУЖИННОГО ЗУБА НА ПОЧВУ

Чернявский А.Н., канд. тех. наук, Сторожаков С.Ю. канд. тех. наук  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,  
(Волгоград)

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы влияния усилий на почву пружинным зубом штригальной бороны. Представлены теоретические обоснования и практические исследования, связанные с этой проблемой.

**Ключевые слова:** пружинный зуб, штригальная борона, радиус кривизны.

**Введение.** Для исследования факторов были изготовлены опытные образцы зубьев, показанные на рисунке 1 [1]. Был изготовлен изогнутый зуб, а также зуб, у которого рабочая часть имела радиус кривизны 30 мм, и зуб, у которого рабочая часть имела радиус кривизны 60 мм.

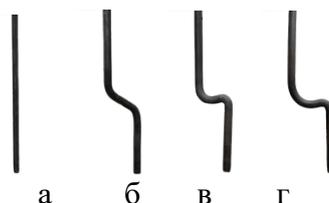


Рисунок 1 – Исследуемые зубья:

а) прямой зуб; б) изогнутый зуб; в) зуб, у которого рабочая часть с радиусом кривизны 30 мм; г) зуб, у которого рабочая часть с радиусом кривизны 60 мм

**Объекты и методы исследований.** В лабораторных условиях осуществлялись опыты, в которых определялась перемещения рабочего органа в различных плоскостях. Имитировалось движение рабочего органа в почве. В нижней части лабораторной установки фиксировался ящик с почвой [2]. В данную емкость (ящик) засыпалась почва, затем она уплотнялась. На стойку крепился парный пружинный рабочий орган штригальной бороны. К стержню зуба крепился электронный динамометр, определяющий усилие.

При отклонении зуба от горизонтального положения на определенное расстояние и при различных отклонениях фиксировалось показание прибора. Они фиксировались в почве и без почвы. Измерения проводились при отклонении зуба на расстояние 10 мм, 30 мм и 50 мм в почве. Перемещения с замерах проводились в поперечной и продольной плоскостях, а также с отклонением на 45°.

**Результаты.** Для замеров усилий использовался электронный динамометр, показания которого замерялись в кг и переводились в Н. Данные проведенных замеров фиксировались (таблица 1).

Таблица 1 – Прилагаемые усилия при отклонении зуба, *H*

Без почвы (Without soil)					
Прямой (Straight)	1	2	3	4	5
10 мм.	10,4	10,2	10,3	10,5	10,6
30 мм.	38,8	38,9	38,9	39	39,1
50 мм.	59,1	59,2	59,3	59,4	59,5

Изогнутый (Curved)	1	2	3	4	5
10 мм	10,5	10,3	10,5	10,6	10,4
30 мм	38,8	38,8	39	38,9	39,1
50 мм	59,6	59,7	59,6	59,8	58,8

R 30	1	2	3	4	5
10 мм	10,5	10,4	10,5	10,6	10,6
30 мм	38,9	39	38,9	39,1	39
50 мм	59,4	59,6	59,5	59,5	59,6

R 60	1	2	3	4	5
10 мм	10,6	10,5	10,4	10,6	10,7
30 мм	39	39,1	39	39,2	39
50 мм	60	60,2	60,3	60,4	60,5

С почвой (With soil)					
Прямой (Straight)	1	2	3	4	5
10 мм	38,3	38,2	38,5	38,3	38,4
30 мм	82,2	82,6	82,7	85,9	85,8
50 мм	126,6	127,1	127	127,4	127,3

Изогнутый (Curved)	1	2	3	4	5
10 мм	38,4	38,9	39,9	42,3	42,8
30 мм	82,8	83,3	83,8	87,5	88,1
50 мм	126,9	127,8	128,2	132,6	132,9

R 30	1	2	3	4	5
10 мм	38,5	38,9	38,8	43,2	43,3
30 мм	81,9	83,4	83,3	88,1	88,5
50 мм	127	128,2	128,4	133,9	134,3

R 60	1	2	3	4	5
10 мм	38,7	39,1	39,3	48,6	48,8
30 мм	82,3	84,4	84,2	93,2	93,5
50 мм	127,1	130,8	131	136,7	136,9

\*По горизонтали – количество опытов, по вертикали – перемещение зуба на 10, 30 и 50 мм.

**Обсуждение результатов.** На основании этих таблиц построены диаграммы, показывающие отклонения рабочих органов на определенное расстояние, а также при использовании приложенного усилия [1, 2].

Далее приведена диаграмма влияния усилия на величину отклонения рабочего органа в различных плоскостях без почвы (рисунок 2).

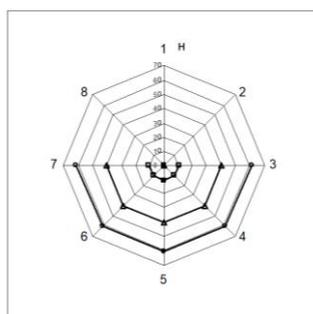


Рисунок 2 – Влияние усилия на величину отклонения рабочего органа в различных плоскостях без почвы: □ – отклонение на 10 мм, Δ – на 30 мм и O – на 50 мм

Без почвы при отклонениях зубьев в первых опытах отсутствовало дополнительное усилие, которое появлялось со стороны почвы, и диаграммы практически схожи [3].

На рисунке 3 – показаны графики отклонения изготовленных образцов зубьев. Эти образцы отклонялись в почве на некоторое расстояние [4] (10 мм, 30 мм, 50 мм). На зуб в почве действуют дополнительные силы, поэтому диаграммы будут иметь следующий вид.

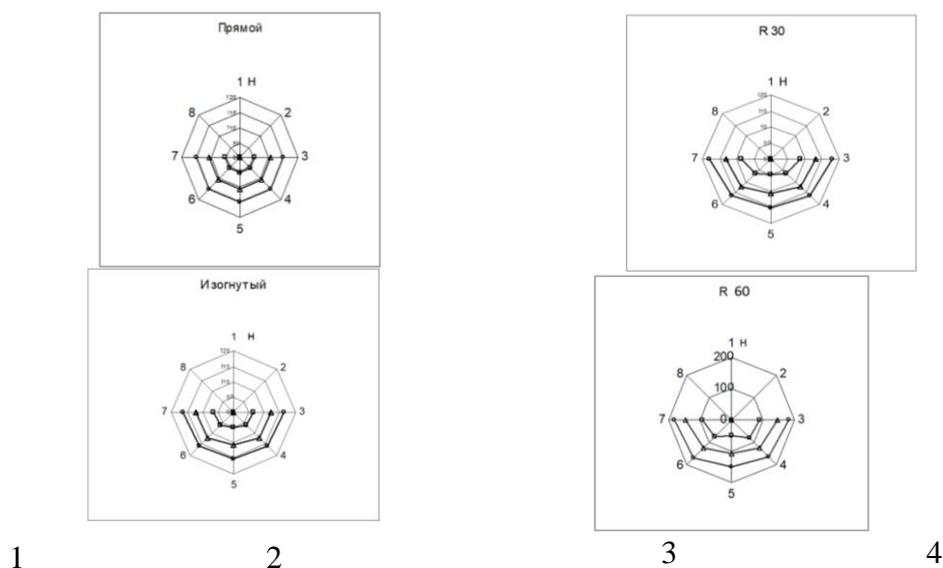


Рисунок 3 – 1-Диаграмма перемещения прямого зуба в почве, 2 - Диаграмма перемещения изогнутого зуба в почве; 3 – Диаграмма перемещения в почве зуба с радиусом кривизны R30; 4 – Диаграмма перемещения в почве зуба с радиусом кривизны R60.

После анализа была составлена таблица расчетных результатов площади проекции формы рабочего органа с учетом угла отклонения [3, 4]. Из полученных результатов очевидно, что наибольший участок проекции имеет рабочий орган с радиусом кривизны R 60 мм.

Таблица 2 – Влияние формы рабочей части зуба на площадь проекции в вертикально-поперечной плоскости с учетом угла отклонения.

	Прямой	Изогнутый	R 30	R 60
	Площадь S, мм <sup>2</sup>			
Отклонение 0 °	1300	1300	1300	1300
Отклонение 45°	1300	1350	1470	1500
Отклонение 90°	1300	1500	1590	1650

Очевидно, что наибольший участок проекции имеет рабочий орган с радиусом кривизны R 60 мм.

**Выводы.** Таким образом, применение рабочего органа с изогнутым рабочим участком обеспечивает стабилизацию колебаний в поперечной области при движении штригельной бороны, что снижает повреждаемость возделываемой культуры.

#### *Литература:*

1. Чернявский А.Н. Повышение технологической эффективности работы штригельной бороны путем конструктивного обоснования параметров зуба [Текст]: автореферат диссертации кандидата технических наук / А. Н. Чернявский. – Волгоград, 2022. – 14 с.
2. Чернявский, А.Н. Модель подбора оптимальной геометрической формы зуба бороны "Штригель" / А.Н.Чернявский, И.Б. Борисенко // [Текст] Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы «Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий». Волгоград. – 2018. С. 271-278.
3. Чернявский, А.Н. Моделирование работы пружинного рабочего органа штригельной бороны на основе оптимизации зоны поперечных колебаний / Чернявский А.Н., Борисенко И.Б., Токарев К.Е. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. Волгоград. – 2021. № 2 (62). С. 482-490.
4. Чернявский, А.Н. Технологическая модель процесса работы пружинного зуба / А.Н. Чернявский, И.Б. Борисенко // [Текст] Материалы междунар. научно.-практ. конференции «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования». В. – 2017. С. 56-62.

УДК 621.565

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Башняк С.Е., канд. техн. наук, доцент,

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Донской государственной аграрный университет (п. Персиановский)*

Лемешко М.А., канд. техн. наук, доцент,

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета (г. Шахты)*

**Аннотация.** В статье исследуется подход по увеличению эффективности процесса конденсации в холодильной машине. Сущность подхода заключается в улучшении теплообменного процесса в конденсаторах. Это обеспечивает снижение температуры конденсации и снижение удельного энергопотребления холодильной машины. Теплообмен улучшается путем применения теплообменных трубок с овальным сечением, вместо типовых трубок с круглым сечением.

**Ключевые слова:** холодильная машина, процесс конденсации, энергопотребление, теплообмен, сечение теплообменных трубок.

**Введение.** Известно, что в кормопроизводстве при хранении и переработке сельхозпродукции используются холодильные машины, как правило, компрессионного типа; которые являются в настоящее время наиболее экономичными аппаратами. Очевидно, что производство, хранение, транспортировка и реализация сельхозпродукции невозможно без холодильной техники [1].

При этом следует учитывать, что затраты на охлаждение продукции и на поддержание температурных режимов при производствах, в немалой степени определяют стоимость готовой продукции. Что важно в конкурентной среде. Учёные и исследователи постоянно ищут методы снижения затрат на охлаждения продукции.

**Объекты и методы исследований.** Предлагается к обсуждению решение, которое позволит улучшить теплообменный процесс трубчатых конденсаторов холодильных машин с окружающим воздухом или теплообменный процесс хладагента с охлаждающей жидкостью. Это могут быть конденсаторы трубчатого типа любой конструкции, как в виде пучков труб, так и в виде змеевика теплообменной трубки.

Практически всегда в теплообменных аппаратах, в том числе и в конденсаторах холодильных машин используются трубы правильного круглого сечения. Нами обоснована целесообразность использовать для улучшения теплообменного процесса трубы не круглого, а овального сечения. Идея основана на том, что отношение длины окружности к площади сечения для круглого сечения наименьшее. Для овального сечения это отношение больше. С физической точки зрения это означает приближение центральной области рабочего тела внутри теплообменной трубки к поверхности теплообмена, это обстоятельство ускоряет процесс отвода тепла от рабочего тела. Именно это обстоятельство улучшает теплообменный процесс через стенку трубы теплообменного аппарата и способствует снижению удельного энергопотребления холодильника в целом.

**Результаты.** Рассмотрим теоретический аспект вопроса о возможном снижении затрат на процессы охлаждения в холодильных машинах [2].

На рисунке 1 приведена  $\lg P$ - $h$  диаграмма при двух режимах работы конденсатора холодильной машины: при типовом теплообмене трубки конденсатора с окружающим воздухом и при увеличенном теплообмене, который обеспечивается применением трубок конденсатора с овальным сечением.

На диаграмме пунктиром условно показан холодильный цикл при типовой конструкции конденсатора, при трубке змеевика правильного круглого сечения, и сплошными линиями показан холодильный цикл при улучшенном теплообмене хладагента с окружающим воздухом. При улучшении теплообменного процесса происходят следующие явления:

- Понижается давление конденсации;
- Понижается температура нагнетания;
- Понижается температура испарения (незначительное);
- Увеличивается перепад температуры воздуха, проходящего через теплообменную поверхность конденсатора;

Таким образом, из диаграммы видно, что при улучшении теплообмена охлаждаемого рабочего тела с окружающим воздухом не только снижается температура конденсации, но и уменьшается нагрузка на компрессор, снижаются энергозатраты при пуске компрессора, и при работе компрессора в рабочем цикле. Это обстоятельство скажется на увеличении ресурса работы компрессора, его надёжности.

При теплообмене поверхности твердого тела с газовой средой значение коэффициента теплоотдачи обычно не превышает 20-80 Вт/м<sup>2</sup>·град. Одним из часто применяемых способов улучшения охлаждения хладагента в конденсаторе является увеличение поверхности теплообмена. В случае замены трубок круглого сечения, на трубки с овальным сечением, при одинаковой площади сечения, поверхность трубок с овальным сечением больше.

При теплообмене поверхности твердого тела с газовой средой значение коэффициента теплоотдачи обычно не превышает 20-80 Вт/м<sup>2</sup>·град. Одним из часто применяемых способов улучшения охлаждения хладагента в конденсаторе является увеличение поверхности теплообмена. В случае замены трубок круглого сечения, на трубки с овальным сечением, при одинаковой площади сечения, поверхность трубок с овальным сечением больше.

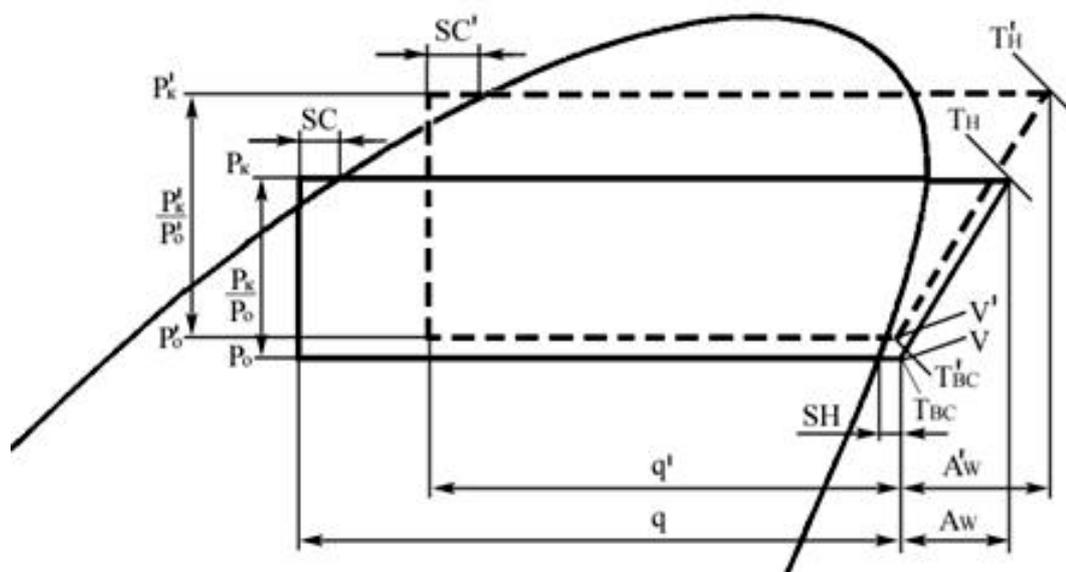


Рисунок 1. - Диаграмма lgP/h холодильного цикла при изменении условий охлаждения конденсатора

Охлаждение конденсатора компрессионного холодильника обеспечивается движением потока воздуха от вентилятора относительно неподвижного конденсатора. Обдув поверхности конденсатора холодильника потоком воздуха от вентилятора увеличивает интенсивность теплообмена, ускоряет отвод тепла от хладагента.

