

Журнал основан в марте 2004 г.
Выходит ежеквартально

Учредитель ФГБОУ ВО «Ижевская
государственная
сельскохозяйственная академия»

Адрес редакции, издательства
и типографии:
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном
каталоге «Пресса России» 40567

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015 г.



Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ),
реферативную базу данных AGRIS.

По решению ВАК России
«Вестник Ижевской государственной
сельскохозяйственной академии» входит
в Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
в которых могут быть опубликованы
основные научные результаты
диссертационных работ на соискание
ученой степени кандидата и доктора
наук по направлениям:
«Сельскохозяйственные науки»,
«Технические науки».

Ответственность за содержание статей
несут авторы публикаций.

Редактор А.И. Трегубова
Вёрстка А.Н. Зеленина
Перевод В.Г. Балтачев

Подписано в печать 22.12.2017 г.
Дата выхода в свет 25.12.2017 г.
Формат 60x84/8. Тираж 500 экз.
Заказ № 7375. Цена свободная.

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017

ISSN 1817-5457

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.И. Любимов*

Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И.Ш. Фатыхов*

Члены редакционного совета:

Р.Р. Исмагилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, член-корреспондент АН РБ

Х.М. Сафин – доктор сельскохозяйственных наук, академик-секретарь АН РБ

А.М. Ленточкин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Л.М. Колбина – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Удмуртский НИИСХ

Н.А. Балакирев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина, академик РАН

С.Д. Батанов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

С.В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО УГЛТУ

К.М. Габдрахимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ю.Г. Крысенко – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

В.А. Ермолаев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

И.Г. Конопельцев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

И.Л. Бухарина – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

Ф.Ф. Мухамадьяров – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

П.В. Дородов – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

А.Г. Левшин – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева

С.И. Юран – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Н.П. Кондратьева – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

EDITORIAL BOARD

Editor in chief

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *A.I. Lyubimov*

Science editor

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *I.Sh. Fatykhov*

Members of Editorial Board:

R.R. Ismagilov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian University, corresponding member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

H.M. Safin – Doctor of Agricultural Science, Academician-Secretary of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

A.M. Lentochkin – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

L.M. Kolbina – Doctor of Agricultural Science, Udmurt Research Institute of Agriculture

of the Russian Academy of Agricultural Sciences

N.A. Balakirev – Doctor of Agricultural Science, Professor, Moscow State Academy of Veterinary

Medicine and Biotechnology named K.I. Skryabin, member of the Russian Academy of Sciences

S.D. Batanov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

S.V. Zalesov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Ural State Forest Engineering Univer-

sity

K.M. Gabdrakhimov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian Univer-

sity

Yu.G. Krysenko – Doctor of Veterinary Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

V.A. Ermolaev – Doctor of Veterinary Science, Professor, Ulyanovsk State Agricultural Univer-

sity

I.G. Konopeltsev – Doctor of Veterinary Science, Professor, Vyatka State Agricultural Academy

I.L. Bukharina – Doctor of Biological Science, Professor, Udmurt State University

F.F. Muchamadjarov – Doctor of Engineering Science, Professor, Vyatka State Agricultural Acad-

emy

P.V. Dorodov – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

A.G. Levshin – Doctor of Engineering Science, Professor, Russian State Agrarian University

named after K.A. Timiryazev

S.I. Yuran – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

N.P. Kondratyeva – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Acad-

emy

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|---|----|
| С.Д. Батанов, О.С. Старостина, Т.Ф. Леонтьева. Физиологическое обоснование эффективности использования кормовой добавки «ЛипоКар» в кормлении тёлочек чёрно-пёстрой породы | 3 |
| Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов. Формирование урожайности семян рапса Галант в зависимости от приёмов ухода. | 10 |
| В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, Д.Н. Печников, И.Ш. Фатыхов. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян. | 19 |
| С.В. Ильин, С.Л. Воробьева, Е.М. Кислякова. Влияние кормов разной физической формы на рост молодняка свиней на доращивании и откорме. | 25 |
| Т.И. Печникова, В.Г. Колесникова. Урожайность и качество семян овса Яков в зависимости от десикантов и сроков их применения в условиях Среднего Предуралья. | 33 |
| А.И. Любимов, А.С. Чукавин, С.Л. Воробьева, В.М. Юдин. Взаимосвязь паратипических признаков с продуктивным долголетием коров чёрно-пёстрой породы. | 42 |
| А.К. Касимов, Н.М. Итешина. Топографо-картографические полевые исследования открытых разработок россыпей и обустройство их земель. | 50 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

| | |
|--|----|
| И.Е. Припоров, А.А. Пищалов, К.В. Золотарёв. Влияние параметров шнека пресс-экструдера КМЗ-2 на процесс получения рассыпного подсолнечного жмыха | 57 |
| Н.П. Кочетков, Р.И. Гаврилов. Моделирование оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения. | 63 |
| Н.П. Кондратьева, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая, Р.И. Корепанов, И.Р. Ильясов, А.И. Батуринов, В.М. Литвинова, О.М. Филатова. Разработка микропроцессорных систем автоматического управления работой светодиодных облучательных установок | 72 |

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

| | |
|---|----|
| S.D. Batanov, O.S. Starostina, T.F. Leontieva. Physiological accounting for the effectiveness of the feeding additive “LipoCar” implementation in feeding heifers of black-and-white breed | 3 |
| E.F. Vafina, I.Sh. Fatykhov. Formation of productivity of “Galant” rape seeds depending on the methods of caring. | 10 |
| V.N. Goreeva, D.N. Pechnikov, E.V. Korepanova, I.Sh. Fatykhov. Reaction of oil flax VNIIMK 620 to abiotic conditions with amino acid composition of protein seeds | 19 |
| S.V. Ilyin, S.L. Vorobyova, E.M. Kislyakova. Influence of feeds of a different physical form on the growth of young pigs at growth and disturbance | 25 |
| T.I. Pechnikova, V.G. Kolesnikova. Productivity and quality of seeds of oats of Yaks depending on desikant and terms of their application in the conditions of the Central Cis-Urals | 33 |
| A.I. Lubimov, A.S. Chukavin, S.L. Vorobieva, V.M. Yudin. Relationship paratypical signs with productive longevity of cows of black-motley breed | 42 |
| A.K. Kasimov, N.M. Iteshina. Topographic-cartographic fieldwork opencast and alluvial land improvement | 50 |

TECHNICAL SCIENCES

| | |
|---|----|
| I.E. Priporov, A.A. Peschalov, K.V. Zolotarev, D.P. Usachev, A.S. Frolenko. Influence of parameters of the screw press extruder KMZ-2 on the process of obtaining loose sunflower cake | 57 |
| N.P. Kochetkov, R.I. Gavrillov. Modelling of optimal equilibrium ozone concentration in the room air. | 63 |
| N.P. Kondratieva, G.G. Bolshin, M.G. Krasnolutskaia, R.I. Korepanov, I.R. Ilyasov, V.M. Litvinova, O.M. Filatova. Development of microprocessor systems for automatic control of the led irradiating installations' work | 72 |

УДК 636.2.084:001.895

С.Д. Батанов, О.С. Старостина, Т.Ф. Леонтьева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЛИПОКАР» В КОРМЛЕНИИ ТЁЛОК ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ

Проведены исследования по изучению эффективности использования витаминной добавки «ЛипоКар» (микрогранулированный в липидные оболочки порошок, внутри которых находится действующее вещество бета-каротин) в кормлении тёлочек чёрно-пёстрой породы и её влияние на вариabельность гематологических показателей. Система крови явилась наиболее динамичным отражением кормового фактора. Анализ показателей морфологического и биохимического состава крови, а также динамика высокоспецифических ферментов крови тёлочек выявил, что введение витаминной добавки в рацион повысило интенсивность обменных процессов в организме. Тёлочки опытных групп, получавшие в составе рациона витаминную добавку «ЛипоКар» в дозировке 6г/гол и 10г/гол к основному рациону, превосходили контрольных аналогов по таким показателям морфологического состава крови, как: уровень содержания гемоглобина (г/л) и количество эритроцитов (10¹²/л) за весь учётный период роста и развития (3, 6, 9, 12 и 18 месяцев) в среднем на 4,1 – 9,6 % и 2,7 – 10,2 % соответственно. Аналогичная картина выявлена по показателям биохимического состава крови тёлочек. Превосходство тёлочек опытных групп над сверстницами контрольной группы по количественным значениям общего белка (г/л) в крови, альбуминов (г/л), глобулинов (г/л) в среднем составило 0,5 – 6,1 %. Динамика трансaminaзной активности в сыворотке крови показала несколько повышенную активность ферментов АСТ и АЛТ во все возрастные периоды у тёлочек опытных групп по сравнению с аналогами контрольной группы в среднем на 1,8 – 5,3 ед. и 1,2 – 7,0 ед.