Очевидно, что для обдуваемых теплообменных трубок, отвод тепла от внешней поверхности трубок овального сечения будет ещё в большей степени интенсивным, всвязи с большим градиентом перепада температур при трубках с овальным поперечным сечением.

Недостатком такого способа охлаждения конденсатора является то, что на вентилятор затрачивается энергия и при относительно невысоких температурах окружающего воздуха, и при относительно не большой мощности компрессионного холодильника. Затраты энергии на работу вентилятора могут привести к увеличению удельного энергопотребления холодильника

и, как следствие, к снижению его ресурса безотказной работы [4].

Устранить этот недостаток можно путём управления процессом конденсации с использованием контроллера управления, работа которого описана в работе [5].

Следует также учитывать, что энергия, затрачиваемая вентилятором на создание воздушного потока, большей частью не используется в обеспечении теплообменного процесса на поверхности конденсатора, т.к. часть воздушного потока от вентилятора не касается поверхности змеевика конденсатора. Этот недостаток минимизирован в бытовом холодильнике с подвижным конденсатором [6]. Холодильник по указанному патенту состоит из холодильного шкафа, герметичного агрегата, компрессора, испарителя и конденсатора, закрепленного консольно в нижней части холодильного шкафа, при этом верхняя часть конденсатора взаимодействует с исполнительным органом электромагнитного вибратора, прикрепленного к корпусу холодильного шкафа. Теплопередача от конденсатора окружающему воздуху интенсифицируется за счет создания дополнительного обдува змеевика конденсатора при его колебательных движениях.

Однако конденсатор в виде змеевика выполненный из оребренной трубки имеет ряд преимуществ по сравнению с конденсатором холодильника с принудительной вентиляцией (обдувом) поверхности конденсатора [7]. Прежде всего, в простоте такого теплообменного аппарата-конденсатора, и в относительно меньшей себестоимости холодильника с таким конденсатором. Конденсатор в виде змеевика выполненный из цилиндрической оребренной трубки имеет достоинства также по сравнению с подвижным конденсатором [6], по этим же показателям - простоте и более низкой стоимости.

**Обсуждение результатов.** Опираясь на исследования в области увеличения эффективности процесса конденсации в компрессионных холодильниках, нами решена задача по улучшению теплообменного процесса между хладагентом в трубке конденсатора и окружающим воздухом [8].

Технический результат разработки заключается в улучшении теплообмена хладагента в конденсаторе с окружающим воздухом и снижении затрат электроэнергии на работу компрессионного холодильника.

На рисунке 2 приведены два вида сечения типовой трубки конденсатора с круглым сечением (А) и трубки с овальным сечением (В).

Из основ газодинамики известно, что скорость движения жидкости в трубе больше в области центра сечения трубы, следовательно, условно можно выделить область в сечении трубы, где температура будет выше, чем в точках сечения трубы по мере приближения к стенке трубы [9]. Именно в области центра трубы область «а» (рис.2) теплообмен хладагента с внутренней (1) поверхностью трубки конденсатора затруднён, он «изолирован» от этой поверхности областью «б», которая, в некотором условном представлении, является тепловым сопротивлением теплопередаче. Очевидно, чем тоньше этот слой (область «б»), тем ближе будет область «а» с максимально высокой температурой к поверхности (1) имеющей минимальную температуру, т.е. будет максимально высокая теплопередача, а в данной схеме теплоотвод от хладагента. Очевидно уменьшить слов «б», означает приблизить стенки трубы к центру движени горячего рабочего тела, что и достигается при использовании труб с овальным сечением. Это наглядно видно при сравнении сечений, приведённых на рисунке 2. Повышение эффективности процесса конденсации в холодильных машинах обеспечивает устойчивость этого важного оборудования к влиянию внешних факторов, обеспечивает надёжную стабильность тепловых режимов [10].

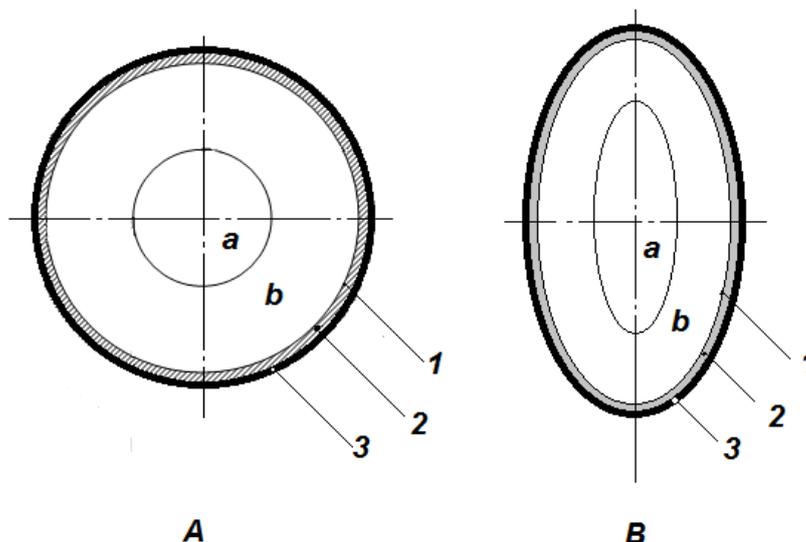


Рисунок 2 - Вид сечения трубки конденсатора с круглым сечением (А) и с овальным сечением (В): 1-внутренняя поверхность трубки, 2 -материал трубки, 3-внешняя поверхность трубки, отводящая тепло в окружающую среду, а - область горячего рабочего тела, область относительно холодного рабочего тела.

**Выводы.** Практически всегда в теплообменных аппаратах, в том числе и в конденсаторах холодильных машин используются трубы правильного круглого сечения. Нами обоснована целесообразность использовать для улучшения теплообменного процесса трубы не круглого, а овального сечения. Идея основана на том, что отношение длины окружности к площади сечения для круглого сечения наименьшее. Для овального сечения это отношение больше. С физической точки зрения это означает приближение центральной области рабочего тела внутри теплообменной трубки к поверхности теплообмена, это обстоятельство ускоряет процесс отвода тепла от рабочего тела. Именно это обстоятельство улучшает теплообменный процесс через стенку трубы теплообменного аппарата и способствует снижению удельного энергопотребления холодильника в целом.

#### **Литература:**

1. Лемешко, М.А. Безопасность хранения пищевых продуктов в отечественных малых холодильных машинах /М.А. Лемешко, С.Е. Башняк // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. - 2017. - №31(3). - С. 94-97.
2. Бартенева, О. Современное холодильное и технологическое оборудование / О . Бартенева // Переработка молока : технология , оборудование , продукция . – 2013. – № 2. – С. 69–72.
3. Бабакин, Б. С. Развитие энергосберегающей холодильной техники и технологий / Б.С. Бабакин, М. И. Воронин // Холодильная промышленность . – 2008. – № 5. – С . 9–11.
4. Устройство, эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования / Д. И. Грицай, И. В. Капустин, В. И. Марченко, Е. В. Кулаев // Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2019. – 52 с.
5. Лемешко, М.А. Оценка технического состояния малой холодильной машины с использованием программируемого контроллера /М.А. Лемешко, С.Е. Башняк // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. - 2017. - №30(2). - С. 78-82.
6. Бытовой холодильник с подвижным конденсатором Лемешко М.А., Кожемяченко А.В., Урунов С.Р. Патент на изобретение RU 2570533 С1, 10.12.2015. Заявка № 2014154241/06 от 29.12.2014.
7. Кожемяченко, А.В. Анализ влияния эксплуатационных факторов на техническое состояние бытовых холодильных приборов/ А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко, С.Р. Урунов //

Технико-технологические проблемы сервиса. - 2015. - № 4 (34). - С. 55-62.

8. Конденсатор компрессионной холодильной машины Лемешко М.А., Кожемяченко А.В., Карелин А.Е. Патент на полезную модель 209876 U1, 23.03.2022. Заявка № 2021129965 от 12.10.2021.

9. Теплообмен: теория и практика: Учебник / В. В. Карнаух, А. Б. Бирюков, С. И. Гинкул и др. – М., 2021. – 332 с.

10. Башняк, С.Е. Стабильность теплоэнергетических характеристик холодильных машин - путь к повышению качества хранения сельхозпродукции / С.Е. Башняк, М.А. Лемешко, И.М. Башняк // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2020. - № 3-1 (37). - С. 56-63.

УДК 633.11.324: 631.559 (571.17)

### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ (РК)**

А.К. Алтыбаева, аспирант Алтайского государственного аграрного университета;  
старший преподаватель;

*Торайгыров университет, г. Павлодар (РК)*

С. В. Жаркова, канд. с.-х. наук, профессор

*Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул*

**Аннотация:** Представлена оценка сортов яровой пшеницы по урожайности, экологической стабильности и пластичности на каштановых почвах Павлодарской области (РК). Установлено, что в среднем по изучаемым сортам урожайность за 2017-2019 гг. составила 1,24 т/га (по пару) и 0,9 т/га (по зерновым), ее варьирование по годам – 1,05-1,44 т/га (по пару) и 0,69-1,07 т/га (по зерновым); отклонение от стандарта от – 9% до 38% (по пару) и от – 8% до 42% (по зерновым). Показано, что на продуктивность культуры в основном влияют предшественник, доля которых составляет 31,7%, тогда как доля сорта – 15,9%. Наибольшей стабильностью и пластичностью выделился сорт пшеницы Анель 16. Этот сорт отмечен и как наиболее адаптивный при возделывании в засушливых условиях Павлодарской области (РК).

**Ключевые слова:** Оценка, сорта, яровая пшеница, урожайность, каштановые почвы, пар, зерновые, доля влияния.

**Введение.** Решение проблемы продовольственной безопасности каждой страны связано с увеличением производства сельскохозяйственной продукции, основа которой в странах СНГ – производство зерна [1,2,3,4,5]. Пшеница – одна из наиболее ценных и самых распространенных зерновых культур. В связи с этим в последнее время большое внимание уделяется ее возделыванию [6,7]. Однако повышению сбора зерна яровой пшеницы препятствуют недостаточная засухоустойчивость и адаптивность сортов, возделываемых в регионе. Из-за жесткой атмосферной и почвенной засухи с суховеем в летние месяцы нужно возделывать лишь те сорта, проявляющие интенсивную жизнедеятельность и устойчивые к долгим периодам засухи [8,9,10].

**Объекты и методы исследований.** Изучали сорта яровой пшеницы Ертис 97, Шортандинская 2012, Шортандинская 2015, Ертис 7, Анель 16, возделываемые на государственных сортовых участках в 2017-2019 гг.

Основная и предпосевная обработка почвы проводилась в соответствии с зональными рекомендациями. Основная обработка осенью – плоскорезная обработка, лущение, безотвальная обработка. Предпосевная весной – закрытие влаги боронованием в два следа (БЗТС – 1,0), предпосевная культивация (КТС – 10), боронование, посев, прикатывание (ЗККШ – 6) после посева (СНП – 16).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике,

изложенной в пособии Б.А. Доспехова с помощью программ MicrosoftOffice 2010, SNEDECOR и SPSS версии PASWStatistics 20.

Иртышская зона, расположенный в северо-западной части [Павлодарской области](#) и занимающий северную часть Иртышской равнины. Климат района резко континентальный. Годовое количество атмосферных осадков – 210-260 мм. Максимум осадков приходится на вторую половину лета. Сумма положительных температур выше 100 составляет около 22000 - 24500. Почвы малогумусные, нормальные и слабосолонцеватые, механический состав – суглинистые. ГТК в годы исследований 2017 год -0,67; 2018 году – 0,47, 2019 году - 0,56

**Результаты.** Выращивание урожая и формирование урожайности – это сложный и длительный процесс, протекающий под влиянием природных и экономических факторов. Природные – состояние и качество почв, метеорологические и климатические условия произрастания культур.

Таблица 1- Урожайность сортов яровой пшеницы, возделываемой в условиях Иртышской зоны по пару (2017-2019 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта	
	2017	2018	2019	среднее	т/га	%
Ертис 97, стандарт	1,23	1,10	1,18	1,17	0	0
Шортандинская 2012	1,62	0,99	1,35	1,32	+0,13	+ 11
Шортандинская 2015	1,30	1,10	1,30	1,23	+0,03	+ 3
Ертис 7	1,02	1,11	1,01	1,05	-0,10	- 9
Анель 16	1,54	1,68	1,09	1,44	+0,44	+ 38
среднее	1,34	1,20	1,19	1,24	-	-
НСР <sub>0,05</sub> , т/га	0,11	0,10	0,08	-	-	-
Cv,%	13	0,07	0,66	-	-	-

По предшественнику пар, 2017 год оказался более урожайным 2018 и 2019 годов. Достоверно превысили стандарт в 2017 году сорта: Шортандинская 2012 (1,62 т/га), Анель 16 (1,54 т/га); в 2018 году: Анель 16 (1,68 т/га); в 2019 году Шортандинская 2012 (1,35 т/га) и Шортандинская 2015 (1,35 т/га). В среднем за годы исследований наиболее пластичными сортами в зоне темно-каштановых почв Иртышской зоны были сорта: Шортандинская 2012, Анель 16, которые превышали сорт стандарт на 0,13-0,44 т/га или на 11-38 %, самый высокий показатель отмечен у сорта Анель 16, который показал прибавку к урожаю - 0,44 т/га или 38 %, средняя урожайность сорта составила - 1,44 т/га, стандарт – 1,17 т/га.

Таблица 2 - Урожайность сортов яровой пшеницы, возделываемой в условиях Иртышской зоны по зерновым (2017-2019 гг.)

№	Сорт	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта	
		2017	2018	2019	среднее	т/га	%
	Ертис 97, стандарт	0,99	0,81	0,45	0,75	-	-
	Шортандинская 2012	1,28	1,05	0,56	0,96	+0,21	+ 28
	Шортандинская 2015	1,21	0,97	0,56	0,91	+0,16	+ 21
	Ертис 7	0,96	0,71	0,39	0,69	-0,06	- 8
	Анель 16	1,39	1,29	0,52	1,07	+0,32	+ 42
	среднее	1,2	1,0	0,5	0,9	-	-

НСР 0,05, т/га	0,06	0,06	0,03	-	-	-
Сv, %	0,39	0,13	2,12	-	-	-

По зерновым идет снижение урожайности в сравнении с предшественником - чистый пар, это свидетельствует о том, что сорта интенсивного типа реагируют на количество запасов влаги в почве. В среднем по годам в 2019 г. отмечалась низкая урожайность в сравнении с 2017 и 2018 гг. почти в два раза. Наибольшая урожайность пшеницы за годы исследований отмечалась в 2017 г. от 0,99 до 1,39 т/га, что связано с большим количеством осадков в вегетационный период.

Достоверно превысили стандарт в 2017 и 2018 годах все сорта, кроме и Ертис 7 (0,96 и 0,71 т/га); в 2019 году достоверно превысили стандарт 3 сорта (Шортандинская 2012, Шортандинская 2015, Анель 16).

В среднем за 2017-2019 гг. урожайность ниже стандарта (Ертис 97) сформировал сорт Ертис 7 (0,69 т/га), на 8 %. Наибольшую прибавку урожая по сравнению со стандартом дали сорта Шортандинская 2015 – 21 %, Шортандинская 2012 – 28 %, Анель 16 – 42 %.

По двум предшественникам сорт Анель 16 дал наибольшую прибавку урожайности превысив стандарт в среднем на 38 % по пару (1,44 т/га) и 42 % по зерновым (1,07 т/га). Сорт Ертис 7 уступил стандарту по двум предшественникам на 9 % по пару (1,05 т/га) и на 8 % по зерновым (0,69 т/га), показав меньшую адаптивность.

Таблица 3 – Результаты трехфакторного дисперсного анализа по признаку «урожайность» сортов яровой мягкой пшеницы, предшественник зерновые, пар, 2017-2019 гг.

Источник варьирования	Сумма квадратов (SS)	Число степеней свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Сила влияния фактора, %
Общее	13,284	119	0,112	89,171	100
Год (А)	3,4310	2	1,7155	528,1668	26,3
Сорт (В)	2,0438	4	0,5109	89,1395	15,9
Предшественник (С)	4,1441	1	4,1441	904,0541	31,7
Взаимодействие (А x В)	1,1213	8	0,1402	24,4533	8,9
Взаимодействие (А x С)	1,5548	2	0,7774	169,5953	12,2
Взаимодействие (В x С)	0,0381	4	0,0095	2,0757	0,8
Взаимодействие (А x В x С)	0,5109	8	0,0639	13,9312	4,2

**Обсуждение результатов.** Результаты дисперсионного анализа показали, что урожайность в большей степени зависит от фактора «предшественник» - на 31,7 %, от фактора «год» на 26,3 %, от фактора «сорт» на 15,9 % и от фактора взаимодействие «год-предшественник» на 12,2 % и в меньшей степени всего на 8,9 % от фактора взаимодействие «сорт – год», на 4,2 % фактора взаимодействие трёх факторов « год – сорт - предшественник», на 0,8 % от фактора взаимодействие «среда-сорт» и на 2,1 % фактора взаимодействие «сорт - предшественник» (таблица 3).

Таким образом, в результате проведённых исследований было выявлено, в основном все изученные нами сорта, в условиях Павлодарской области, относятся к интенсивному типу. Самую высокую урожайность наблюдали по предшественнику пар 2017 году, это связано с большим количеством выпавших осадков (ГТК - 0,67).

**Выводы.** Как сорт наиболее продуктивный в условиях возделывания следует отметить сорт Анель 16, который дал стабильно высокий урожай на двух предшественниках (по пару 1,44 т/га, по зерновым 1,07 т/га) и по все годам, превышая другие сорта и сорт стандарт (Ерчис 97) по пару на 0,44 т/га или на 38 %, по зерновым на 0,32 т/га или на 42 %.

Максимальное влияние на формирование урожайности сортов яровой пшеницы оказывал фактор «предшественник» - 31,7 % и фактор «год» - 26,3 %.

#### **Литература:**

1. Якунина Н. А., Поползухина Н. А., Шмакова О. А., Поползухин П. В., Баяхметова Е. Е., Дашкевич С. М., Мамыкина С. С., Бабкенов А. Т. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов яровой мягкой пшеницы селекции ГНУ СибНИИСХ и ТОО НПЦЗХ им. А. И. Бараева // Сборник научных трудов ГНУ СНИИЖК. 2013.– №6 – С.308-311.
2. Сучкова С. А., Таранова Т. П., Жунусбаева Ж. К., Зуева Т. И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Томской области // Вестн. Том. гос. ун-та. 2013.– №370– С.183-186.
3. Рустамов Х.Н. Адаптивная ценность сортов пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) в богарных условиях Азербайджана // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2015.– №15 (212).– С.22-28.
4. Поползухина Н. А., Якунина Н. А., Поползухин П. В. Оценка яровой мягкой пшеницы по устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам зоны южной лесостепи Западной Сибири // ОНВ. 2014. – №2 (134).– С.191-195.
5. Неволina К.Н. Адаптивная способность и стабильность озимых зерновых культур при возделывании в условиях Пермского края/ К.Н. Неволina //Аграрная наука. – 2015. – № 6. – С.13-15.
6. Наумкин, В.Н. Технология растениеводства / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин. — СПб. : Лань, 2014.— С. 188.
7. Мелехина Т.С., Пинчук Л.Г., Секачева В.М. Экологическая пластичность сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и качеству зерна в отличающихся условиях юго-востока Западной Сибири (Кемеровская область) // Вестник КрасГАУ. 2015.– №4.– С.125-129.
8. Мелехина Т. С., Пинчук Л. Г. Урожайность и адаптивность сортов озимой пшеницы в условиях юго-востока Западной Сибири // Вестник АГАУ. 2015.–№6 (128).– С.5-8.
9. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г., Розова М. А., Зиборов А. И., Немченко В. В., Фомина И. В., Петров Н. Ю., Оганян Т. В. Эффективность оценки адаптивности сортов твердой пшеницы в зависимости от действия совокупностей условий среды // Известия Самарского научного центра РАН. 2015.– №4-3.– С.492-499.
10. Ионова Е.В., Газе В.Л., Некрасов Е.И. 2013. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) // Зерновое хозяйство России.– 3 (19). – С. 19–22.

УДК: 633.11

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

Малышев С.В., Прядун Ю.П., канд. с.-х. наук,

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (п. Тимирязевский, Челябинская область)*

**Анотация.** Экологическое сортоизучение коллекции 57 сортов твердой пшеницы проведено на базе сельскохозяйственной организации в южной лесостепной зоне Челябинской области. Экологическое испытание размещалось в четырехпольном севообороте по паровому предшественнику для отбора урожайных и ценных сортов для производственных посевов и селекционных целей. Вегетационный период 2021 года отличался малым количеством осадков, что дало возможность

провести экологическое испытание сортов в экстремальных условиях. Условия почвенной и атмосферной засухи не дали растениям твердой пшеницы сформировать высокий урожай, однако по паровому предшественнику некоторые сорта оказались продуктивными. В условиях жесточайшей засухи стандартный сорт Марина превысил 15 сортообразцов. Наибольшей урожайностью отличались сорта АТП Прима (25,7 ц/га), Безенчукская, Юбилейная (21,2 ц/га), Омский Лазурит (21,0 ц/га), Омский Изумруд (20,4 ц/га), Безенчукская 210 (19,8 ц/га). Результаты биохимических анализов показали, что даже в засушливых условиях большинство сортов формирует зерно высоких товарных качеств.

**Ключевые слова:** экологическое испытание, твердая пшеница, урожайность, качество зерна, засуха.

**Ведение.** В настоящее время особую актуальность приобретает экологическое сортоизучение сельскохозяйственных культур на базе сельскохозяйственных товаропроизводителей. Это связано с увеличением количества новых сортов, высокой загрузкой государственных участков испытания, отмены зональных ограничений использования сортов, внесенных в государственный реестр селекционных достижений, особенностей применяемой в хозяйствах агротехники, а также изменений многолетних норм климата в связи с глобальными изменениями [1-6].

Результаты, полученные в передовых хозяйствах пользуются доверием аграриев и поддерживаются Министерством сельского хозяйства Челябинской области. Ценность данных экологического сортоизучения в различных экологических зонах имеет важное значение для научных организаций, так ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» с расширением количества пунктов экологического сортоизучения новых сортов и селекционных образцов начал получать более качественные сорта зерновых культур [7].

Челябинская область занимает лидирующие позиции в производстве макаронной продукции, сырьем для которого является твердая пшеница, выращенная на юге Челябинской области. Под посевами твердой пшеницы в области занято около 160 тыс. га. Хорошее качество зерна твердых сортов пшеницы может быть получено только в южных районах области, где климатические условия соответствуют биологическим требованиям для сортов твердой пшеницы [8, 9].

Благодаря сотрудничеству с хозяйствами южной зоны в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» получен первый местный сорт твердой пшеницы «Лариса янтарная». Селекция твердой пшеницы не входит в государственное задание научных исследований, однако представляет высокий интерес производства [10] и является высоко маржинальным.

С целью оценки потенциала сортов в 2021 году лабораторией селекции ячменя ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» проведено экологическое испытание 57 сортов твердой пшеницы в ФГУП «Троицкое», расположенное в южной лесостепной зоне Челябинской области. Экологическое испытание размещалось в четырехпольном севообороте по наиболее благоприятному паровому предшественнику [9, 10].

**Цель работы.** Провести экологическое испытание сортов твердой яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции для отбора урожайных и ценных сортов для производственных посевов и селекционных целей.

**Методика проведения опытов.** Опыт по экологическому сортоизучению заложен в соответствии с методикой ГСИ. В качестве стандартов принят сорт Марина, имеющий наибольшие посевные площади (47144 га) в Челябинской области. Опыт однофакторный, размещение в зерно-паровом севообороте по паровому предшественнику. Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое, площадь делянки 20 м<sup>2</sup>. Посев проведен селекционной сеялкой на базе Т-16, СКС-6-10. Норма высева из расчета 4,5 млн./га. Посев проведен во второй декаде мая 2021 года.

Учет урожая проведен с помощью прямого комбайнирования комбайном Сампо-130» в первой декаде октября. Показатели качества зерна проведены в лаборатории ФГБНУ

«Челябинский НИИСХ».

**Результаты.** Вегетационный период 2021 года отличался малым количеством осадков, что дало возможность провести экологическое испытание сортов твердой пшеницы в экстремальных условиях. Одним из популярных показателей оценки вегетации является гидротермический коэффициент Селянинова – ГТК. В мае ГТК составил 0,4, в июне – 0,5. Растения испытывали угнетение от аномальных высоких температур, осадки выпали в июле, ГТК 1,6, в августе установилась сухая, жаркая погода без дождей ГТК 0,1. Условия почвенной и атмосферной засухи не дали растениям твердой пшеницы сформировать высокий урожай, однако по паровому предшественнику некоторые сорта оказались продуктивными.

В 2019 году количество влаги в почве было близким к недостаточному, в связи с чем запасы почвенной влаги к весне были умеренными. Запасы влаги в почве обеспечили дружные всходы, за весь вегетационный период выпало 100 мм осадков, что на 36 % меньше многолетней нормы. В условиях жесточайшей засухи стандартный сорт Марина превысил 15 сортообразцов. Наибольшей урожайностью отличались сорта АТП Прима (25,7 ц/га), Безенчукская, Юбилейная (21,2 ц/га), Омский Лазурит (21,0 ц/га), Омский Изумруд (20,4 ц/га), Безенчукская 210 (19,8 ц/га).

На уровне стандарта показали урожайность 30 сортов. Достоверно меньшую продуктивность по отношению к стандарту показали 16 сортов (таблица).

Таблица. Результаты экологического испытания сортов яровой твердой пшеницы в ФГУП «Троицкое», паровой предшественник, 2021 г.

Название сорта	Урожай зерна, ц/га	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г/л	Содержание белка в зерне, %	Клейковина	
						содержание, %	группа ИДК
Ярина	9,2	58	41,6	742	20,4	40,3	103-3
Ясенька	10,7	59	37,5	719	21,2	41,9	109-4
Луч 25	7,6	61	42,7	714	20,0	40,7	104-3
Валентина	9,7	68	40,0	696	21,9	45,8	96-2
Ядрица	9,6	56	41,0	720	21,7	45,6	110-3
Николаша	7,3	57	38,1	743	18,8	34,9	100-2
Безенчукский подарок	16,9	62	46,1	794	17,6	32,0	87-2
Безенчукская юбилейная	21,2	63	51,2	781	19,9	35,3	101,2
Безенчукская золотистая	16,7	62	46,0	768	18,6	34,7	93-2
Безенчукская Нива	17,1	67	46,7	746	18,3	36,4	92-2
Безенчукская 210	19,8	61	39,2	773	18,6	32,4	91-2
Безенчукская степная, st	13,3	58	45,4	744	18,3	36,8	103-2
Марина	12,3	57	46,2	749	17,5	29,6	97-2
Омский коралл	18,2	60	40,2	744	17,2	32,3	107-3
Омский корунд	15,1	62	45,2	781	19,6	35,0	111-3
Омский изумруд	20,4	70	43,0	765	18,8	34,3	106-3
Омский лазурит	21,0	73	41,9	784	18,0	36,2	108-3
Жемчужина Сибири	12,7	59	42,1	748	17,5	32,0	104-3
Омский циркон	12,2	57	45,7	748	20,5	39,6	107-3
Омская бирюза	7,2	54	38,1	739	21,2	42,1	110-3
Оазис	17,3	76	51,1	739	18,6	34,4	111-3

Памяти Янченко	12,6	67	43,7	748	19,9	38,1	103-3
Салют Алтая	8,1	59	36,8	732	19,4	39,4	96-2
Шукшинка	17,9	62	44,4	770	18,6	32,0	90-2
АТП Прима	25,7	75	39,6	786	16,9	27,9	93-2
Алтын Орда	14,5	65	45,1	765	19,4	37,1	102-2
Байсары	16,9	70	44,8	776	20,5	38,6	102-2
Костанайская 207	13,7	60	47,8	773	18,4	32,4	106-3
Алтын Дала	13,4	61	45,4	761	18,2	36,6	108-3
Шарифа	12,5	60	40,0	749	18,4	34,2	105-3
Карабалыкская 9	16,2	75	37,0	757	19,6	39,2	111-3
Дамсинская янтарная	9,4	58	46,3	753	22,4	47,2	103-3
Дамсинская юбилейная	8,0	58	39,6	734	18,2	36,1	95-2
Корона	9,0	61	41,3	740	20,0	34,4	97-2
Лавина	14,5	67	35,0	760	20,8	42,4	99-2
Донская элегия	11,6	58	38,1	715	18,8	33,1	105-3
Харьковская 46	7,9	61	50,0	742	19,3	32,7	112-3
Рустикано	11,1	59	40,5	744	20,0	36,0	98-2
Кремень	12,2	60	37,6	748	19,6	36,8	102-2
Меляна	8,7	60	44,2	751	19,8	37,3	106-3
Целина	12,5	58	42,2	762	21,0	41,8	101-2
Союна	10,2	57	32,7	758	21,2	40,7	106-3
Лариса янтарная	8,1	63	41,1	735	20,9	41,4	105-3
Одисео	5,6	60	36,8	666	20,8	41,1	103-3
Дюранегро	5,3	48	40,1	718	21,3	40,8	105-3
Дюраголд	6,4	62	40,3	714	21,8	46,0	104-3
Камут	5,1	68	41,2	649	21,6	42,5	107-3
Никола	3,4	63	41,3	769	22,1	43,0	103-3
Ник	9,9	56	39,1	709	19,6	38,0	97-2
Аннушка	9,7	60	41,3	718	19,2	40,5	99-2
Саратовская золотистая	9,0	61	38,8	678	19,5	32,9	100-2
Луч25	8,0	62	37,6	725	21,5	40,7	98-2
Памяти Васильчука	11,8	63	36,4	762	17,4	31,5	84-2
Валентина	7,5	58	38,6	697	20,8	38,2	97-2
Тамара	8,8	61	40,7	652	19,8	38,2	83-2
Елизавета	9,4	60	40,6	746	17,6	35,2	93-2
Гордея	4,9	58	36,3	734	19,9	37,6	96-2
НСР05	3,9						

**Обсуждение результатов.** Наибольшая стекловидность отмечена у сортов Оазис (76 %), Карабалыкская 9 (75 %), Омский изумруд и Байсары (70 %), что соответствует требованиям по 2 зерноклассу. Содержание белка у всех сортов соответствовало требованиям 1 класса (ГОСТ 9353-2016, выше 15,5 %), клейковины 1-2 класса. Высокими комплексными показателями по урожайности (21,2 ц/га), массы 1000 зерен (51,2 г) и природы зерна (781 г/л) выделяется сорт твердой пшеницы Безенчукская юбилейная.

**Выводы.** Проведение экологического сортоиспытания проходило в экстремальных температурных условиях (сумма активных температур 2700 °С), когда осадки на фоне малых запасов почвенной влаги были ниже климатических норм (175 мм за вегетационный период), в результате чего проявлялась почвенная и атмосферная засухи. В данных условиях 15 сортов достоверно превысили по урожайности самый распространенный в области сорт твердой пшеницы Марина.

Результаты биохимических анализов показали, что даже в засушливых условиях большинство сортов формирует зерно высоких товарных качеств.

Данные экологического сортоизучения сортов твердой пшеницы в ФГУП «Троицкое» полезны для сельскохозяйственных товаропроизводителей при выборе сортов, однако целесообразно повторить опыт для накопления статистической информации и выявления потенциала сортов при других погодных условиях.