Следовательно, скармливание в составе рациона кормовой добавки «ЛипоКар» оказало определённое влияние на увеличение показателей морфологического и биохимического состава крови, уровень белкового обмена, а также изменчивость высокоспецифических ферментов в организме подопытных тёлочек.

Ключевые слова: биохимия крови, витаминно-минеральное кормление, кормовая добавка «ЛипоКар», морфологический состав крови, ферменты крови.

Актуальность. Эффективность современного животноводства в решающей мере зависит от состояния кормовой базы. Только при наличии необходимого количества высококачественных кормов можно организовать полноценное кормление животных и прибыльное ведение отрасли. Обеспечение сельскохозяйственных животных биологически полноценными кормами, особенно богатыми протеином и каротиноидами, остаётся в настоящее время проблемой первостепенного значения. От успешного её решения зависит рост производства продуктов животноводства, создаются предпосылки снижения их себестоимости и повышения конкурентоспособности [8, 9, 10]. Из всех витаминов животные более всего нуждаются в витамине А, так как он и его провитамин – каротин не синтезируются в организме. Недостаток каротина в рационе сказывается на продуктивности и состоянии воспроизводительной функции высокопродуктивных животных (при его недостатке может рассасываться плод, появиться мертворождённое потомство и т. д.) [4, 5].

В последнее время в большинстве регионов страны произошли серьёзные изменения в кормовой базе, существенно изменилась структура рациона животных, которая свидетельствует о глубоком дефиците каротина в кормах и его низкой биологической доступности во все сезоны года, в связи с чем вероятность удовлетворить потребность животных в бета-каротине только за счёт кормов ничтожно мала, требуется дополнительное введение в рацион кормовой добавки бета-каротина в стабилизированном виде, сокращающем риск окислительного распада. По своей активности бета-каротин превышает все каротиноиды от 2 до 8 раз. Эти свойства играют жизненно важную роль в обеспечении физиологических функций организма и поддержании здоровья.

В последние годы препараты бета-каротина получили широкое распространение, как в животноводстве, так и в ветеринарии. Потребность в каротине достаточно высокая, особенно если учесть, что большинство животных преобразуют в витамин А только от 20 до 30 % содержащегося в кормах каротина. Эти про-

центры эквивалентны усвояемости каротина взрослым крупным рогатым скотом из зелёных растений. Обычно в организм животных каротиноиды поступают с кормом. Однако, по мере хранения кормовых культур содержание каротиноидов в них быстро уменьшается. С учётом большого числа факторов, влияющих на количественный и качественный состав каротиноидов при их накоплении в растительных кормовых источниках, очевидна сложность или, в некоторых случаях, невозможность регулирования их состава и количества при кормлении сельскохозяйственных животных и птиц [5].

В связи с этим, наиболее эффективным способом нормирования рациона крупного рогатого скота по витамину А и бета-каротину является применение специализированных витаминных кормовых добавок.

Цель исследований: определение целесообразности использования кормовой добавки «ЛипоКар» в кормлении тёлочек чёрно-пёстрой породы.

В связи с целью исследований нами поставлены следующие задачи:

- изучить возрастные изменения морфологического и биохимического статуса крови тёлочек;
- определить степень влияния кормовой добавки «ЛипоКар» на гематологические показатели тёлочек в течение опытного периода.

Методика исследований. Исследования проводились в условиях ООО «Заря» Завьяловского района Удмуртской Республики. Некоторые показатели картины крови: общий белок, г/л, альбумины, г/л, глобулины, г/л, гемоглобин, г/л, эритроциты, 1012/л, лейкоциты, 109/л, аминотрансферазы: АСТ, АЛТ были изучены и проанализированы на поголовье тёлочек чёрно-пёстрой породы. Для проведения исследований по принципу пар-аналогов были сформированы 3 группы тёлочек (контрольная и 2 опытные (первая и вторая)) по 20 голов в каждой с учётом происхождения, возраста, живой массы. Доза скормливания кормовой добавки «ЛипоКар» к основному рациону молодняки первой опытной группы – 6г/гол и второй опытной группы – 10г/гол.

Тёлочки контрольной и опытных групп находились в аналогичных условиях кормления (основной рацион) и содержания.

Результаты исследований. Для определения целесообразности использования кормовой витаминной добавки «ЛипоКар» при введении в рацион кормления тёлочек чёрно-пёстрой породы нами были изучены и проанализированы некоторые показатели морфологического состава крови, отражающие интенсивность обменных процессов в организме, и, вероятнее всего, ускоряющих рост и развитие тёлочек, а также адаптацию к воздействию внешней среды (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика показателей морфологического состава крови тёлочек (n=20)

| Показатель | Группы животных | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | контрольная | | 1 опытная | | 2 опытная | |
| | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| в 3-месячном возрасте | | | | | | |
| Гемоглобин, г/л | 107,2±4,1 | 6,1 | 113,2±4,6 | 7,9 | 117,3±6,8 | 8,6 |
| Эритроциты, 1012 /л | 8,38±0,12 | 11,1 | 8,65±0,22 | 17,5 | 8,73±0,14 | 14,5 |
| Лейкоциты, 109 /л | 8,61±0,31 | 19,9 | 8,76±0,42 | 21,9 | 8,83±0,37 | 20,9 |
| в 6-месячном возрасте | | | | | | |
| Гемоглобин, г/л | 103,7±3,8 | 2,4 | 109,6±3,8 | 2,6 | 112,3±4,6 | 5,2 |
| Эритроциты, 1012 /л | 7,54±0,20 | 5,3 | 7,75±0,16 | 3,1 | 7,88±0,23 | 5,4 |
| Лейкоциты, 109 /л | 8,93±0,28 | 15,4 | 9,11±0,22 | 10,8 | 9,20±0,36 | 17,6 |
| в 9-месячном возрасте | | | | | | |
| Гемоглобин, г/л | 98,1±6,2 | 9,1 | 102,6±5,3 | 8,5 | 108,5±8,7 | 10,5 |
| Эритроциты, 1012 /л | 7,14±0,11 | 7,8 | 7,36±0,21 | 10,9 | 7,43±0,17 | 8,6 |
| Лейкоциты, 109 /л | 9,21±0,78 | 13,2 | 9,32±1,10 | 18,7 | 9,43±0,31 | 6,3 |
| в 12-месячном возрасте | | | | | | |
| Гемоглобин, г/л | 94,0±2,5 | 3,4 | 98,1±3,5 | 6,1 | 102,7±4,1 | 10,7 |
| Эритроциты, 1012 /л | 6,45±0,17 | 4,3 | 6,91±0,20 | 5,0 | 7,19±0,13 | 3,5 |
| Лейкоциты, 109 /л | 9,42±1,52 | 13,4 | 9,56±0,43 | 6,3 | 9,3±0,50 | 8,8 |
| в 18-месячном возрасте | | | | | | |
| Гемоглобин, г/л | 90,6±3,8 | 5,8 | 94,6±2,7 | 4,0 | 97,0±1,1 | 2,6 |
| Эритроциты, 1012 /л | 6,40±0,21 | 5,4 | 6,62±0,14 | 3,7 | 6,78±0,20 | 5,4 |
| Лейкоциты, 109 /л | 9,78±0,76 | 10,9 | 9,87±0,31 | 5,2 | 9,91±1,16 | 12,4 |

Анализ данных таблицы 1 показал, что количественные значения показателей морфологического состава крови (гемоглобин, эритроциты и лейкоциты) подопытных тёлочек находились в пределах физиологических норм за весь учётный период, однако выявлены возрастные изменения и влияние кормовой добавки «ЛипоКар» на морфологический состав крови.