### *Литература:*

1. Vasiliev A.A., Ufimtseva L.V., Glaz N.V., Nokhrin D.Y. Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming / E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. - С. 5001. DOI: 10.1051/e3sconf/202022205001
2. Васильев А.А., Глаз Н.В., Нохрин Д.Ю. Изменение климата на Урале // Проблемы агрохимии и экологии. 2021. № 3-4. - С. 45-50. DOI: 10.26178/AE.2021.43.59.004
3. Васильев А.А., Нохрин Д.Ю., Глаз Н.В., Уфимцева Л.В., Путятин В.И. Потенциал испарения на Урале в свете глобального потепления климата // АПК России. 2021. Т. 28. № 4. - С. 439-446. EDN: VZYYNX
4. Путятин В.И., Глаз Н.В., Нохрин Д.Ю. Влияние глобального потепления климата на испаряемость на Урале. Сборник трудов: 90 лет на службе агропромышленного комплекса Урала. Сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня основания Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства - филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Челябинск, 2021. С. 166-178. EDN: JUUKYQ
5. Путятин В.И., Глаз Н.В. Влияние глобального потепления на относительную влажность воздуха на Урале. Сборник трудов: Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля. Сборник научных трудов. Челябинск, 2022. С. 96-104. EDN: JQCAAD
6. Васильев А.А., Нохрин Д.Ю., Гасымов Ф.М.О., Глаз Н.В. Анализ агроклиматических условий уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года // АПК России. 2022. Т. 29. № 2. С. 139-147. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147
7. Агеев А.А., Анисимов А.А., Анисимов Ю.Б., Бондаренко Н.П., Вражнов А.В., Глаз Н.В., Гунько Г.В., Захарова И.А., Калюжина Е.Л., Кобелькова Н.И., Крамаренко В.Я., Кушниренко И.Ю., Ломов В.Н., Лопухов П.Н., Мошкина Ю.С., Прядун Ю.П., Шрейдер Е.Р., Юмашев Х.С. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвященного 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ "Челябинский НИИСХ" Челябинск, 2022. EDN: JWVYMH
8. Шиятый Е.И., Агеев А.А., Анисимов А.А., Анисимов Ю.Б., Засыпкин Ю.Ф., Захарова И.А., Прядун Ю.П., Юмашев Х.С. Погода и урожай. Основы растениеводства зерновых культур в Зауралье (пособие для фермера и агротехнолога) Челябинск, 2020. EDN: VQZDGE
9. Методические рекомендации по проведению химической мелиорации почв земель сельскохозяйственного назначения Курганской области / Кобякова Т.И. Шадринск, 2019. EDN: XJZKSO
10. Вражнов А.В., Брагин В.Н., Гималов Х.Х., Ломов В.Н., Анисимов А.А., Тюнин В.А., Пуалаккайнан Л.А., Юмашев Х.С., Крамаренко В.Я., Агеев А.А., Мотовилов Н.И., Громова Л.Д., Шаталина Л.П., Бондаренко Н.П., Биленко Ю.И., Прядун Ю.П., Радышевский Е.С. Системы земледелия для различных агроландшафтов Челябинской области. Рекомендации / Челябинск, 2011. EDN: YWIRAK

УДК 631.51:631.8:587:631.4

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ И ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМОЙ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ

Шулико Н.Н., канд. с.-х.наук, Тимохин А.Ю., канд. с.-х.наук,  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр» (г. Омск)

**Аннотация.** Исследования проводились в лесостепной зоне юга Западной Сибири (Омская область), в многолетнем (43 года) стационарном опыте, в вариантах со средней и высокой обеспеченностью подвижным фосфором (по Чирикову). Внесение минеральных удобрений на фоне орошения лугово-черноземной почвы привело к увеличению количества определяемой микрофлоры. В почве под посевами культур преобладали иммобилизационные процессы, способствующие сохранению органического вещества почвы (коэффициент минерализации КАА/МПА<1).

**Ключевые слова:** микробиоценоз, агрохимические свойства почвы, удобрения, плодородие, орошение.

**Введение.** Применение минеральных удобрений является наиболее эффективным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку улучшает питание растений и почвенных микроорганизмов. С повышением биологической активности почв возрастают прибавки урожая агрокультур [1-3]. Однако чрезмерная активизация почвенной микрофлоры может привести к негативным экологическим последствиям: ухудшению биологических и физико-химических свойств почв, минерализации гумуса, росту газообразных потерь азота, накоплению нитратов в почве, растениях, грунтовых водах, разрушению озонового экрана стратосферы [4].

В этой связи целью исследований было изучение изменения численности почвенной микрофлоры и питательного режима орошаемой лугово-черноземной почвы при длительном внесении минеральных удобрений.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились в 2020-2021 гг. в орошаемом восьмипольном зернотравяном севообороте под многолетними (смесь эспарцета песчаного *Onobrychis arenaria* (Kit.) с ежой сборной *Dactylis glomerata* L. и однолетними травами (смесь сорго сахарного *Sorghum saccharatum* Pers. с бобами кормовыми *Vicia Faba* L.; одновидовой посев сорго сахарного) в вариантах опыта без внесения удобрений при средней обеспеченности подвижным фосфором (по Чирикову 100 мг/кг почвы) – контроль, и с применением азотно-фосфорных удобрений в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> при высоком (более 150 мг/кг почвы) содержании P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – удобренный.

Оптимизация водного режима проводилась за счет поливов в дополнение к атмосферным осадкам (поливная норма 300 м<sup>3</sup>/га, оросительная норма 300-600 м<sup>3</sup>/га в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода), что позволило поддерживать влажность почвы в интервале от влажности разрыва капилляров (ВРК) до наименьшей влагоемкости (НВ). Оптимизация условий питания проводилась за счет применения умеренных доз минеральных удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>) перед посевом культур на фоне с повышенным содержанием фосфора (100-150 мг/кг почвы по Чирикову). В опытах применялись аммиачная селитра (60 кг д.в./га) и аммофос (60 кг.д.в./га). Удобрения вносились локально до предпосевной культивации сеялкой СЗП-3,6 под все изучаемые культуры в опыте.

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесуглинистая с содержанием гумуса в слое 0-0,2 м около 7% (по Тюрину), мощность гумусового горизонта 0-0,45 м.

Микробиологический посев осуществлялся глубинным способом на твердых питательных средах [5]. Содержание азота нитратов определялось по Грандваль Ляжу [6].

Погодные условия вегетационного периода 2020 г. в июне-июле были засушливыми (ГТК – 0,89-0,20 соответственно). В июне дожди прошли лишь в третьей декаде месяца – 44 мм осадков при норме 51 мм. Благоприятным по температуре и количеству осадков был август (ГТК=0,89). Вегетационный период 2021 г. сложился неблагоприятно для роста и развития зерновых культур. Дефицит атмосферных осадков на фоне экстремально высоких температур воздуха в течение вегетации ускорил развитие и созревание с.-х. культур.

**Результаты исследований.** За годы исследований (2020-2021 гг.) численность аммонификаторов на МПА изменялась под воздействием изучаемых факторов (минеральные удобрения, орошение) в разной степени. Под многолетними травами и сорго на удобренном фоне (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>) количество бактерий-сапрофитов возросло на 24 и 39% соответственно в сравнении с контролем. Доля влияния фактора применения удобрений была значительной, около 30%. Численность амилотических микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота изменялась с аналогичной бактериям-сапрофитам тенденцией, достоверно возрастая при внесении удобрений под многолетние травы и сорго на 53-55% (доля фактора 84%). Применение N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> под сорго в смеси с бобами также положительно влияло на количество микроорганизмов, потребляющих азот в минеральной форме.

Установлено, что в почве под посевами сельскохозяйственных культур преобладали процессы иммобилизации или закрепления азота микроорганизмами (соотношение МПА/КАА>1). Коэффициент трансформации органического вещества (Пм), наибольшим был в почве под посевом многолетних трав, составляя 115 - 118 ед. (табл. 1).

**Табл. 1 Численность микроорганизмов под посевом с.-х. культур при орошении, 2020-2021 гг. КОЕ/г**

Вариант	Бактерий, растущие на МПА, млн.	Микроорганизмы, потребляющие минеральный азот на КАА, млн.	Олигонитрофилы, млн.	Фосфоромобилизующие бактерии, млн.	Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, тыс.	Нитрификаторы, тыс.	Грибы, тыс.	МПА/КАА	КАА/МПА	Пм
Сорго+бобы (К)	31,1	15,5	52,6	121,3	58,5	0,81	79,6	2,01	0,50	93,5
Сорго+бобы (У)	26,8	20,9	142,2	134,6	92,6	1,32	69,6	1,28	0,78	61,2
Мн. тр. (К)	34,7	15,0	128,5	106,1	73,4	1,10	64,6	2,31	0,43	115,0
Мн. тр. (У)	42,1	23,2	128,9	224,2	108,5	1,17	157,1	1,81	0,55	118,5
Сорго (К)	31,8	18,5	113,3	144,7	72,0	1,16	84,7	1,72	0,58	86,5
Сорго (У)	43,2	28,1	229,9	169,1	104,8	1,46	71,5	1,54	0,65	109,6
HCP <sub>05A</sub>	17,8	5,6	97,4	107,6	71,7	0,40	60,8	1,2	0,39	Fφ < F <sub>05</sub>
HCP <sub>05B</sub>	14,5	4,6	79,5	87,8	58,5	0,33	49,7	0,98	0,32	
HCP <sub>05AB</sub>	25,2	7,9	137,7	152,1	101,4	0,57	86,0	1,7	0,55	

Численность олигонитрофилов достоверно увеличивалась под посевами сорго в смеси с бобами при применении минеральных удобрений более чем в два раза по отношению к контролю. Олигонитрофилы – микроорганизмы, способные расти в условиях незначительного количества доступного азота в почве, многие из них являются diaзотрофами. Стимуляция их

роста при применении удобрений, видимо связана с лучшим развитием растений на фоне питания и большим выносом азота из почвы, что способствует развитию этой группы микроорганизмов.

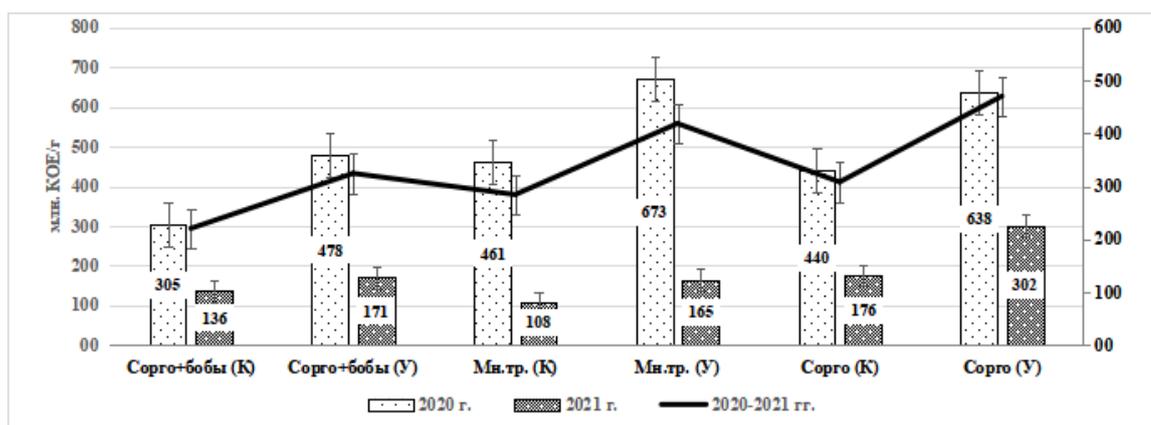
Количество фосфатмобилизирующих бактерий в почве под многолетними травами существенно (более чем в два раза), превышало контроль в варианте с внесением  $N_{60}P_{60}$ . На численность этой группы микроорганизмов в посевах однолетних трав применение удобрений достоверного влияния не оказало.

Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на численность почвенных грибов. Так, на фоне без удобрений она колебалась от 64 до 84 тыс. КОЕ/г, при внесении  $N_{60}P_{60}$  составляла 69-157 тыс. КОЕ/г. Наряду с бактериями, грибы важны как деструкторы клетчатки в почве, превращая труднодоступный органический материал в доступные соединения. Поэтому грибы испытывают потребность в элементах питания, которая удовлетворяется при внесении удобрений.

Целлюлозоразрушающие микроорганизмы имели наиболее высокую численность в удобренных вариантах под всеми исследуемыми культурами, увеличиваясь от 44 до 58% по отношению к контролю.

Наиболее высокие значения численности нитрифицирующих бактерий были на фоне удобрений. Внесение минеральных удобрений (доля фактора 93%), способствующих улучшению питания, как растений, так и микроорганизмов, стимулировало рост численности бактерий в почве под всеми культурами в этих вариантах от 6 до 63% по отношению к контролю (фон без удобрений). Также, увеличение их количества тесно связано с возрастающей численностью бактерий аммонификаторов ( $r=0,50\pm 0,43$ ). Накопление почвой катионов  $NH_3^+$  (источник энергии), очевидно, и послужило основной причиной повышения численности нитрификаторов.

При внесении минеральных удобрений наблюдалось повышение общей численности микроорганизмов в почве под посевом всех исследуемых культур. Наибольших значений общая (суммарная) численность микроорганизмов достигла под многолетними травами, достоверно увеличиваясь на фоне применения удобрений на 47% по отношению к контролю (рис.).



**Рис. Общее количество микроорганизмов под посевом культур в зависимости от применения удобрений, (n=6), 2020-2021 гг**

Содержание нитратного азота под многолетними травами и сорго снижалось в процессе вегетации, вследствие потребления его растениями и постепенного снижения интенсивности минерализации. Под смесью сорго с бобами количество  $N-NO_3$  в динамике напротив увеличилось, что, вероятно, связано с усиленным развитием нитрификаторов в этом варианте, в 2020 г. увеличение составило 50%, в 2021 г. 200% по отношению к контролю. В среднем на

удобренных вариантах количество азота нитратов было выше в сравнении с контролем более чем в 2 раза (доля влияния фактора удобрений 59%) (табл. 2).

Табл. 2 Содержание азота нитратов в почве под посевом с.-х. культур при орошении, мг/кг, 2020-2021 гг.

Вариант	И юнь	Июл ь	Авг уст	Сре днее
Сорго+бо бы (К)	2 5,1	18,7	21, 2	21,7
Сорго+бо бы (У)	4 7,2	37,9	55, 6	46,9
Мн. тр. (К)	8, 3	3,0	0,9	4,0
Мн. тр. (У)	2 0,6	14,7	5,7	13,6
Сорго (К)	2 6,6	13,2	17, 3	19,0
Сорго (У)	5 7,6	51,9	35, 5	48,3
<i>HCP<sub>05A</sub></i>	1 4,5	43,1	22, 9	8,4
<i>HCP<sub>05B</sub></i>	1 1,9	35,2	18, 7	6,9
<i>HCP<sub>05AB</sub></i>	2 0,6	61,0	32, 4	11,9

**Обсуждение.** В последнее время во всем мире, в том числе и в России интерес к проблемам сельскохозяйственной микробиологии неуклонно растёт [7]. Многочисленными исследованиями установлено положительное влияние приёмов интенсификации на биологическую активность почвы [8]. В наших исследованиях установлено, что многолетнее орошение лугово-черноземной почвы и применение интенсивной технологии возделывания культур в севообороте не оказало негативного влияния на её биологическую активность и экологическое состояние, стимулируя рост численности почвенных микроорганизмов и их жизнедеятельность.

**Выводы.** Внесение минеральных удобрений на фоне орошения привело к увеличению численности микроорганизмов в лугово-черноземной почве. За годы исследований в почве под посевами преобладали процессы иммобилизации азота ( $K_{\text{иммоб.}} = 1,28-2,31$  ед.).

1. Наибольший коэффициент трансформации органического вещества отмечен в варианте внесения азотно-фосфорных удобрений под многолетние травы (118 ед.).
2. Оптимизация минерального питания обеспечивала повышение общей численности микроорганизмов в почве под посевом исследуемых культур севооборота.

#### **Литература:**

1. Звягинцев Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв / Д.Г. Звягинцев. – М.: изд-во МГУ, 1989. – 206 с.
2. Хамова О.Ф., Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Шулико Н.Н. Биологическая активность орошаемой лугово-черноземной почвы и продуктивность сои в зависимости от условий минерального питания в южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – № 4 (176). – С. 96-100.

3. Шулико, Н.Н. Экологическое состояние лугово-черноземной почвы при длительном орошении / Н. Н. Шулико, А. Ю. Тимохин, Е. В. Тукмачева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 79-85.
4. Knowles R. Denitrification / R. Knowles // Microbiological reviews. – 1982. – Т. 46. – №. 1. – С. 43-70.
5. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова; под ред. В.К. Шильниковой. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
6. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 325 с.
7. Круглов, Ю. В. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / Ю. В. Круглов, Н. В. Кандыбин, Г. Ю. Лаптев ; Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии. – Москва : Россельхозакадемия, 2005. – 153 с.
8. Захаров, С. А. Влияние комплексного органоминерального удобрения (КОМУ) и биопрепаратов на продуктивность озимой пшеницы и биологическую активность почвы в ульяновской области / С. А. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 69-73. DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-69-73.

### Секция 3. Фундаментальные аспекты и перспективы развития аквакультуры

УДК 661.155.3:639.3

#### ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЦИНКА И ФИТОБИОТИКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РЫБ

Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,  
Килякова Ю.В., канд. биол. наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Оренбургский государственный университет» (Оренбург)*

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования по изучению влияния фитобиотика «Пробиоцид-Фито» (ООО «БИОТРОФ», Россия) и ультрадисперсных частиц цинка размером 90 нм на рост и развитие карпа.

**Ключевые слова:** фитобиотики, наночастицы, цинк, кормление, рыбы, карп

**Введение.** Эффективность выращивания объектов аквакультуры зависит от многих факторов: качество воды, особенности кормления, наличие паразитов и заболеваний и т.д. Эти факторы влияют на продуктивность непосредственно, подавляя иммунный ответ и в свою очередь, увеличивают возможность возникновения инфекционных заболеваний [1]. Одним из способов интенсификации рыбоводство является оптимизация кормления рыб за счет использования новых кормовых добавок. Одними из таких добавок являются фитобиотики и ультрадисперсные частицы (УДЧ) микроэлементов-металлов.

Интерес к УДЧ объясняется их уникальными свойствами, в частности высокая биодоступность для органов и тканей организма и антимикробная активность некоторых элементов, например цинка [2]. Цинк является важным микроэлементом, входящим в состав питательных веществ, которые необходимы для общего метаболизма. Он действует как кофактор для более чем 300 металлоферментов и играет значительную роль в метаболизме жиров, углеводов, белков, нуклеиновых кислот и мембран [3, 4].

Фитобиотики в свою очередь обладают multifunctionalными свойствами, связанные с наличием в их составе различных соединений, положительно влияющих на продуктивность животных и на их физиологические состояние [5].

Цель работы – изучить влияние ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотической кормовой добавки «Пробиоцид-Фито» на рост и развитие рыб.

**Объекты и методы исследований.** Исследования выполнены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета в условиях аквариумного стенда. Методом пар-аналогов было сформировано 4 группы рыб (n=30). Контрольная группа получала основной рацион (ОР), I опытная группа – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» в количестве 2 г/кг корма, II – ОР + УДЧ Zn (10 мг/кг корма), III – ОР + фитобиотик «Пробиоцид-Фито» (2 г/кг корма) + УДЧ Zn (10 мг/кг корма).

В качестве ОР использован комбикорм КРК-110 производства ОАО «Оренбургский

кормовой завод» (г. Оренбург). «Пробиоцид-Фито» - фитобиотическая кормовая добавка, изготовленная на основе смеси эфирных масел (ООО «БИОТРОФ»). УДЧ Zn диаметром 90 нм получены методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона, удельная поверхность – 5,34 м<sup>2</sup>/г (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск). УДЧ вводили в корм после диспергирования частиц в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т при частоте 35 кГц (f-35 кГц, N-300 Вт, A-10 мкА) в течении 30 минут.

Образцы крови отбирали в конце эксперимента в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3, для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания. Морфологические и биохимические показатели крови оценивались в ЦКП ФНЦ БСТ РАН <https://цкп-бст.рф/> по стандартным методикам.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Определение достоверности различий определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при P≤0,05.

**Результаты.** Включение в рацион фитобиотика и УДЧ Zn, как совместно, так и отдельно положительно отразилось на интенсивности роста рыб. Нами зафиксирован стабильный рост рыб опытных групп сначала и до конца эксперимента относительно контрольной группы (рисунок 1), при этом наилучшую динамику роста наблюдали при совместном включении в рацион фитобиотика «Пробиоцид-Фито» и УДЧ Zn – масса рыб превышала контроль на 18,4 % (P≤0,05).

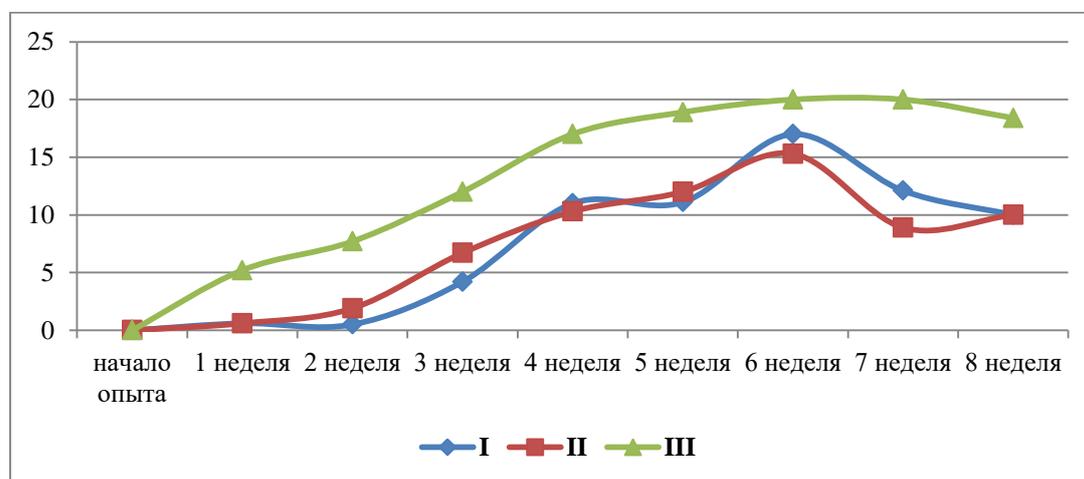


Рисунок 1 – Разница живой массы рыб опытных групп по сравнению с контрольной, %

В ходе анализа основных гематологических показателей карпа (таблица 1) установлено снижение количества лейкоцитов в I и III группе на 55,1 % (P≤0,001) и 16,4 % (P≤0,05), относительно контроля, соответственно.

Таблица 1 – Гематологические параметры рыб

Группа	Показатель			
	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Общий белок, г/л	Гемоглобин, г/л
Контроль	$99 \pm 5,5$	$0,51 \pm 0,05$	$27,81 \pm 1,4$	$115 \pm 8,0$
I	$44,5 \pm 5,0^{***}$	$0,37 \pm 0,07$	$30,26 \pm 2,1$	$111 \pm 7,7$
II	$101,4 \pm 7,9$	$0,77 \pm 0,08^*$	$31,04 \pm 1,9$	$105 \pm 6,7$
III	$82,8 \pm 6,0^*$	$0,38 \pm 0,06$	$27,78 \pm 1,7$	$101 \pm 5,5$

**Обсуждение результатов.** Считается, фитобиотические кормовые добавки являются более безопасными, чем химические вещества. Установленный ростостимулирующий эффект действия фитобиотика «Пробиоцид-Фито», как отдельно, так и сочетано с УДЧ, согласуются с научными данными [6, 7]. Фитобиотики на основе эфирных масел способствуют эффективному использованию питательных веществ корма, что приводит к более быстрому росту животных [5].

Введение в рацион исследуемых добавок не оказало негативного влияния на физиологическое состояние рыб. Гематологические параметры подопытных рыб доказывают нормальное течение обменных процессов в организме.

Выявленный факт синергизма действия фитобиотика и УДЧ Zn связан с повышенной биодоступности цинка, в результате происходит активизация обменных процессов в организме рыб [8], необходимые для роста, развития и иммунитета. Кроме того, продуктивное действие УДЧ микроэлементов объясняется уменьшением минерального антагонизма в кишечнике, что приводит к усиленному всасыванию эссенциальных микроэлементов [9].

**Выводы.** Таким образом, введение в рацион рыб ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотической кормовой добавки «Пробиоцид-Фито», как в комплексе, так и отдельно сопряжено с повышением продуктивности рыб.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00281)**

**Литература:**

1. Pandav P.V., Puranik P.R. Trials on metal enriched spirulina platensis supplementation on poultry growth // Glob J Biosci Biotechnol. 2015. Vol.4. P.128–134
2. King J.C. Zinc: an essential but elusive nutrient // Am J Clin Nutr. 2011. Vol.94(2). P.679S-84S. doi: 10.3945/ajcn.110.005744.
3. Kechrid Z., Bouzerna N. Effect of zinc deficiency on zinc and carbohydrate metabolism in genetically diabetic (c57bl/ksj db+/db+) and non-diabetic original strain (c57bl/ksj) mice // Turk J Med Sci. 2004. Vol.34. P.367–373
4. Duffy L.L., Osmond-McLeod M.J., Judy J., King T. Investigation into the antibacterial activity of silver, zinc oxide and copper oxide nanoparticles against poultry-relevant isolates of Salmonella and Campylobacter // Food control. 2018. Vol.92. P.293-300. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.008>

5. Рязанов В.А., Курилкина М.Я., Дускаев Г.К., Габидулин В.М. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т.104. № 4. С.108-123. DOI 10.33284/2658-3135-104-4-108.

6. Мирошникова Е.П., Кван О.В., Шейда Е.В., Русакова Е.А. Влияние экстракта *Quercus cortex* и ультрадисперсных частиц Fe и Cu на обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. Т.103. № 3. С.24-35. DOI 10.33284/2658-3135-103-3-24.

7. Аринжанова М.С. Ультрадисперсные препараты металлов микроэлементов: опыт использования и перспективы применения в аквакультуре (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т.105. №1. С.8-30. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-8>

8. Swain P.S., Rao S.B.N., Rajendran D., Krishnamoorthy P., Mondal S., Pal D., Selvaraju S. Nano zinc supplementation in goat (*Capra hircus*) ration improves immunity, serum zinc profile and IGF-1 hormones without affecting thyroid hormones // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2021.Vol.105(4). P.621-629. doi: 10.1111/jpn.13500.

9. Hassan S., Hassan F.U., Rehman M.S. Nano-particles of Trace Minerals in Poultry Nutrition: Potential Applications and Future Prospects // Biol Trace Elem Res. 2020. Vol.195(2). P.591-612. doi: 10.1007/s12011-019-01862-9.

УДК: 639.3

### НОВЫЙ ТРЕХПОРОДНЫЙ КРОСС КАРПА

Пронина Г.И., д-р б. наук, Моргулев С.К., аспирант

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (Москва)*

**Аннотация.** В рыбоводном хозяйстве получен новый трехпородный кросс карпа. Сравнительная оценка сеголеток показала преимущества кросса над другими кроссами, выращенными в том же хозяйстве, по ряду показателей: массе, длине тела, индексам высокоспинности, физического развития. Индекс длинноголовости нового кросса был достоверно меньше по сравнению с другими изучаемыми кроссами. У сеголеток нового кросса интенсивность гемопоэза (эритропоэза и лейкопоэза) выше, чем у остальных кроссов. Содержание лизосомального катионного белка в нейтрофилах крови нового кросса находится на оптимальном уровне и свидетельствует о хорошем состоянии клеточного иммунитета рыб.

**Ключевые слова:** рыбы, карп, кроссы, породы, трехпородная гибридизация, гематологические, цитохимические показатели, эритрограмма, лейкоцитарная формула, лизосомальный неферментный белок нейтрофилов.

**Введение.** Получение товарных межпородных гибридов является основным способом повышения рыбопродуктивности за счет положительного эффекта гетерозиса по ряду хозяйственно-полезных признаков [1]. В кроссах ценные качества одной линии, дополняя качества другой, обогащают наследственность потомства. В рыбоводстве имеются двухпородные кроссы, имеющие хорошие товарные свойства [2, 3]. Гибридизация вызывает изменения в генотипах и фенотипах, что приводит к образованию новых гибридных линий [4]. Для проведения исследования был выбран карп, поскольку, среди представителей карповых, гибридизация более распространена, чем среди любых других групп пресноводных рыб [5].

Одним из важных направлений работы с карпом является улучшение товарных качеств созданных пород [6]. В этом отношении кроссы линий являются синтезом качеств, накопленных в каждой линии или семействе. Трехпородные и четырехпородные кроссы позволяют снизить инбредную депрессию у производителей и получить превосходные качества потомства, сочетающие в себе, при удачном подборе родительских особей, положительные признаки нескольких линий или пород [7].

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы явилось создание трехпородного кросса карпа и изучение его зоотехнических, гематологических и цитохимических параметров, в сравнительном аспекте.

**Материалы и методы.** Объектом исследований явился созданный новый трехпородный кросс карпа (*Cyprinus carpio* L.). Работы по созданию кросса осуществлялась в племенном рыбоводном хозяйстве «Киря» Чувашской республики.

Проводилась сравнительная оценка сеголеток нового кросса с одновозрастными другими кроссами, выращенными в том же рыбоводном хозяйстве: кроссом «Петровский» и кроссом «Сурский малокостный».

Схема создания нового трехпородного кросса представлена на рисунке 1.

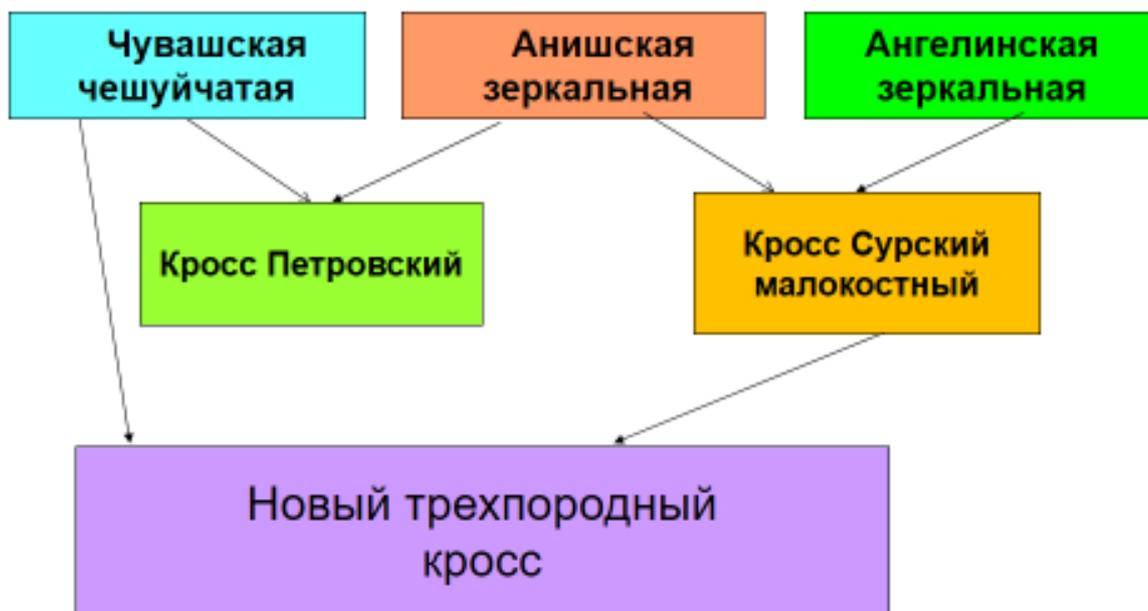


Рисунок 1 - Получение нового трехпородного кросса карпа

Бонитировку проводили по зоотехническим показателям.

Кровь для гематологического анализа отбирали прижизненно из хвостовой вены. Лейкограмму определяли в окрашенных по Паппенгейму мазках крови методом дифференциального подсчета. Лизосомально-катионный тест оценивали цитохимическим методом с бромфеноловым синим по среднему цитохимическому коэффициенту (СЦК).

$СЦК = (0 \times N_0 + 1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3) / 100$ , где:

$N_0, N_1, N_2, N_3$  — количество нейтрофилов с активностью 0, 1, 2 и 3 балла соответственно;  
 $N_0 + N_1 + N_2 + N_3 = 100$ .

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики с помощью

программы Excel. Достоверными считались различия при  $P < 0,05$ .