Поскольку введение в рацион данной кормовой добавки тёлочкам начато с 10-дневного возраста, то показатели морфологического состава крови тёлочек опытных групп превосходят аналогичные показатели тёлочек контрольной группы, начиная с 3-месячного возраста. Некоторые показатели морфологического состава крови: уровень гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов анализируемых групп тёлочек находились в пределах физиологических норм, но с возрастом концентрация показателей гемоглобина и эритроцитов уменьшалась.

Так, наиболее высокие значения отмечены во всех группах тёлочек в возрасте трёх месяцев в среднем $107,2 - 117,3$ г/л и $8,38 - 8,73 \cdot 10^{12}$ /л соответственно.

В последующие возрастные периоды (6, 9, 12 и 18 месяцев) анализируемые показатели морфологического состава крови снижают значения до $90,6 - 97,0$ г/л и $6,4 - 6,78 \cdot 10^{12}$ /л или в среднем – на $15,5 - 17,3$ % и $22,3 - 23,6$ %.

С возрастом анализируемого поголовья тёлочек количество лейкоцитов несколько увеличивается, но в пределах физиологической нормы ($9,78 \cdot 10^9$ /л – $9,91 \cdot 10^9$ /л).

Определённое влияние (в пределах физиологической нормы) на анализируемые показатели морфологического состава крови тёлочек оказало введение в рацион кормления кормовой витаминной добавки «ЛипоКар» – как дополнительного источника бета-каротина.

Анализ динамики количественного состава эритроцитов и гемоглобина у тёлочек контрольной и опытных групп (1 и 2-й) выявил определённое превосходство анализируемых показателей у тёлочек опытных групп. Так, тёлки 1-й опытной группы превосходили по количеству эритроцитов в крови (10^{12} /л) тёлочек контрольной группы во все возрастные периоды (3, 6, 9, 12 и 18 месяцев) в среднем на $2,7 - 6,6$ %, аналогично, по содержанию гемоглобина (г/л) – в среднем на $4,1 - 5,3$ %. Анализируемые показатели морфологического состава крови тёлочек второй опытной группы превалировали над показателями тёлочек контрольной группы в среднем – на $4,0 - 10,2$ % и $6,5 - 9,6$ % соответственно. Поскольку эритроциты не обладают способностью к образованию внутрикле-

точных веществ, соответственно есть необходимость сохранения структуры самой клетки и гемоглобина, а также переноса веществ через мембрану эритроцитов. Соответственно, для сохранения и переноса веществ требуется приток энергии. Необходимую для данных процессов АТФ эритроциты получают за счёт происходящего в них гликолизогенеза и частично при прямом окислении глюкозы. При достаточном количестве витамина А в клеточном субстрате, процессы генерации энергии в клетке (эритроците) протекают наиболее интенсивно. Поскольку витамин А влияет на стабильность клеточных и митохондриальных мембран, то при его недостатке в структуре мембраны последняя становится менее стабильной (изменяется её проницаемость), соответственно, перенос веществ через мембрану эритроцита замедляется. Таким образом, данное количественное превосходство морфологических показателей крови опытных групп тёлочек над контрольной объяснимо тем, что при введении в рацион кормления витаминной добавки с действующим веществом бета-каротин, трансформируемым в витамин А в слизистой эпителии кишечного тракта, происходит повышение интенсивности обмена веществ, которое проявляется в более интенсивных окислительно-восстановительных реакциях (наличие пяти связей в витамине А не исключает его участие в таких реакциях), а именно, в усилении поглощения кислорода органом или организмом в целом при добавлении в питательную среду витамина А [1, 3].

Аналогичная картина выявлена и по содержанию лейкоцитов в крови тёлочек контрольной и опытных групп. Тёлки опытных групп (1 и 2-й) незначительно превосходят по количественному показателю тёлочек контрольной группы – в среднем на $1,2 - 3,0$ %. Поскольку основная роль лейкоцитов – участие в защитных и восстановительных процессах, они способны продуцировать различные антитела, разрушать и удалять токсины белкового происхождения, фагоцитировать микроорганизмы. При дополнительном введении в рацион витамина А происходит усиление способности организма к образованию антител (вероятность), поскольку проявляется усиление проницаемости клеточных мембран для аминокислот и усиление активности некоторых ферментов белкового обмена [2, 6].

Динамика показателей биохимического состава крови тёлочек контрольной и опытных групп проанализирована в таблице 2. Анализ таблицы показал, что введение в рацион

витаминовой добавки, содержащей активное вещество бета-каротин, оказало определённое влияние на анализируемые показатели биохимического состава крови.

Так, содержание общего белка (г/л) имело определённую динамику. В возрасте три месяца уровень данного показателя имел минимальные значения по сравнению с анализируемым периодом (6, 9, 12 и 18 месяцев) в среднем на 7,7 – 42,0 %.

На протяжении всего опытного периода увеличение данного показателя отмечено у тёлочек в возрасте 6 и 12 месяцев, в среднем на 3,3 – 42,0 %.

Вероятнее всего, увеличение общего белка в крови тёлочек связано с наступлением периода полового созревания и интенсивным синтезом половых гормонов: эстрогенов и прогестерона. Данные гормоны не только влияют на рост костей, определяют телосложение типа «самки», но и стимулируют синтез белка, способствуя ускорению роста тканей организма.

Снижение количественного значения общего белка в крови тёлочек к возрасту 18 месяцев связано с понижением интенсивности обмена веществ [4, 7].

Таблица 2 – Динамика показателей биохимического состава крови тёлочек (n=20)