**Результаты исследований.** По массе и длине тела сеголетки нового трехпородного кросса превосходили кросс Сурский малокостный (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика массы тела и экстерьера сеголетков карпа

Показатели	Новый трёхпородный кросс карпа (чешуйчатый)	Кросс «Сурский малокостный» (зеркальный)	Кросс «Петровский» (чешуйчатый)
	а	б	в
Масса тела, г	<b>46,3±5,8</b> <b>27,8</b>	<b>33,7±2,4а</b> <b>36,4</b>	42,7±5,5 28,6
Длина тела, см	<b>13,3±0,6</b> <b>10,0</b>	<b>10,3±0,3а</b> <b>13,1</b>	11,8±0,6 10,9
Высота тела, см	5,2±0,2	3,8±0,1а	4,0±0,2а
Длина головы, см	4,2±0,2	3,4±0,1а	3,8±0,22
Индекс прогонистости, 1/Н	<b>2,55±0,03</b>	<b>2,71±0,02а</b>	<b>2,90±0,04а</b>
Индекс высокоспинности, Н, %	<b>39,2±0,4</b>	<b>36,7±0,2а</b>	<b>34,2±0,5а</b>
Индекс длинноголовости, С, %	<b>31,6±0,5</b>	<b>33,4±0,3а</b>	32,4±0,6
Индекс физического развития, г/см	<b>5,3±0,5</b>	<b>3,1±0,1а</b>	<b>3,6±0,3а</b>
Коэффициент упитанности, Ку	<b>2,90±0,07</b>	2,89±0,06	<b>2,59±0,09а</b>

Примечание: здесь и далее а, б, в – различия достоверны  $P < 0,05$

По индексу прогонистости, высокоспинности, физического развития новый трехпородный кросс превосходил другие исследуемые кроссы. Индекс длинноголовости у нового трехпородного кросса ниже, чем у кросса «Сурский малокостный».

В крови нового трехпородного кросса карпа больше бластных форм эритроцитов, что свидетельствует об активации эритропоэза (Таблица 2). У кросса «Сурский малокостный» и «Петровский» больше доля нормобластов в эритрограмме.

Таблица 2. Гематологические и цитохимические показатели сеголетков карпа

Показатели	Новый трёхпородный кросс	Кросс «Сурский малокостный»	Кросс «Петровский»
	а	б	в
Эритропоэз, %			
Гемоцитобласты, эритробласты	<b>0,3±0,2</b>	<b>0,1±0,1</b>	<b>1,0±0,2аб</b>
Нормобласты	<b>0,9±0,3</b>	<b>3,4±0,5а</b>	<b>5,3±0,6а</b>
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	<b>98,8±0,4</b>	<b>96,5±0,5а</b>	<b>74,8±3,8аб</b>
Лейкоцитарная формула, %			
Миелобласты	0,6±0,3	-	-
Промиелоциты	0,7±0,4	0,1±0,1	0,3±0,3
Миелоциты	0,9±0,3	<b>3,3±0,6а</b>	<b>1,0±0,4б</b>
Метамиелоциты	1,8±0,5	<b>2,8±0,5</b>	<b>1,0±0,4б</b>
Палочкоядерные	1,3±0,7	1,5±0,5	0,3±0,3

нейтрофилы			
<b>Сегментоядерные</b>	<b>1,1±0,3</b>	<b>2,5±0,5a</b>	<b>0,9±0,4б</b>
Эозинофилы	0,3±0,2	0,3±0,1	-
Базофилы	1,1±0,3	-	0,3±0,3
Моноциты	2,6±0,8	2,0±0,4	3,0±0,7
Лимфоциты	89,6±1,7	<b>87,5±1,1</b>	<b>93,2±1,3б</b>
Фагоцитарная активность			
<b>СЦК</b>	<b>1,57±0,03</b>	<b>1,87±0,04a</b>	<b>2,01±0,03аб</b>

Доля зрелых эритроцитов нового кросса на 3,3% и 24,0% больше, чем у Сурского малокостного и Петровского соответственно. Лейкопозз нового кросса выше, чем у других исследуемых кроссов, судя по наличию бластных форм лейкоцитов (миелобласты) и большего процента промиелоцитов. Процент сегментоядерных эритроцитов был выше у Сурского малокостного кросса по сравнению с другими изучаемыми группами.

У нового трехпородного кросса достоверно меньше лизосомального катионного белка в нейтрофилах крови, что характеризует высокий уровень клеточного иммунитета и расходование цитотоксичного катионного протеина.

Таким образом, новый трехпородный кросс показал превосходство над кроссом «Сурский малокостный» и «Петровский» по ряду хозяйственно полезных признаков: массе тела, высокоспинности, прогонистости. А также по гематологическим и цитохимическим показателям: высокая интенсивность гемопоэза и оптимальный уровень лизосомального катионного белка в нейтрофилах крови.

**Обсуждение результатов.** Предварительно доказана повышенная хозяйственная ценность нового трёхпородного кросса карпа, что потенциально снижает себестоимость выращивания карпа и позволяет представить его в качестве возможной породы для разведения в рыбоводческих хозяйствах.

#### **Список литературы.**

1. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 170-178.
2. Власов В.А., Пронина Г.И. Селекционно-племенная работа в рыбоводстве. Учебник для вузов. - СПб: Лань, 2021. – 216 с.
3. Давыдович Е.В. Селекция рыб. Методы селекции: методические указания к лабораторным занятиям. - Горки: БГСХА, 2019. С. 82-83.
4. Luo K., Wang Sh., Fu Y., Zhou P., Huang X., Gu Q., Li W., Wang Y., Fu F., Liu Sh. Rapid genomic DNA variation in newly hybridized carp lineages derived from *Cyprinus carpio* (♀) × *Megalobrama amblycephala* (♂). - BMC Genetics, 2019 – 150 с.
5. Pallipuram J. Early Detection of Carp Hybrids Using PCR-Based Kit // Emerging Technologies, Environment and Research for Sustainable Aquaculture – 2020 – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/341155682\\_Hybridization\\_in\\_Carps\\_and\\_Early\\_Detection\\_of\\_Carp\\_Hybrids\\_Using\\_PCR-Based\\_Kit](https://www.researchgate.net/publication/341155682_Hybridization_in_Carps_and_Early_Detection_of_Carp_Hybrids_Using_PCR-Based_Kit)
6. Sheiko Ya.I., Rudy Yu.M., Kralko S.V. Nutritional value of twoyearling carp of different cross-breeds // [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus Agrarian Series](#), 2018 - №56(3) – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/327231934\\_NUTRITIONAL\\_VALUE\\_OF\\_TWOYEARLING\\_CARP\\_OF\\_DIFFERENT\\_CROSS-BREEDS](https://www.researchgate.net/publication/327231934_NUTRITIONAL_VALUE_OF_TWOYEARLING_CARP_OF_DIFFERENT_CROSS-BREEDS)

7. Ахметова Н.И., Долгих М.Д., Джуматаева Г.П. Откормочные и мясные качества гибридов свиней, выведенных путем трехпородной гибридизации на юго-востоке республики Казахстан // Вестник Чувашской ГСХА. – 2020. – №4 – С. 25-30.

УДК 636.085.8

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КАРПОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ ПРОБИОТИКОВ АТЫШ И СУБТИЛИС

Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,

*Оренбургский государственный университет (Оренбург)*

Зуева М.С.,

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; Оренбургский государственный университет (Оренбург)*

**Аннотация.** Представлены результаты влияния пробиотических препаратов Атыш (*Enterococcus faecium* ( $2 \times 10^9$  КОЕ) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ)) и Субтилис (*Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ) и *Bacillus licheniformis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) на морфологический состав крови сеголетков карпа. Выявлено, что пробиотики не оказали негативных последствий на кровь рыб, результаты крови были в пределах физиологической нормы. Отмечено повышение иммунитета у рыб, что привело к повышению тромбоцитов (от 30,07 до 67,83 %) при снижении отдельных показателей.

**Ключевые слова:** пробиотические препараты, морфологический состав крови, карп

**Введение.** Рост мирового населения привёл к закономерному повышению спроса на продовольствие. В настоящее время реализовать мировой потенциал помогает активное развитие аквакультуры [1]. Но одно из условий выращивания гидробионтов является поддержание здоровья гидробионтов и предотвращения возникновения заболеваний рыб, в том числе инфекционных. Лечение рыб при помощи антибиотиков привело к тому, что появилась антибиотикорезистентность, которая в конечном итоге отразилась и на здоровье потребителя, и на окружающей среде [2].

В связи с данной проблемой мировые ученые начали разрабатывать альтернативные добавки, не вызывающие развитие антибиотикорезистентности у гидробионтов. К таким добавкам можно отнести пробиотические препараты, в состав которых входят микроорганизмы, которые благоприятно воздействуют на организм хозяина, в том числе оказывая положительное влияние на морфологический состав крови [3]. Так, в проведенных [4] исследованиях было установлено положительное действие пробиотиков на морфологический состав крови радужной форели.

Цель исследований: определить влияние на морфологический состав крови карпа пробиотических препаратов Атыш и Субтилис при их нанесении на корм.

**Объекты и методы исследований:** Эксперимент проведен в условиях аквариумного стенда на кафедре биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ОГУ) на сеголетках карпа. Средняя масса карпа на начало эксперимента составила 31 г. Проведение исследований на животных были выполнены согласно рекомендациям и инструкциям Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). Исследования выполнены при условиях, когда страдания животных сводились к минимуму.

Экспериментальные группы были сформированы методом пар-аналогов. Контроль

получал основной рацион (ОР), I опытная группа – ОР + Атыш в дозировке 0,08 г/кг корма, II опытная группа – ОР + Субтилис в дозировке 0,04 мл/кг корма, III опытная группа – ОР + Атыш + Субтилис в аналогичных дозировках. В состав пробиотиков входили: *Enterococcus faecium* ( $2 \times 10^9$  КОЕ) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ) – в составе Атыш, *Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ) и *Bacillus licheniformis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ) – в составе Субтилис. Исследования проведены в течение 42 суток, при этом подготовительный период длился 7 суток.

Забор крови осуществлялся путем отсечения хвостового плавника. Анализ морфологического состава крови выполнен в Испытательном центре ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (аттестат аккредитации RA.RU.21ПФ59 от 12.10.2015 г.).

Статистический анализ проведен сравнением контрольной группы с опытными и последующими расчетами при помощи пакета программ «Microsoft Office» ((Microsoft, США). При этом статистически значимым считали значения с  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** Оценка влияние пробиотических препаратов Атыш и Субтилис установила, что введение пробиотиков не оказало на морфологический состав крови сеголетков карпа отрицательного воздействия (рис. 1). Морфологические показатели крови находились в пределах физиологической нормы для карпа.

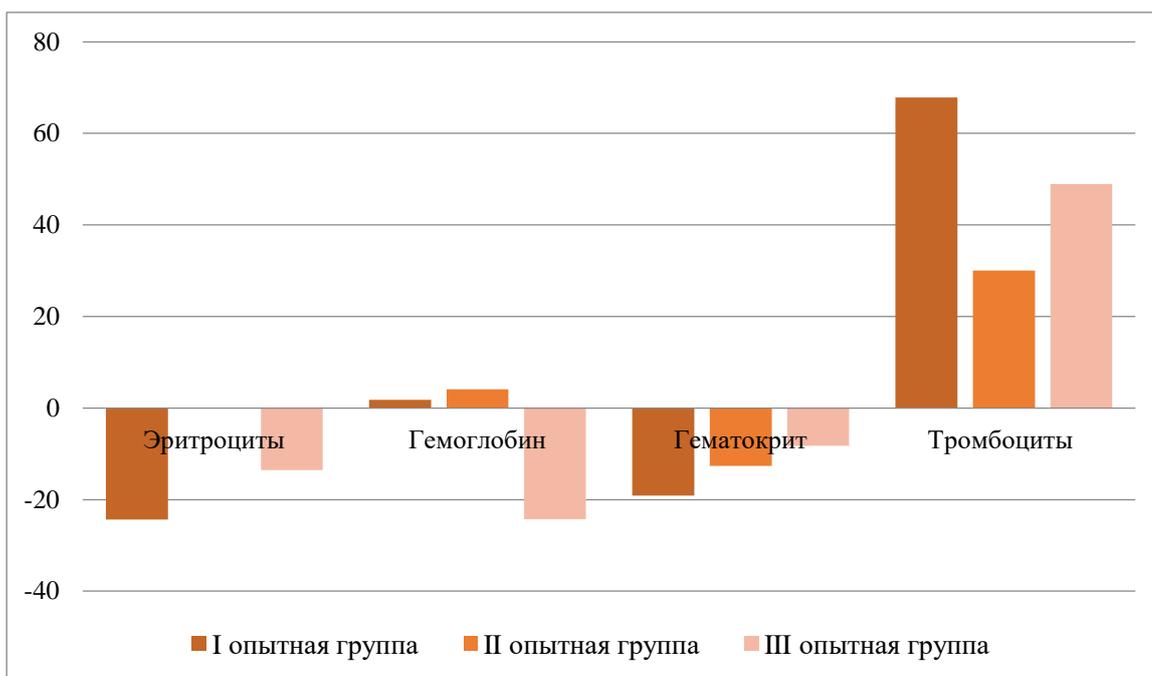


Рис. 1. Морфологический состав крови сеголетков карпа при введении в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис относительно контрольной группы, %

Стоит отметить, что уровень большинства показателей снижался по сравнению с контрольной группой, при этом достоверное снижение было зафиксировано в III опытной группе для гематокрита и эритроцитов – на 19,1 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 24,32 % ( $P \leq 0,05$ ) относительно контроля. Вместе с тем показатели тромбоцитов увеличивались во всех опытных группах относительно контроля от 30,07 до 67,83 %, но данные были недостоверными.

Неоднозначная картина наблюдалась в лейкоцитарной формуле крови сеголетков карпа (рис. 2). В то время как лейкоциты и лимфоциты увеличились во всех группах, уровень нейтрофилов снизился, при этом другие показатели не имели закономерного изменения. Наибольшие изменения по сравнению с контрольной группой затронули III опытную группу, где достоверные повысились лейкоциты и лимфоциты – на 19,77 % ( $P \leq 0,05$ ) и 17,26 % ( $P \leq 0,05$ ),

соответственно, и понизились нейтрофилы и эозинофилы – на 44,05 % ( $P \leq 0,05$ ) и 46,26 % ( $P \leq 0,001$ ), соответственно. Также достоверное снижение было отмечено для моноцитов в I опытной группе и для нейтрофилов во II опытной – на 53,52 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 46,43 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно.

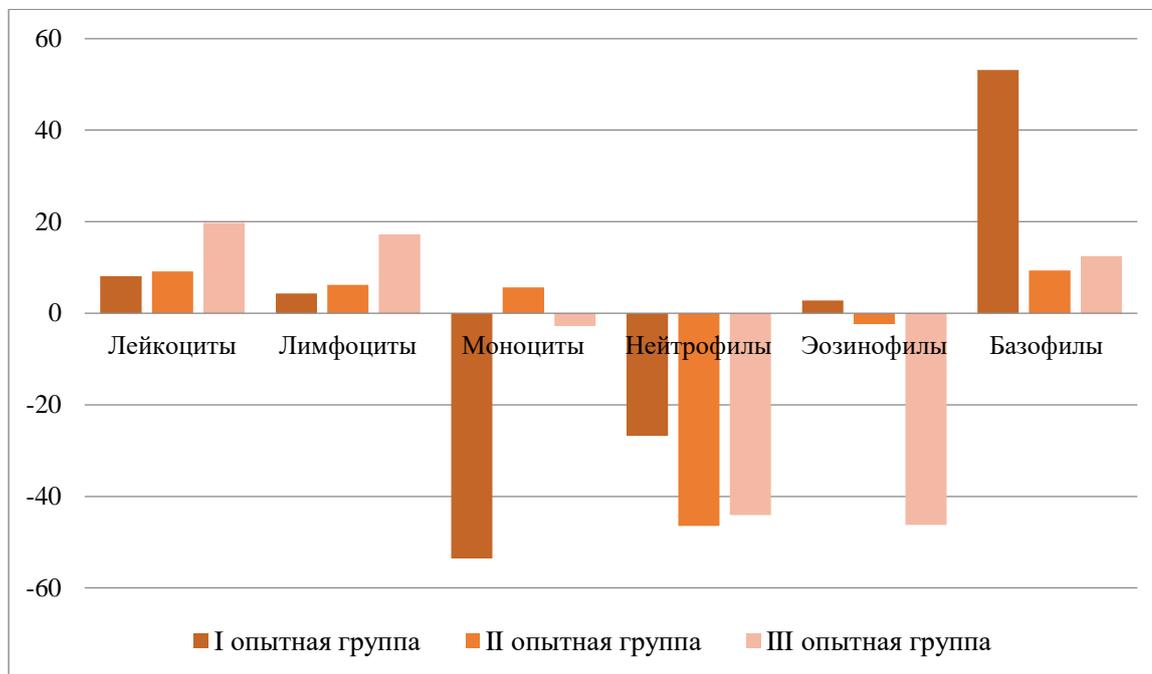


Рис. 2. Лейкоцитарная формула крови сеголетков карпа при введении в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис, %

**Обсуждение результатов.** Морфологический состав крови является важным показателем физиологического состояния рыб, так как исследования на крови дают полноценную картину. Анализ морфологического состава крови сеголетков карпа при введении в рацион пробиотиков Атыш и Субтилис позволил увидеть динамику различных показателей. Результаты показали определенную закономерность – часть показателей снижалась, при этом уровень тромбоцитов возрастал от 30,07 до 67,83 %. Наиболее значимые изменения зафиксированы для I опытной группы – уровень эритроцитов и гематокрита снизился на 24,32 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 19,1 % ( $P \leq 0,05$ ). Такое снижение объясняется активизацией метаболических процессов под воздействие пробиотических препаратов [3].

Лейкоцитарная формула крови гидробионтов позволяет получить полную информацию о состоянии организма, так как одной из основных функций клеток крови является обеспечение работы иммунной системы. Наиболее значимые изменения были зафиксированы для группы, потреблявшей вместе с кормом оба пробиотических препарата, где было зафиксировано с одной стороны повышение лейкоцитов и лимфоцитов (на 19,17 % и 17,26 %, соответственно), а с другой – снижение нейтрофилов и эозинофилов (на 44,05 % и 46,26 %, соответственно). Стоит заключить, что большое разнообразие пробиотических штаммов воспринимается организмом рыб, как дополнительная нагрузка на иммунитет, что заставляет иммунную систему активизировать воздействие на организм. Похожие результаты уже фиксировались [5], где отмечалось повышение иммунитета у европейского морского окуня на фоне введения пробиотиков при общем изменении морфологического состава крови.

**Выводы.** Дополнительное введение в рацион питания сеголетков карпа пробиотических препаратов Атыш и Субтилис приводит к повышению уровня тромбоцитов (от 30,07 до 67,83 %) при снижении отдельных морфологических показателей крови. Происходят закономерные изменения в

морфологическом составе крови при общем повышении иммунитета сеголетков карпа.

**Литература:**

1. Chiu S-T, Chu T-W, Simangunsong T, Ballantyne R, Chiu Ch-Sh, Liu Ch-H. Probiotic, *Lactobacillus pentosus* BD6 boost the growth and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* via oral administration. *Fish Shellfish Immunol.* 2021. V. 117. P. 124-135. doi: 10.1016/j.fsi.2021.07.024
2. Iorizzo M, Albanese G, Letizia F, Testa B, Tremonte P, Vergalito F, Lombardi SJ, Succi M, Coppola R, Sorrentino E. Probiotic Potentiality from Versatile *Lactiplantibacillus plantarum* Strains as Resource to Enhance Freshwater Fish Health. *Microorganism.* 2022. V. 10(2). P. 463-475. doi: 10.3390/microorganisms10020463
3. Veisi RS, Taghdir M, Abbaszadeh S, Hedayati A. Dietary Effects of Probiotic *Lactobacillus casei* on Some Immunity Indices of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Exposed to Cadmium. *Biological Trace Element Research.* 2022. V. 3. P. 205-212. doi: 10.1007 / s12011-022-03205-7
4. Khabbazi M, Harsij M, Hedayati SA, Gholipoor H, Gerami MH, Ghafari FH. Effect of CuO nanoparticles on some hematological indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and their potential caspius. 2015. *Nanomedicine Journal.* V. 2 № 1. P. 67-73. doi: 10.7508 /NMJ.2015.01.008
5. Monzon-Atienza L, Bravo J, Fernandez-Montero A, Charlie-Silva I, Montero D, Ramos-Vivas J, Galindo-Villegas J, Acosta F. Dietary supplementation of *Bacillus velezensis* improves *Vibrio anguillarum* clearance in European sea bass by activating essential innate immune mechanisms. *Fish Shellfish Immunol.* 2022. V. 124. P. 244-253. doi: 10.1016/j.fsi.2022.03.032

УДК 636.085.8

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС СЕГОЛЕТКОВ КАРПА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В РАЦИОН ПРОБИОТИКОВ**

Зуева М.С.,

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий

Российской академии наук» (г. Оренбург)

Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,

Оренбургский государственный университет (Оренбург)

**Аннотация.** Рассмотрены результаты влияния пробиотических препаратов Атыш (*Enterococcus faecium* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ)) и Субтилис (*Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Bacillus licheniformis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) на токсические микроэлементы в мышечных тканях сеголетков карпа. Выявлено, что пробиотики оказали благоприятное воздействие на ряд токсических элементов. Зафиксировали достоверное снижение до 90 % для таких элементов, как Cd, Al, Pb, Sn, As во всех опытных группах относительно контроля. Отмечено повышение Hg в I опытной группе и Sr во всех опытных группах. При этом уровень макро- и микроэлементов находился в пределах ПДК.

**Ключевые слова:** пробиотические препараты, элементный статус, токсические микроэлементы, кормление, карп

**Введение.** Из-за токсичности, стойкости и биоаккумуляции загрязнение окружающей среды токсическими металлами является угрозой для организмов [1]. Рыба, являющаяся важной частью сбалансированного рациона питания человека, может содержать различные вредные металлы [2]. Длительное потребление загрязненной рыбы приводит к серьезным проблемам здоровья населения [3]. Поэтому важной задачей является определение уровня токсичных металлов в съедобной – мышечной – части рыб и пути снижения вредных веществ для улучшения качества готовой продукции[4].

Исследования по использованию пробиотиков в кормлении рыб в настоящее время

представляют особую ценность для аквакультуры. Российские и зарубежные ученые выявили, что снизить уровень токсических элементов в мышечной ткани рыб возможно при помощи кормовых добавок, в том числе, при использовании пробиотических препаратов [5, 6].

Цель исследований – оценить влияние пробиотических препаратов на уровень токсических микроэлементов в мышечной ткани сеголетков карпа.

**Объекты и методы исследований.** Эксперимент проведен в Оренбургском государственном университете на протяжении 42 суток, из них 7 суток – подготовительный период.

Объектами исследования были сеголетки карпа (*Cyprinus carpio*;  $31 \pm 1$  г), выращенные в условиях ООО «Ирикла-рыба». С помощью метода пар-аналогов сеголетки карпа были разделены на 4 группы – контрольная и 3 опытных. Обслуживание и экспериментальные исследования были проведены в условиях, когда страдания рыб были сведены к минимуму.

Основной рацион (ОР) представлен прудовым кормом для карпа (ОАО «Оренбургский комбикормовый завод»). В рацион I опытной группы к ОР добавили пробиотик Атыш (0,08 г/кг корма), во II опытной группе к ОР добавили Субтилис (0,04 мл/кг корма). В III опытной группе использовали совместное применение вышеназванных препарата. Корм задавали днём от 4 до 6 раз при помощи автоматических кормушек. Норма кормления составила 5 % от массы тела рыб при еженедельном перерасчете.

Анализ на токсические микроэлементы был проведен в лаборатории ООО «Микронутриенты» (лицензия № Л041-01137-77/00370156 от 25.04.2013 г.) методом атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии.

Статистический анализ проведен методом вариационной статистики по Стьюденту в программном обеспечении «Excel» (Microsoft, США). Статистически значимым считалось значение с  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** Результаты исследований показали значительное сокращение уровня токсических элементов в мышцах сеголетков карпа (рис. 1 – 3).

Наибольшее отклонение пула токсических микроэлементов было характерно для I опытной группы, потреблявшей вместе с ОР препарат Атыш (рис. 1). Зафиксировано достоверное снижение следующего ряда токсических элементов: Cd на 90,00 % ( $P \leq 0,05$ ), Al на 83,84 % ( $P \leq 0,01$ ), Pb на 83,33 % ( $P \leq 0,01$ ), Sn на 83,33 % ( $P \leq 0,01$ ). Вместе с тем зафиксировали увеличение Sr на 86,40 % ( $P \leq 0,05$ ) относительно контроля. Стоит указать, что только для I опытной группы было выявлено повышение уровня Hg на 50 %, но данные были недостоверными.

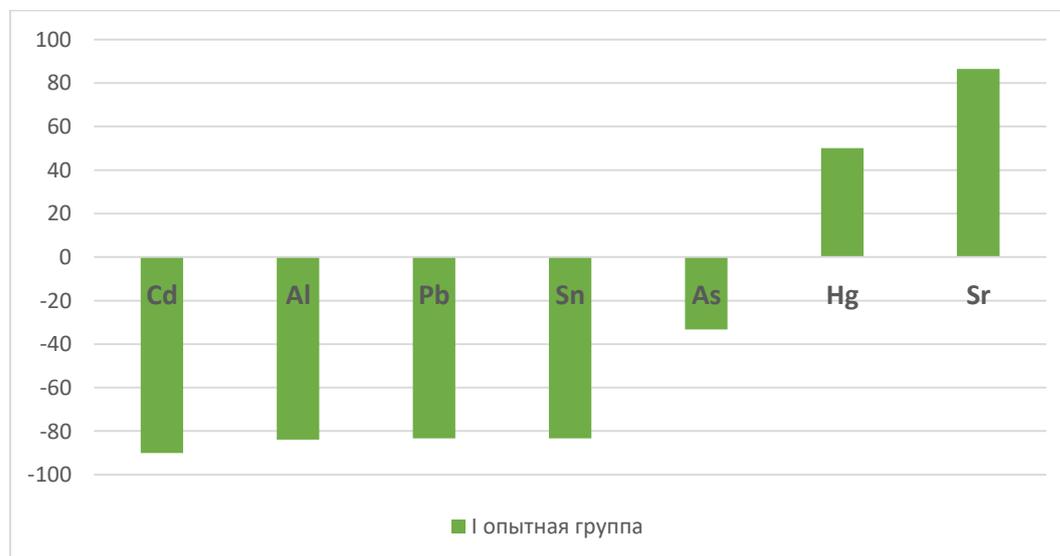


Рис. 1. Разница пула токсических элементов в I опытной группе относительно контроля, %

Результаты исследований во II опытной группе показали (рис. 2), что пул всех токсических элементов снижался относительно контроля до 80,00 %, за исключением Sr, уровень которого был выше контроля на 9,6 %, но данные оказались недостоверными. Так, достоверное снижение зафиксировали для показателей Cd на 80,00 % ( $P \leq 0,05$ ), Pb и Sn на 66,67 % ( $P \leq 0,05$ ), Al на 32,94 % ( $P \leq 0,05$ ).

При совместном введении пробиотиков Атыш и Субтилис были выявлены следующие результаты (рис. 3): весь пул микроэлементов снижался, кроме Sr, уровень которого оказался выше контроля в 9 раз. Достоверно зафиксировали снижение Cd на 80,00 % ( $P \leq 0,05$ ), Sn на 74,00 % ( $P \leq 0,05$ ), Pb на 66,67 % ( $P \leq 0,05$ ) и Al на 61,97 % ( $P \leq 0,01$ ) по сравнению с контрольной группой.

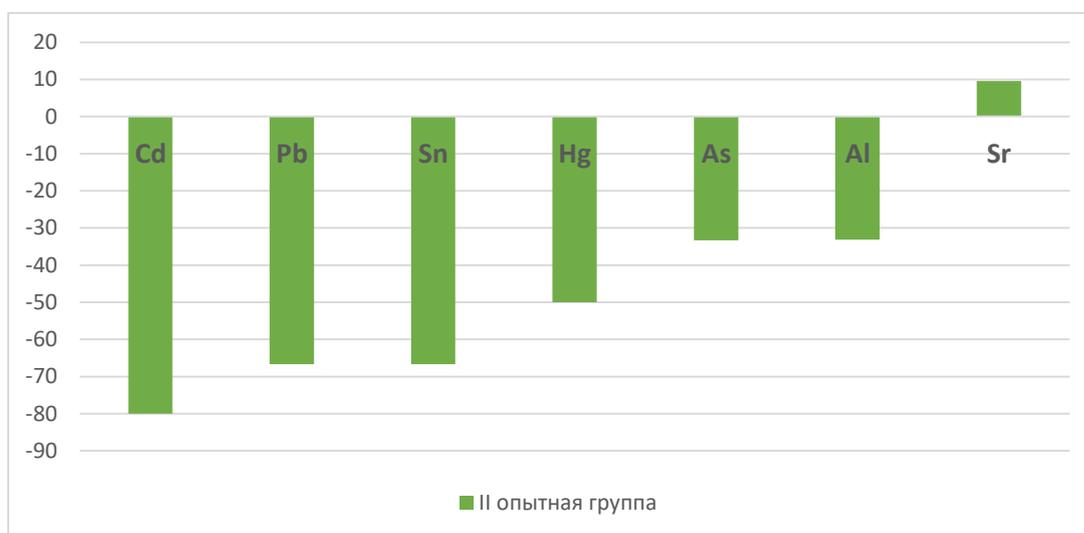


Рис. 2. Разница пула токсических элементов в II опытной группе относительно контроля, %

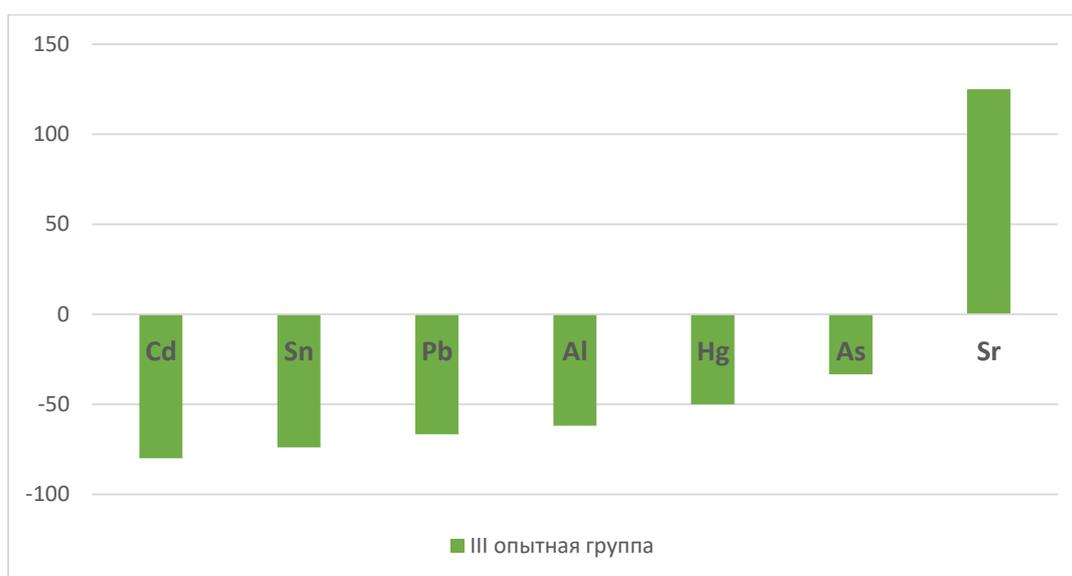


Рис. 3. Разница пула токсических элементов в III опытной группе относительно контроля, %

**Обсуждение результатов.** Механизм токсичности элементов распространяется, в первую очередь, на функции организма, блокируя деятельность белков, ферментов, гормонов [7]. С другой стороны, происходит накопление вредных веществ в мышечных тканях рыб. С целью анализа влияния уровня токсических элементов на организм сеголетков карпа был проведен эксперимент по выявлению снижения токсических элементов при включении в рацион пробиотических препаратов Атыш и Субтилис.

Полученные результаты исследования свидетельствовали о том, что содержание токсических элементов в мышцах сеголетков карпа во всех опытных группах имели схожие результаты. Для всех опытных групп было зафиксировано следующее: пул микроэлементов Cd, Al, Pb и Sn достоверно снижался на величины от 32,34 % до 90 %, уровень As во всех групп был ниже контроля на 66,67 %, уровень Sr оказался выше контроля во всех опытных группах.

Лучшие результаты были получены для опытной группы, потреблявшей вместе с ОР пробиотик Субтилис. В данном случае, отметили снижение всех токсических элементов на 32,34 – 80 %, а уровень Sr был незначительно (на 9,6 %) выше контроля. Вместе с тем спорные данные были выявлены в III опытной группе, где уровень Sr повысился на 632,8 % ( $P \leq 0,01$ ) относительно контрольной группы, при этом физиологическое состояние сеголетков карпы не отличалось от других групп и контроля.

**Выводы.** Включение пробиотических препаратов Атыш (0,08 г/кг корма) и Субтилис (0,04 мл/кг корма) в кормление сеголетков карпа показало, что уровень ряда токсических элементов снижается от 32,34 % до 90 % во всех группах относительно контроля. Уровень токсических элементов в опытных группах находился в пределах ПДК.