| Группа животных | Показатель | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|------------------|-------|---------------------|-------|
| | Общий белок, г/л | | Альбумины, г/л | | Глобулины, г/л | | Глюкоза, ммоль/л | | Холестерин, ммоль/л | |
| | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| в 3-месячном возрасте | | | | | | | | | | |
| контрольная | 62,4±0,9 | 8,2 | 33,6±1,6 | 12,4 | 31,0±2,0 | 13,0 | 3,3±0,1 | 3,5 | 3,9±0,2 | 4,2 |
| 1 опытная | 64,6±1,1 | 9,7 | 34,2±2,2 | 15,2 | 31,4±2,1 | 14,9 | 3,4±0,1 | 2,8 | 4,0±0,1 | 3,1 |
| 2 опытная | 65,8±1,3* | 10,1 | 34,8±1,9 | 14,8 | 31,7±2,4 | 15,1 | 3,4±0,2 | 3,6 | 4,0±0,1 | 3,0 |
| в 6-месячном возрасте | | | | | | | | | | |
| контрольная | 70,1±2,2 | 9,5 | 34,2±1,3 | 11,7 | 39,7±1,1 | 11,0 | 2,5±0,1 | 5,2 | 2,2±0,2 | 6,3 |
| 1 опытная | 73,5±1,5 | 7,1 | 35,0±1,0 | 13,1 | 40,1±0,9 | 12,4 | 2,6±0,5 | 7,4 | 2,2±0,2 | 5,9 |
| 2 опытная | 74,8±0,9* | 3,2 | 35,3±0,8 | 10,5 | 40,4±0,8 | 9,6 | 2,6±0,1 | 2,8 | 2,2±0,2 | 3,6 |
| в 9-месячном возрасте | | | | | | | | | | |
| контрольная | 67,6±0,8 | 11,4 | 33,3±0,7 | 8,4 | 40,0±0,8 | 9,2 | 3,2±0,1 | 3,1 | 2,3±0,2 | 4,5 |
| 1 опытная | 69,3±0,8 | 11,8 | 34,0±0,6 | 7,7 | 40,3±0,7 | 8,1 | 3,4±0,1 | 3,3 | 2,4±0,2 | 4,7 |
| 2 опытная | 71,8±1,3** | 13,0 | 34,3±0,6 | 6,0 | 40,5±0,6 | 8,2 | 3,5±0,3 | 5,2 | 2,5±0,4 | 6,6 |
| в 12-месячном возрасте | | | | | | | | | | |
| контрольная | 71,2±0,8 | 10,6 | 33,6±1,2 | 9,2 | 40,2±1,5 | 10,1 | 3,0±0,1 | 2,9 | 2,4±0,2 | 3,9 |
| 1 опытная | 74,4±2,9 | 11,5 | 34,3±1,1 | 8,8 | 40,6±1,2 | 9,6 | 3,1±0,1 | 3,0 | 2,7±0,1 | 3,3 |
| 2 опытная | 75,2±1,4* | 11,0 | 34,7±1,3 | 9,1 | 40,9±1,2 | 8,5 | 3,2±0,3 | 4,2 | 2,8±0,1 | 2,8 |
| в 18-месячном возрасте | | | | | | | | | | |
| контрольная | 68,4±0,8 | 9,9 | 34,5±1,0 | 7,5 | 38,7±1,3 | 8,3 | 2,7±0,1 | 3,0 | 3,0±0,1 | 2,9 |
| 1 опытная | 70,2±1,1 | 9,5 | 34,7±1,2 | 7,9 | 39,0±1,2 | 7,4 | 2,9±0,1 | 2,7 | 3,3±0,1 | 2,5 |
| 2 опытная | 72,9±1,3 | 10,0 | 35,1±0,9 | 8,7 | 39,2±0,8 | 7,8 | 3,0±0,1 | 3,4 | 3,5±0,1 | 3,1 |

Примечание: *P<0,05, **P<0,01

Наиболее высокое значение общего белка в крови за весь учетный период имели тёлочки опытных групп (1 и 2-я).

Так, тёлочки первой опытной группы имели более высокие значения анализируемого показателя во все возрастные периоды в среднем –

на 2,4 – 4,3 %. Тёлки второй опытной группы превосходили тёлки контрольной группы по данному показателю в среднем на – 5,2 – 6,1 %. При этом в возрасте 3, 6, 9 и 12 месяцев разница была достоверной (* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$). Вероятнее всего данная динамика показателя определяется тем, что введение витаминной добавки (преобразованный витамин А) несколько активизировало биохимический процесс, т. к. считается, что витамин А наряду с влиянием на синтез нуклеиновых кислот прямым или косвенным образом участвует в процессе передачи генетической информации, а возможно, и предопределяет генетический потенциал продуктивности животного, т. е. в сером веществе мозга содержатся белки нейроглобулины и нейростромин, где нейроглобулин является дезоксирибонуклеопротеидом, а нейростромин – рибонуклеопротеидом, около 20–45 % всех органических веществ серого и белого вещества приходится на долю нуклеиновых кислот, при этом 20–30 % нуклеиновых кислот ядер нервных клеток мозга составляет РНК, соответственно, именно нервная система обеспечивает все стороны обменных процессов, в том числе, вероятно, и витамин А, входящий в состав клеточных и субклеточных мембран клеток (в том числе и нуклеиновых кислот).

Динамика альбуминов – как аминокислотный резерв организма – также имеет свои особенности. В период интенсивного роста и развития тёлки – 9–12 месяцев количественное значение показателя несколько ниже, чем в возрасте 6 и 18 месяцев в среднем – на 3,0 %. Вероятнее всего, данная динамика показателя обусловлена тем, что после гидролиза альбуминов, свободные аминокислоты используются для синтеза специфических тканевых белков, которые в максимальном количестве используются в период интенсивного роста и развития, а также в период полового созревания. Кроме этого, альбумины могут образовывать комплексы с различными веществами (в том числе с витаминами), и обеспечивают транспорт последних к органам и тканям, тем самым альбумины оказывают регулирующее влияние на метаболические процессы в организме, что доказывает несколько повышенное значение показателя у тёлки опытных групп в сравнении со сверстницами контрольной группы в среднем – на 0,5 – 3,1 %.

Динамика количественного значения глобулинов (г/л) в крови тёлки имеет несколько иную картину. В начале опытного периода (в возрасте 3-х месяцев) тёлки контрольной и опытных групп имеют минимальное количе-

ство данного показателя (в среднем ниже, чем за весь анализируемый период – на 20–24 %). Вероятнее всего, в начале постэмбрионального периода в крови молодняка практически отсутствуют или находятся в минимальном количестве некоторые фракции глобулинов (н.р. γ -глобулины), физиологическая роль которых – проявление иммунологических процессов. В процессе интенсивного роста и развития (6–12 месяцев) отмечается максимальное содержание показателя (в среднем больше – на 3,7 – 22 %) в сравнении со значением за весь анализируемый период. Вероятнее всего, данная динамика может быть обусловлена тем, что все фракции глобулинов (α , β , γ) мобилируются, соединяясь со многими веществами (в т. ч. липидами, углеводами, жирорастворимыми витаминами, желчными пигментами), обеспечивают иммунитет животных к инфекционным заболеваниям, а также осуществляют транспорт питательных веществ к органам. Количественное значение анализируемого показателя было несколько выше у тёлки опытных групп (в среднем – на 0,7 – 2,2 %), по отношению к показателю сверстниц во все возрастные периоды. Следовательно, можно предположить, что витамин А усиливает общую устойчивость организма к бактериальным и вирусным заболеваниям, т. к. обеспечивает интенсивность синтеза белков, в т. ч. белков-антител.

Вариативность количественного показателя глюкозы в крови тёлки имеет определённую зависимость от возрастных особенностей. Так, максимальное количество глюкозы отмечено в возрасте 3-х месяцев. Данный период является молочным периодом для молодняка крупного рогатого скота, где основными считаются молочные корма, богатые лактозой. С возрастом тёлки (начиная с 6-ти месяцев), выявлено понижение данного показателя в крови (в среднем – на 5,7 – 26 %). В возрасте 6-ти месяцев у молодняка происходит переход от молочного кормления на растительные корма, а также становление желудочного (рубцового) пищеварения. Здесь глюкоза сбраживается до летучих жирных кислот, которые являются основным поставщиком энергии для растущего организма.

Динамика содержания холестерина (ммоль/л) в крови имеет аналогичную картину, то есть начиная с возраста полового созревания и в течение периода интенсивного роста и развития тёлки (6–12 месяцев), количество холестерина в крови снижается в среднем – на 29–38 %. Аналогичная картина отмечена и по

группам животных (контрольная и опытные) с некоторым превосходством по количеству анализируемого показателя у животных опытных групп (в среднем на 2,5 – 21,0 %). Данная динамика связана с тем, что витамин А участвует в синтезе стероидных гормонов (эстрогены и прогестерон). Холестерин является предшественником стероидных гормонов (1/4 часть всего образованного ежедневно холестерина

используется для синтеза стероидных гормонов в коре надпочечников и половых органах). Соответственно, у тёлочек опытных групп, получавших витаминную добавку, происходит наиболее интенсивный синтез половых гормонов, которые стимулируют синтез белка и способствуют ускорению роста костей и тканей.