#### **Литература:**

1. Bilal M, Ali H, Hassan HU, Khan SU, Ghafar R, Akram W, Ahmad H, Mushtaq S, Jafari H, Yaqoob H, Khan MM, Ullah R, Arai T. Cadmium (Cd) influences calcium (Ca) levels in the skeleton of a freshwater fish *Channa gachua*. *Brazilian Journal Of Biology*. 2022. Vol. 84. DOI: 10.1590/1519-6984.264336
2. Varol M, Sünbül MR. Multiple approaches to assess human health risks from carcinogenic and non-carcinogenic metals via consumption of five fish species from a large reservoir in Turkey. *Science of the Total Environmen*. 2018. Vol. 633. Pp. 684 – 694. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.218
3. Varol M, Karakaya G, Sünbül MR, Spatiotemporal variations, health risks, pollution status and possible sources of dissolved trace metal(loid)s in the Karasu River, Turkey. *Environmental Research*. 2021. Vol. 202. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111733
4. Franco-Fuentes E, Moity N, Ramirez-González J, Andrade-Vera S, Hardisson A, Gonzalez-Weller D, Paz S, Rubio C, Gutierrez A. Metals in commercial fish in the Galapagos Marine Reserve: Contribution to food security and toxic risk assessment. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 286. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112188
5. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Особенности обмена химических элементов в организме рыб при введении в рацион биодобавок и наночастиц железа. *Вестник ОГУ*. 2017. № 6 (206). С. 80 – 84.
6. Wang N, Yin Y, Xia Ch, Li J, Li Y. Zn-Enriched *Bacillus cereus* Alleviates Cd Toxicity in Mirror Carp (*Cyprinus carpio*): Intestinal Microbiota, Bioaccumulation, and Oxidative Stress. *Biological Trace Element Research*. 2022. Vol. 200 (2). Pp. 812 – 821. DOI: 10.1007/s12011-021-02657-7
7. Омельченко С.О. Влияние содержания токсичных элементов в тканях черноморских рыб на изменение показателей азотистого обмена. *Молодой ученый*. 2015. № 18 (98). С. 26 – 31.

УДК 636.085.8

## РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Зуева М.С.,

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (г. Оренбург); Оренбургский государственный университет (Оренбург)

**Аннотация.** Описаны результаты влияния пробиотических препаратов Атыш (*Enterococcus faecium* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ)) и Субтилис (*Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Bacillus licheniformis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) на рост и развитие сеголетков карпа. При введении в рацион пробиотиков был установлен рост сеголетков на величину от 7,54 до 32,34 %. Лучшая динамика живой массы наблюдалась для группы, потреблявшей вместе с кормом пробиотический препарат Субтилис.

**Ключевые слова:** пробиотические препараты, кормление, сеголетки карпа, прирост

**Введение.** В настоящее время актуальной проблемой аквакультуры является производство и использование полноценных кормов, в состав которых включают различные кормовые добавки. Одними из таких добавок являются пробиотические препараты. Перспективы применения пробиотиков в аквакультуре высоки из-за их способности оказывать положительное влияние на снижение заболеваемости [1]. Дополнительное внесение пробиотиков в рацион рыб способствует росту и развитию рыб, повышает резистентность гидробионтов к патогенам, снижает последствия стресса, увеличивает эффективность кормления [2]. Сообщается, что пробиотические препараты способствуют росту и развитию различных гидробионтов: катли (*Catla catla*), морского окуня (*Epinephelus coioides*), тилапии (*Oreochromis niloticus*), креветок (*Penaeus indicus*) [3].

Эффективность использования пробиотиков объясняется способностью бактерий действовать на организм хозяина. Штаммы бактерий, на основе которых производят пробиотики, вызывают продуцирование белков и ферментов, оказывающие, в конечном счете, положительный рост и развитие организма [2, 4]. Также пробиотики могут включать в корма во время стрессовых ситуаций. Таким образом, пробиотические препараты являются перспективными добавками в рационе гидробионтов, способные повысить прирост рыб, что благоприятно скажется на снижении затрат при выращивании и кормлении объектов аквакультуры [4].

Цель исследований – выявить влияние пробиотических препаратов Атыш и Субтилис на рыбоводно-биологические показатели сеголетков карпа.

**Объекты и методы исследований.** Эксперимент был выполнен в условиях аквариумного стенда в Оренбургском государственном университете (кафедра биотехнологии животного сырья и аквакультуры). Подопытная рыба была представлена сеголетками карпа, с массой тела 31 г в начале исследования. Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены согласно инструкциям и рекомендациям Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). Исследования выполнены при соблюдении мер, направленных на снижение страданий рыб и уменьшения количества опытных образцов.

Подопытные группы сформированы методом пар-аналогов. Контрольная группа потребляла основной рацион на протяжении всего эксперимента. Пробиотик Атыш (*Enterococcus faecium* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ)) был включен в основной рацион в концентрации 0,08 г/кг корма (I опытная), Субтилис (*Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) и *Bacillus licheniformis* ( $2 \times 10^9$  КОЕ)) – в концентрации 0,04 мл/кг корма (II опытная).

Совместное использование пробиотиков в тех же дозировках были использованы в III опытной группе. Исследования проводились на протяжении 42 суток, из которых подготовительный этап длился 7 суток.

Измерение роста и массы сеголетков карпа проводили раз в неделю индивидуальным взвешиванием и измерением штангенциркулем до кормления. Впоследствии проводили расчёт прироста ( $\pm 1$  г). Кормление осуществлялось 4 – 6 раз в сутки, при суточной норме кормления 5 % от массы тела рыб. Рацион рассчитывали еженедельно после взвешивания. Корм задавали при помощи автоматических кормушек.

Обработка полученных результатов была проведена с применением методов вариационной статистики и определением средней арифметической вариационного ряда (M), средней ошибки средней арифметической (m), достоверности разницы средних величин. Достоверность была определена по t-критерию Стьюдента, значения считали достоверными при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** На протяжении всего эксперимента поведение сеголетков карпа не отклонялось от нормы для данного вида. Рыба была подвижна, прекрасно поедала корм, реагировала на внешние раздражители. Сохранность подопытных рыб была 100 % во всех группах.

Включение в рацион сеголетков карпа пробиотических препаратов Атыш и Субтилис отразилось на изменении динамики живой массы рыб с третьей недели эксперимента (рис. 1). Во время исследования было установлено, что в первые несколько недель происходила адаптация организма рыб к новым условиям кормления. В этот период живая масса рыб в опытных группах и контроле практически не отличалась.

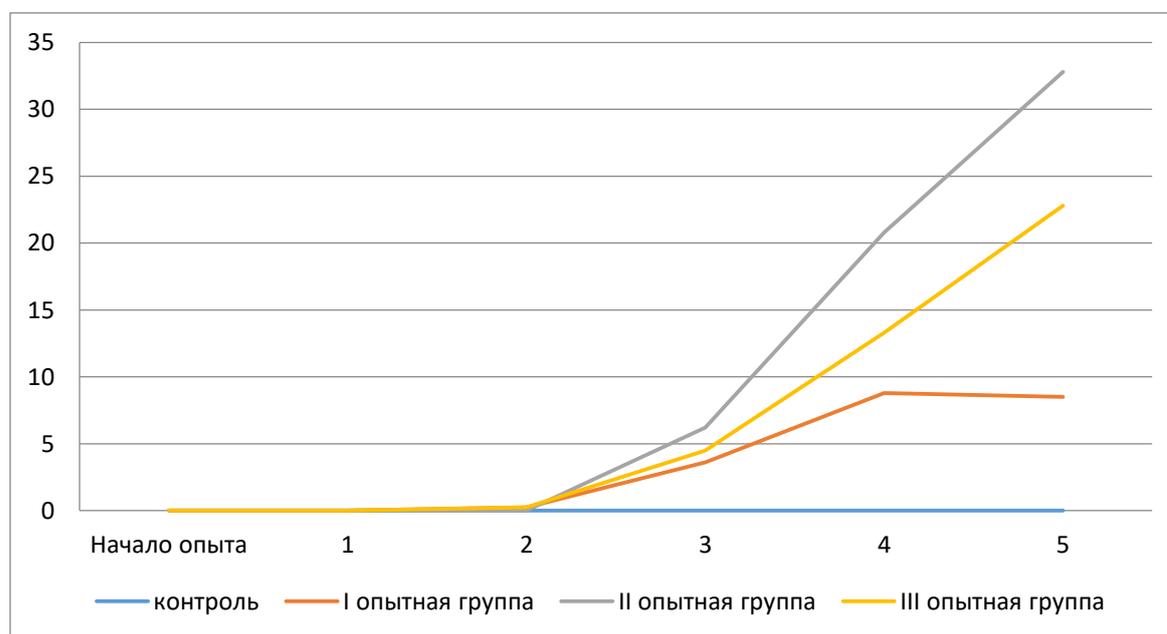


Рис.1. Динамика разницы живой массы сеголетков карпа в опытных группах по отношению к контрольной в период эксперимента, %

Активный набор массы начинался с четвертой недели эксперимента и достигал максимума на пятой неделе. Так, достоверное различие в живой массе рыб установлено для II опытной группы уже на четвертой неделе: масса рыб отличалась от контрольной на 20,82% ( $P \leq 0,05$ ). Стоит указать, что в III опытной группе также отмечен рост массы на 13,30 %. Начиная с пятой недели, у сеголетков карпа фиксировали достоверный прирост живой массы во II и III опытных группах. Живая масса была выше контрольной группы на 22,82 % ( $P \leq 0,05$ ) и

32,34 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно. Недостоверный прирост живой массы был зафиксирован у рыб в I опытной группе, где показатель был выше контроля на 7,5 %.

При анализе влияния пробиотических препаратов на абсолютный и относительный приросты было установлено, что показатели в конце эксперимента во всех опытных группах оказались выше контрольной (рис. 2). Наибольший прирост был установлен для II опытной группы, потреблявшей вместе с кормом Субтилис. Так, абсолютный прирост составил 35,5 г в конце эксперимента, а относительный – 114,0 %.

Также высокие показатели прироста показала III опытная группа, где показатель абсолютного прироста был 30,7 г, относительного – 98,0 %. Наименьшие результаты прироста были зафиксированы для I опытной группы: 20,7 г и 72,0 %, соответственно.

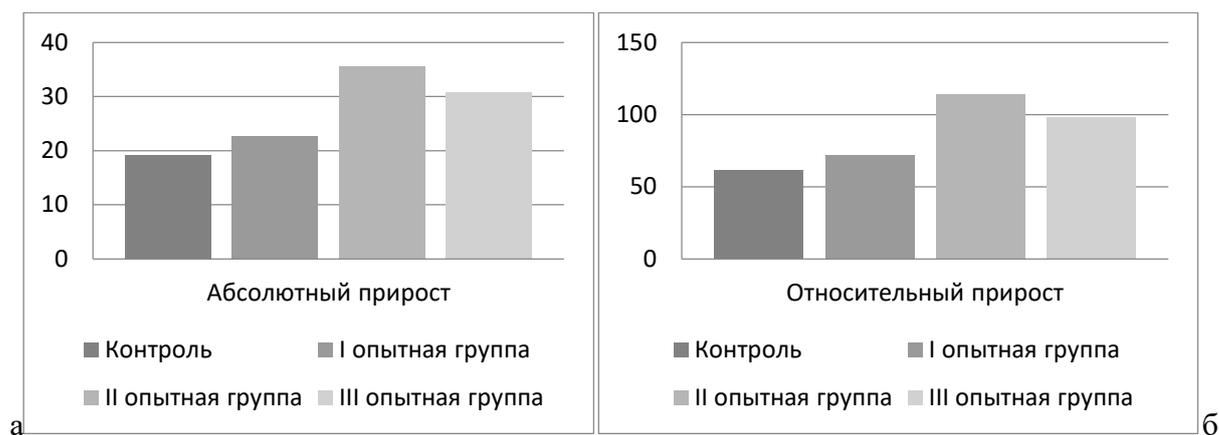


Рис. 2. Динамика прироста сеголетков карпа в конце эксперимента: а) абсолютный прирост, г; б) относительный прирост, %

**Обсуждение результатов.** Рост и развитие рыб считается одним из важных показателей успешности проведения исследований. Исследования влияния пробиотиков на организм рыб проводятся на протяжении долгого времени [5]. Сегодня пробиотические препараты стали неотъемлемой частью в аквакультуре, благодаря своим способностям усиливать рост и устойчивость к заболеваниям, а также увеличивать продуктивность [6].

В эксперименте при использовании в кормлении пробиотических препаратов Атыш и Субтилис наблюдался рост массы тела сеголетков карпа, начиная с третьей недели эксперимента. Однако продуктивный эффект был отмечен для II и III опытных групп, где живая масса оказалась выше контрольной на 22,82 ( $P \leq 0,05$ ) и 32,34 ( $P \leq 0,05$ ) %. Данные результаты показали перспективное использование пробиотического препарата Субтилис как отдельно, так и совместно с препаратом Атыш. Кроме того, во всех опытных группах было зафиксировано закономерное увеличение абсолютного и относительного прироста. Лучшие результаты были достигнуты при введении в кормлении пробиотика Субтилис и при совместном использовании добавок. Значительно меньшие результаты выявили для пробиотика Атыш.

**Выводы.** В ходе проведения исследований по влиянию пробиотических препаратов Атыш в дозировке 0,08 г/кг корма и Субтилис в дозировке 0,04 мл/кг корма на рост и развитие сеголетков был отмечен прирост рыб во всех опытных группах на величину от 7,54 (для добавки Атыш) до 32,34 % (для добавки Субтилис). При включении в рацион обеих добавок прирост карпа был выше контроля на 22,82 %.

**Литература:**

1. Ramos MA, Batista S, Pires MA, Silva AP, Pereira LF, Saavedra MJ, Ozorio RO, Rema P. Dietary probiotic supplementation improves growth and the intestinal morphology of Nile tilapia. *Animal*. 2017. V. 11. Iss. 8. P. 1259-1269. doi: 10.1017/S1751731116002792
2. Hai NV. The use of probiotics in aquaculture. 2015. *Journal of Applied Microbiology*. V. 119. Iss. 4. P. 917-935. doi: 10.1111/jam.12886
3. Chen X, Yi H, Liu Sh, Zhang Y, Su Y, Liu X, Bi Sh, Lai H, Zeng Z, Li G. Probiotics Improve Eating Disorders in Mandarin Fish (*Siniperca chuatsi*) Induced by a Pellet Feed Diet via Stimulating Immunity and Regulating Gut Microbiota. *Microorganisms*. 2021. V. 9 (6). P. 1288. doi: 10.3390/microorganisms9061288
4. El-Saadony MT, Alagawany M, Patra AK, Kar I, Tiwari R, Dawood M, Dhama K, Abdel-Latif H. The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish Shellfish Immunology*. 2021. V. 117. P. 36-52. doi: 10.1016/j.fsi.2021.07.007
5. Ushakova NA, Pravdin VG, Kravtsova LZ, Ponomarev SV, Gridina TS, Ponomareva EN, Rudoy DV, Chikindas ML. Complex Bioactive Supplements for Aquaculture-Evolutionary Development of Probiotic Concepts. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2021. V. 13 (6). P. 1696-1708. doi: 10.1007/s12602-021-09835-y
6. Veisi RS, Taghdir M, Abbaszadeh S, Hedayati A. Dietary Effects of Probiotic *Lactobacillus casei* on Some Immunity Indices of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Exposed to Cadmium. *Biological Trace Element Research*. 2022. V. 3. P. 205-212. doi: 10.1007 / s12011-022-03205-7

Все статьи, представленные в  
сборнике, приводятся в авторской  
редакции.

За достоверность данных, представленных в  
сборнике, ответственность несут авторы статей.

Научное издание  
Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции  
«Наука будущего – наука молодых»  
г. Оренбург, 9-10 ноября 2022 г.

Электронный ресурс  
Усл. печ. л. 11,51

Корректурa автора

460000, Оренбургская область,  
г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29  
тел. 8-3532-30-81-70,  
e-mail: [vniims.or@mail.ru](mailto:vniims.or@mail.ru)



**ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН**  
460000, Российская Федерация,  
г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29  
email: [fncbst@mail.ru](mailto:fncbst@mail.ru)