В таблице 3 проанализирована динамика высокоспецифических ферментов.

Таблица 3 – Динамика трансаминазной активности в сыворотке крови тёлочек, ммоль/ч.л. (n=20)

| Показатель | Группы животных, порода | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Тёлки | | | | | |
| | контрольная | | 1 опытная | | 2 опытная | |
| | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| в 3-месячном возрасте | | | | | | |
| АСТ | 1,07±0,12 | 17,3 | 1,08±0,17 | 18,2 | 1,09±0,15 | 18,6 |
| АЛТ | 0,30±0,04 | 7,8 | 0,32±0,05 | 7,8 | 0,35±0,05 | 8,3 |
| в 6-месячном возрасте | | | | | | |
| АСТ | 1,24±0,21 | 15,5 | 1,26±0,20 | 13,1 | 1,27±0,24 | 16,2 |
| АЛТ | 0,40±0,01 | 3,2 | 0,42±0,01 | 13,0 | 0,43±0,02 | 3,5 |
| в 9-месячном возрасте | | | | | | |
| АСТ | 1,27±0,25 | 13,2 | 1,30±0,31 | 16,4 | 1,32±0,30 | 16,8 |
| АЛТ | 0,43±0,03 | 5,2 | 0,46±0,03 | 5,6 | 0,47±0,04 | 6,1 |
| в 12-месячном возрасте | | | | | | |
| АСТ | 1,43±0,17 | 10,5 | 1,48±0,21 | 12,6 | 1,51±0,33 | 14,3 |
| АЛТ | 0,76±0,04 | 4,5 | 0,78±0,04 | 5,1 | 0,81±0,05 | 6,3 |
| в 18-месячном возрасте | | | | | | |
| АСТ | 1,46±0,25 | 14,5 | 1,52±0,28 | 15,4 | 1,54±0,31 | 15,9 |
| АЛТ | 0,83±0,03 | 3,7 | 0,84±0,03 | 3,2 | 0,84±0,04 | 3,9 |

Анализ активности ферментов показал, что с возрастом, а также под влиянием введения в корм дополнительных веществ наблюдаются некоторые изменения.

Период максимального содержания, а соответственно, и повышенной активности ферментов АСТ и АЛТ совпал с периодом наиболее интенсивного роста и развития молодняка. Таким образом, для интенсивного синтеза тканевых белков в период интенсивного роста и развития все системы организма мобилизуются, образуя дополнительные источники белка, углеводов (энергии), липидов и других соединений для образования «строительного» материала.

Заключение. Таким образом, можно отметить, что применение в рационе тёлочек опытных групп кормовой добавки «ЛипоКар» способствует повышению уровня белкового обмена в организме, изменились показатели морфологического состава крови, что обусловило интенсивность обмена веществ и энергии в организме опытного поголовья. Динамика положительных показателей выявила:

1. Наиболее высокие значения морфологического состава крови (уровень содержания гемоглобина (г/л) и количество эритроцитов

(1012/л)) отмечены во всех группах тёлочек в возрасте трёх месяцев в среднем 107,2 – 117,3 г/л и 8,38 – 8,73 1012/л соответственно. В последующий учётный период (6, 9, 12 и 18 месяцев) показатели морфологического состава крови снижают значения – до 90,6 – 97,0 г/л и 6,4 – 6,78 1012/л или в среднем – на 15,5 – 17,3 % и 22,3 – 23,6 %. Динамика биохимического состава крови имела определённую динамику и зависела от интенсивности роста и развития тёлочек контрольной и опытных групп.

2. Количественный состав эритроцитов и гемоглобина у тёлочек контрольной и опытных групп (1 и 2-й) показал определённое превосходство тёлочек опытных групп по количеству эритроцитов в крови (10¹²/л) во все возрастные периоды (3, 6, 9, 12 и 18 месяцев) в среднем на 2,7 – 10,2 %, аналогично, по содержанию гемоглобина (г/л) – в среднем на 4,1 – 9,6 %. Динамика биохимического состава крови показала, что тёлки опытных групп имели более высокие значения по всем анализируемым показателям в среднем на 0,5 – 21,0 %. Выявлено изменение активности ферментов АСТ и АЛТ под влиянием возраста и введения в корм дополнительных биологически активных веществ.

В ходе исследований по изучению эффективности использования кормовой добавки «ЛипоКар» и влиянию на вариабельность гематологических показателей тёлочек чёрно-пёстрой породы выявлена положительная динамика за весь учётный период. Это даёт основание полагать, что тёлки опытных групп, вследствие более активного обмена веществ, вызванного биологическим действием витамина А, имеют более высокий потенциал ранней скороспелости, что должно быть выявлено в ходе дополнительных исследований по изучению характера роста и развития, а также воспроизводительных способностей тёлочек.

Список литературы

1. Батанов, С.Д., Старостина, О.С. Состав крови и его связь с молочной продуктивностью у коров // Зоотехния. – 2005. – №10. – С. 14–17.
2. Батанов, С.Д., Краснова, О.А., Хардина, Е.В., Борисов, А.Ю. Антиоксиданты в рационах кормления крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы и их влияние на биохимический состав крови // Нива Поволжья. – 2013. – № 26. – С. 71–75.
3. Батанов, С.Д., Старостина, О.С., Ажмяков, А.А. Интерьерные особенности животных – как показатель пластичности организма // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1. – С. 31–35.
4. Васильев, Ю.Г. Ветеринарная клиническая гематология // Ю.Г. Васильев, Е.И. Трошин, А.И. Любимов. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 656 с.
5. Кердяшов, Н.Н. Применение нетрадиционных кормовых добавок и лечебно-профилактических средств в животноводстве // Нива Поволжья. – 2009. – № 1 (6). – С. 46–50.
6. Косилов, В.И., Мироненко, С.И., Жукова, О.А. Гематологические показатели тёлочек различных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. – 2009. – Т. 1. – № 62. – С. 150–158.
7. Литвинов, К.С., Косилов, В.И. Гематологические показатели молодняка красной степной породы // Вестник мясного скотоводства. – 2008. – Т. 1. – № 61. – С. 148–154.
8. Родионов, Г.В. Отбор коров в условиях молочно-го комплекса // Зоотехния. – 1995. – № 2. – С. 23–26.
9. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed barley whet DDGS-based diets supplemented with a multicarbohydase enzyme / J.A. Emiola, F.O. Opa-peju, B.A. Slominski, C.M. Nyachtli // J. Animal Sci. – 2009. – Vol. 87. – P. 2315–2322
10. Ivkovic, S. The effect of tribomechanically activated zeolite (TMAZ) on total antioxidant status of healthy individuals and patients with malignant disease / S. Ivkovic, D. Zabcic // Free radical biology and medicine. – 2002. – № 33. – P. 100–102.

Spisok literatury

1. Batanov, S.D., Starostina, O.S. Sostav krovi i ego svyaz' s molochnoj pro-duktivnost'yu u korov // Zootekhniya. – 2005. – №10. – S. 14–17.
2. Batanov, S.D., Krasnova, O.A., Hardina, E.V., Borisov, A.YU. Antioksidanty v racionah kormleniya krupnogo rogatogo skota chyorno-pyostroj porody i ih vliyanie na biokhimicheskij sostav krovi // Niva Povolzh'ya. – 2013. – № 26. – S. 71–75.
3. Batanov, S.D., Starostina, O.S., Azhmyakov, A.A. Inter'ernye oso-bennosti zhivotnyh – kak pokazatel' plastichnosti organizma // Vestnik Bashkirs-kogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 1. – S. 31–35.
4. Vasil'ev, YU.G. Veterinarnaya klinicheskaya gematologiya // YU.G. Vasil'ev, E.I. Troshin, A.I. Lyubimov. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan», 2015. – 656 s.
5. Kerdyashov, N.N. Primenenie netraditsionnyh kormovyh dobavok i lechebno-profilakticheskikh sredstv v zhivotnovodstve // Niva Povolzh'ya. – 2009. – № 1 (6). – S. 46–50.
6. Kosilov, V.I., Mironenko, S.I., Zhukova, O.A. Gematologicheskie pokazateli tyolok razlichnyh genotipov na YUzhnom Urale // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2009. – T. 1. – № 62. – S. 150–158.
7. Litvinov, K.S., Kosilov, V.I. Gematologicheskie pokazateli molodnyaka krasnoj stepnoj porody // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2008. – T. 1. – № 61. – S. 148–154.
8. Rodionov, G.V. Otkor korov v usloviyah moloch-nogo kompleksa / Zootekhniya. – 1995. – № 2. – S. 23–26.
9. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed barley whet DDGS-based diets supplemented with a multicarbohydase enzyme / J.A. Emiola, F.O. Opa-peju, B.A. Slominski, C.M. Nyachtli // J. Animal Sci. – 2009. – Vol. 87. – P. 2315–2322
10. Ivkovic, S. The effect of tribomechanically activated zeolite (TMAZ) on total antioxidant status of healthy individuals and patients with malignant disease / S. Ivkovic, D. Zabcic // Free radical biology and medicine. – 2002. – № 33. – P. 100–102.

Сведения об авторах

Батанов Степан Дмитриевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии переработки продукции животноводства, проректор по повышению квалификации. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, (Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел.: 77-17-99 (1023), 77-37-34 (1001), e-mail: stepan-batanov@mail.ru).

Старостина Ольга Степановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел.: 77-17-99 (1023), 77-37-34 (1001), e-mail: starostina636@yandex.ru).

Леонтьева Татьяна Федоровна – аспирант кафедры технологии переработки продукции животноводства ФГОУ ВО Ижевская ГСХА (Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел.: 77-17-99 (1023), 77-37-34 (1001), e-mail: tanyaleontyeva11@mail.ru).

S.D. Batanov, O.S. Starostina, T.F. Leontieva
Izhevsk State Agricultural Academy

PHYSIOLOGICAL ACCOUNTING FOR THE EFFECTIVENESS OF THE FEEDING ADDITIVE LIPOCAR IMPLEMENTATION IN FEEDING HEIFERS OF BLACK-AND-WHITE BREED

The article presents the studies of effectiveness of the vitaminic additive "LipoCar" implementation (micro-granulated powder in the lipid cover, with the active ingredient beta-carotene in) in black-and-white heifers' diet, and its influence on the variability of hematological parameters. The blood system is the most dynamic indicator of the feeding factor. The analysis of morphological and biochemical blood composition, and dynamics of highly specific heifers' blood enzymes had revealed that the use of the vitaminic additive in heifers' diet had increased the intensity of metabolic processes in the body. Heifers of the experimental groups being fed with the "LipoCar," in the composition of their diet 6g/h and 10 g/h, surplussed to the principle diet, had exceeded test analogues by the following indicators of morphological blood composition: level of hemoglobin content (g/h), quantity of erythrocytes (10¹⁰/l) for the entire accounting period of growth and mature (3, 6, 9, 12 u 18 months), in average, by 4,1 – 9,6%, and 2,7 – 10,2%, respectively. The same situation had been revealed with heifers' biochemical composition of blood. Heifers' surpass from the experimental group over control heifers of the same age by digital values of total protein (g/h) in blood, albumins (g/h), globulins (g/h), thus indicating the average by 0, 5-6, 1%. Dynamics of transaminase activity in the blood serum had revealed some higher AST and ALT enzymes' activity for all age periods for heifers of the experimental groups compared to the results of those of the control group, in average, by 1, 8-5, 3 un. and 1,2-7,0 un., respectively.

Thus, including the "LipoCar" feeding additive into the diet had definitely increased indicators for morphological and biochemical structure of blood, level of protein metabolism, as well as interchangeability of highly specific enzymes in the bodies of experimental young cattle.

Key words: blood biochemistry, vitamin and mineral feeding, feeding additive "LipoCar", morphological composition of blood, blood enzymes.

Authors:

Batanov Stepan Dmitrievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Livestock Product Processing, Vice-Rector for Professional Retraining, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: stepanbatanov@mail.ru).

Starostina Olga Stepanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Livestock Product Processing, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: starostina636@yandex.ru).

Leontieva Tatyana Fyodorovna – Post-graduate student of the Department of Technology of Livestock Product Processing, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: tanyaleontyeva11@mail.ru).

УДК 633.853.494:631.54

Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН РАПСА ГАЛАНТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЁМОВ УХОДА

Изучено влияние агротехнических и химических приёмов ухода за посевами рапса ярового Галант на семенную продуктивность. Всего 18 вариантов. Прикатывание после посева проводили ЗКШ-6, боронование до всходов и боронование по всходам – БЗСС-1 поперёк посева, гербицид (Лонтрел-300, ВР) применяли в фазе 3-4 листьев культуры, микроудобрения (сернокислый марганец, сернокислый цинк) – в фазе бутонизация – начало цветения рапса. Агротехнические и химические приёмы ухода изучали на фоне довсходовой обработки посевов инсектицидом Карате, КЭ. Исследования проводили на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве средней степени окультуренности в течение трёх вегетационных периодов (2009–2010, 2014 гг.). В различные по абиотическим условиям годы урожайность семян рапса по вариантам опыта варьировала от 4,5 до 9,9 ц/га. Наибольшая урожайность семян рапса – 7,7... 7,8 ц/га сформировалась в вариантах, где был проведён комплекс приёмов ухода, включающий прикатывание после посева, боронование до всходов, боронование по всходам, обработка гербицидом, опры-

скивание раствором микроудобрений. Относительно большая продуктивность в данных вариантах обусловлена увеличением на 12...13 шт./м² растений и возрастанием на 0,10...0,11 г продуктивности отдельного растения. Проведение агротехнических и химических приёмов ухода за посевами, а также их сочетание способствовало снижению на 15...76 % количества сорных растений и на 39...54 % их массы в посевах перед уборкой. Совмещение агротехнических мероприятий с химическими обеспечивало рост массовой доли жира в семенах на 0,5...0,8 %, валового сбора жира – на 44...82 кг/га.

Ключевые слова: яровой рапс, сорт Галант, приёмы ухода за посевами, урожайность семян, сорняки, гербицид, микроудобрения, содержание жира в семенах, сбор жира.

Актуальность. Яровой рапс – ценная масличная, кормовая и сидеральная культура, интерес к которой за последние полвека значительно возрос. В условиях Среднего Предуралья разработаны элементы технологии возделывания рапса на семена – предпосевная обработка семян микроудобрениями, срок посева, норма высева, обработка вегетирующих растений микроудобрениями, приёмы уборки [2, 3, 4, 16, 13, 20, 22]. Изучению приёмов возделывания ярового рапса в других регионах посвящены исследования Н. Makowski [23], В.А. Гущиной [5], Р.Б. Нурлыгаянова [15], D. Tolmac [24], Э.Д. Акманаева [2015, 2016]. Приёмы ухода за посевами полевых культур в регионе были изучены И.Ш. Фатыховым [17], В.Г. Колесниковой [8], С.И. Коконовым [7], Е.В. Корепановой [9, 10], А.В. Мильчаковой [12], Р.Р. Шариповым [21], Л.О. Адриановой [1], А.А. Никитиным [14].

По данным И.Ш. Фатыхова (2002), наибольший эффект по уходу за посевами ячменя на безотвальной плоскорезной зяблевой обработке почвы обеспечивало совместное применение прикатывания, довсходового боронования, опрыскивания посевов гербицидом и фунгицидом. В исследованиях В.Г. Колесниковой (2003) наибольшую прибавку урожайности овса Улов выявили в вариантах боронование до всходов; применение гербицида в фазе кущения; комплекс приёмов ухода, включающий прикатывание, боронование до всходов и по всходам, обработка посевов фунгицидом. Более высокая урожайность волокна, семян и более лучшая по качеству треста льна-долгунца Восход формировалась при проведении комплекса приёмов ухода за посевами – прикатывание после посева, опрыскивание баковой смесью, состоящей из гербицида и микроудобрения; прикатывание после посева, опрыскивание баковой смесью (гербицид, фунгицид, микроудобрения); прикатывание после посева, опрыскивание баковой смесью (гербицид, фунгицид, азотное удобрение, микроудобрения) [10]. Однако приёмы ухода за посевами ярового рапса Галант в Среднем Предуралье при возделывании на семена не изучены.

Цель исследования – изучить влияние разных приёмов ухода за посевами на формирование урожайности семян рапса Галант.

Задачи исследований:

- научно обосновать урожайность семян при приемах ухода за посевами элементами её структуры;

- определить изменение засорённости посевов рапса при проведении приёмов ухода;

- выявить влияние изучаемых приёмов на содержание жира в семенах и его валовой сбор.

Материал и методы. Объект исследования – яровой рапс (*Brassica napus oleifera*) сорта Галант. Схема полевого опыта включала агротехнические, химические приёмы ухода, как в отдельности, так и в различных сочетаниях друг с другом на фоне применения инсектицида (Каратэ, КЭ, 0,10 – 0,15 л/га) против крестоцветной блошки (опрыскивание делянок через 3-5 дней после посева). Всего 18 вариантов. Прикатывание в день посева проводили ЗККШ-6А, боронование до всходов и по всходам – БЗСС-1 поперёк посева, гербицид (Лонтрел-300, ВР, 0,3 – 0,4 л/га) применяли в фазе 3–4 листьев культуры, микроэлементы в виде растворов MnSO₄ и ZnSO₄ – в фазе бутонизация – начало цветения рапса. Полевые исследования, учёт урожайности проведены по общепринятым методикам [11]. Результаты учётов, наблюдений и урожайные данные обработаны методом дисперсионного анализа [6]. Предшественником рапса в опытах была яровая пшеница. Основная обработка почвы заключалась в проведении зяблевой культивации КН-4 на глубину 14–16 см, весной проводили закрытие влаги (БЗТС-1,0), культивацию в двух направлениях (КМН-4) поперёк и по диагонали поля на глубину 8–10 см, предпосевную обработку (КМН-4) на глубину 5–6 см [19].

Полевые исследования были проведены в экспериментальном севообороте кафедры растениеводства, расположенном на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИЖГСХА» в 2009–2010, 2014 гг. Опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве средней степени окультуренности: содержание в пахотном слое гумуса – среднее, подвижного

фосфора – от высокого до очень высокого, обменного калия – от повышенного до очень высокого, кислотность почвенного раствора – от слабокислой до близкой к нейтральной.

Результаты исследования. В изучаемые годы урожайность семян рапса Галант в опытах на 88 % зависела от абиотических условий, доля приёмов ухода за посевами в продуктивности рапса составила 9 %. При анализе данных госсортоучастков Удмуртской Республики выявлено, что у ярового рапса продуктивность имеет отрицательную среднюю корреляционную связь ($r = -0,68$) со среднесуточной температурой воздуха и положительную сильную ($r = 0,91...0,97$) – с суммой осадков за период посев – уборка [18]. За годы исследований относительно низкие среднесуточные температуры воздуха в периоды развития рапса наблюдали в 2009 г. Но в мае этого года сочетание обильных осадков с пониженной среднесуточной температурой воздуха способствовало сильному уплотнению почвы. В первой и второй декадах июня выпало 85 % осадков от их количества за месяц. Среднемесячная температура июля была ниже средних многолетних значений на 1,4 °С, в первой декаде месяца выпало более поло-

вины суммы осадков. Условия августа характеризовались относительно небольшими отличиями от среднесуточных данных. Первая декада сентября была благоприятной для проведения уборки рапса на семена. Вегетационный период 2010 г. по всем месяцам характеризовался небольшим количеством осадков или их отсутствием и повышенной среднесуточной температурой воздуха (отклонение от нормы +1,8...4,8 °С). В мае 2014 г. среднемесячная температура воздуха превышала на 3,6 °С среднее многолетнее значение, а осадков выпало лишь 44 % от нормы. В третью декаду месяца среднесуточная температура составила 18,8 °С, что на +7,1 °С выше среднесуточных данных. Осадков выпало всего 2 мм, наблюдался недостаток влаги в почве, что привело к недружному появлению всходов ярового рапса и затягиванию периода посев – всходы. Июнь был благоприятным для образования розетки и начала стеблевания. За период стеблевания – бутонизация (июль) ГТК составил 0,03, а бутонизация – цветение – 0,2. В августе среднесуточная температура воздуха была выше на 1,7 °С средней многолетней, осадков выпало 91 % от нормы.

Таблица 1 – Урожайность семян рапса при разных приёмах ухода, ц/га

| Приём ухода | 2009 г. | 2010 г. | 2014 г. | Среднее |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Фон (инсектицид) | 7,8 | 5,4 | 4,5 | 5,9 |
| Фон+прикатывание после посева | 8,2 | 5,6 | 4,8 | 6,2 |
| Фон+прикатывание после посева+гербицид | 9,0 | 6,4 | 5,6 | 7,0 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов | 8,6 | 6,1 | 5,4 | 6,7 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+гербицид | 9,3 | 6,6 | 5,9 | 7,3 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам | 8,8 | 6,2 | 5,5 | 6,8 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам+гербицид | 9,2 | 6,5 | 5,8 | 7,2 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам | 8,8 | 6,2 | 5,6 | 6,9 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 9,8 | 7,0 | 6,3 | 7,7 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 9,9 | 7,1 | 6,4 | 7,8 |
| Фон+гербицид | 8,3 | 5,7 | 5,0 | 6,3 |
| Фон+боронование до всходов | 8,6 | 6,0 | 5,3 | 6,6 |
| Фон+боронование до всходов+гербицид | 9,1 | 6,4 | 5,7 | 7,0 |
| Фон+боронование по всходам | 8,5 | 5,9 | 5,3 | 6,6 |
| Фон+боронование по всходам+гербицид | 8,8 | 6,2 | 5,6 | 6,9 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам | 8,9 | 6,2 | 5,5 | 6,9 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 9,2 | 6,5 | 5,8 | 7,2 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 9,2 | 6,6 | 5,9 | 7,2 |
| Среднее | 8,9 | 6,3 | 5,6 | 6,9 |
| НСР05 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |

В условиях вегетационного периода 2009 г. урожайность семян рапса в среднем по вариантам опыта составила 8,9 ц/га (таблица 1). Прикатывание после посева способствовало повышению урожайности на 0,4 ц/га по сравнению с урожайностью в варианте без ухода – 7,8 ц/га (НСР₀₅ – 0,4 ц/га). Агротехнические приёмы ухода за посевами – боронование до всходов, боронование по всходам, как в отдельности, так и в сочетании, как на фоне послепосевного прикатывания, так и без него обеспечивали увеличение урожайности на 9...14 %. Выявлено положительное действие гербицида, как при отдельном его применении, так и в сочетании с агротехническими приёмами ухода. Урожайность семян в варианте с данным приёмом ухода была на одном уровне с урожайностью, сформировавшейся в варианте с применением боронования всходов, а также боронования до всходов и по всходам без прикатывания после посева. Наибольшая урожайность семян – 9,8...9,9 ц/га была выявлена в варианте с комплексом приёмов ухода, включающем прикатывание после посева, боронование до всходов и по всходам, опрыскивание посевов гербицидом и раствором микроудобрений.

В относительно менее благоприятных условиях 2010 г. получили в среднем по вариантам опыта урожайность семян 6,3 ц/га. Различные приёмы ухода способствовали возрастанию продуктивности рапса на 9...31 %. В этом году не выявлено положительного влияния прикатывания после посева на урожайность рапса. Комплекс приёмов ухода – боронование до всходов и по всходам, обработка гербицидом и раствором микроудобрений на фоне прикатывания обеспечил урожайность 7,0...7,1 ц/га.

Семенная продуктивность рапса в среднем по вариантам опыта в условиях вегетационного периода 2014 г. составила 5,6 ц/га. Урожайность семян 5,0 ц/га в варианте с применением гербицида без прикатывания после посева существенно не отличалась от урожайности

4,8 ц/га, полученной в варианте с послепосевным прикатыванием. Боронование посевов до всходов и по всходам, как в отдельности, так и в сочетании друг с другом без прикатывания способствовали формированию урожайности 5,3...5,5 ц/га, что не уступало урожайности 5,4...5,6 ц/га в варианте с проведением указанных приемов на фоне послепосевного прикатывания (НСР₀₅ – 0,3 ц/га).

В среднем за три года наибольшая урожайность семян рапса – 7,7...7,8 ц/га получена в варианте с комплексом приёмов ухода – боронование до всходов и по всходам, обработка гербицидом и раствором микроудобрений (MnSO₄ и ZnSO₄) на фоне прикатывания после посева.

Разная урожайность по вариантам опыта с приёмами ухода обусловлена изменением показателей её структуры (таблица 2). В вариантах с прикатыванием после посева, а также с обработкой гербицидом и боронованием по всходам без проведения послепосевного прикатывания было одинаковое 116...117 шт./м² количество растений перед уборкой, что существенно не отличалось от аналогичного показателя 115 шт./м² в контрольном варианте (НСР₀₅ – 3 шт./м²). Густота стояния продуктивных растений перед уборкой изменялась при применении гербицида в сочетании с довсходовым боронованием и боронованием всходов, как на фоне послепосевного прикатывания, так и без него (в сравнении с количеством продуктивных растений в варианте без проведения приёмов ухода). Наибольший данный показатель – 127...128 шт./м² сформировался при проведении комплекса по уходу за посевами. Агротехнические и химические приёмы ухода способствовали возрастанию продуктивности одного растения на 0,03...0,11 г в сравнении с продуктивностью растения 0,59 г в контрольном варианте (НСР₀₅ – 0,02 г). Более высокая продуктивность растения при проведении приёмов ухода связана с формированием большего на 5...14 шт. семян на растении.

Таблица 2 – Структура урожайности семян рапса при разных приёмах ухода (среднее за 2009–2010, 2014 гг.)

| Приём ухода | Растений, шт. / м ² | Семян на растении, шт. | Масса семян растения, г |
|---|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Фон (инсектицид) (к) | 115 | 186 | 0,59 |
| Фон+прикатывание после посева | 117 | 191 | 0,62 |
| Фон+прикатывание после посева+гербицид | 122 | 200 | 0,66 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов | 118 | 193 | 0,66 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+гербицид | 123 | 196 | 0,68 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам | 119 | 191 | 0,66 |

| Приём ухода | Растений, шт. / м ² | Семян на растении, шт. | Масса семян растения, г |
|---|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам+гербицид | 122 | 194 | 0,68 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам | 119 | 192 | 0,67 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 128 | 195 | 0,69 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 127 | 195 | 0,70 |
| Фон+гербицид | 117 | 190 | 0,62 |
| Фон+боронование до всходов | 119 | 189 | 0,65 |
| Фон+боронование до всходов+гербицид | 122 | 193 | 0,66 |
| Фон+боронование по всходам | 116 | 191 | 0,65 |
| Фон+боронование по всходам+гербицид | 120 | 193 | 0,66 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам | 121 | 193 | 0,66 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 123 | 193 | 0,67 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 122 | 193 | 0,68 |
| Среднее | 120 | 193 | 0,66 |
| НСР05 | 3 | 6 | 0,02 |

В годы исследований засорённость посевов рапса была разной. Самая высокая засорён-

ность отмечена во влажном 2009 г., относительно низкая – в засушливом 2010 г. (рисунки 1, 2).

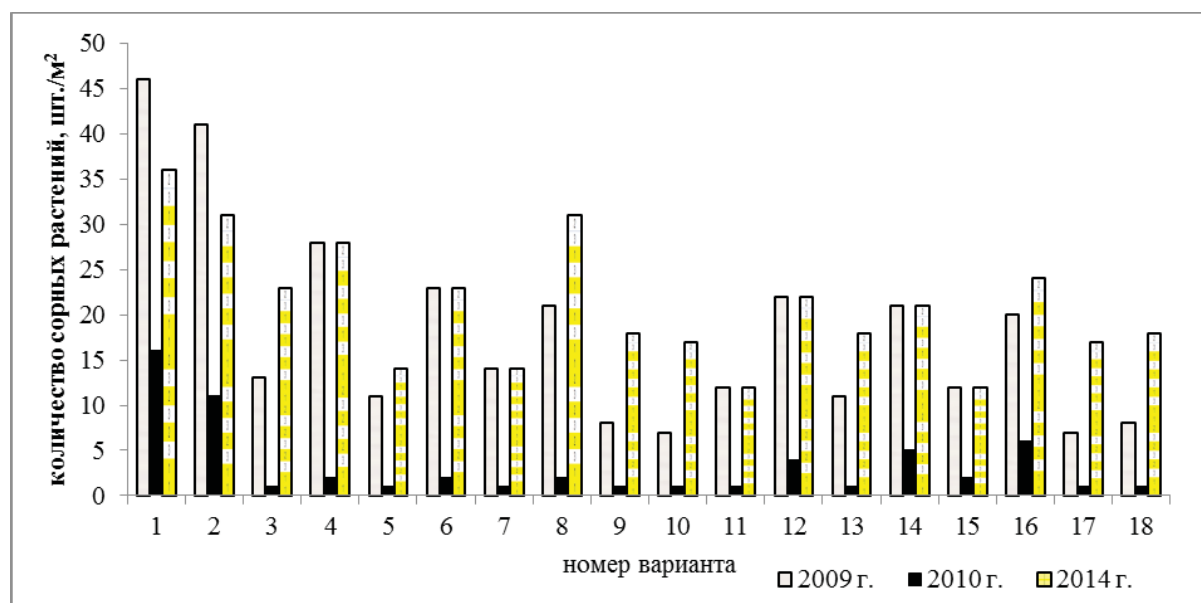


Рисунок 1 – Количество малолетних сорных растений перед уборкой в посевах рапса Галант, шт./м² (номер варианта согласно схеме опыта)

Выявлено влияние изучаемых приёмов ухода на данный показатель. В наших полевых опытах сорные растения за годы исследований были представлены в основном группой малолетних – 82...92 %. В среднем за три года засорённость перед уборкой при различных приёмах ухода за посевами была на 15...76 % ниже засорённости посевов без про-

ведения приёмов ухода (рисунок 3). Воздушно-сухая масса сорняков в посевах составила 28...63 г/м², причём 43...48 % её приходилось на многолетние сорные растения. При комплексе приёмов ухода воздушно-сухая масса сорной растительности снизилась на 14...20 г/м² в сравнении с аналогичным показателем в контрольном варианте.

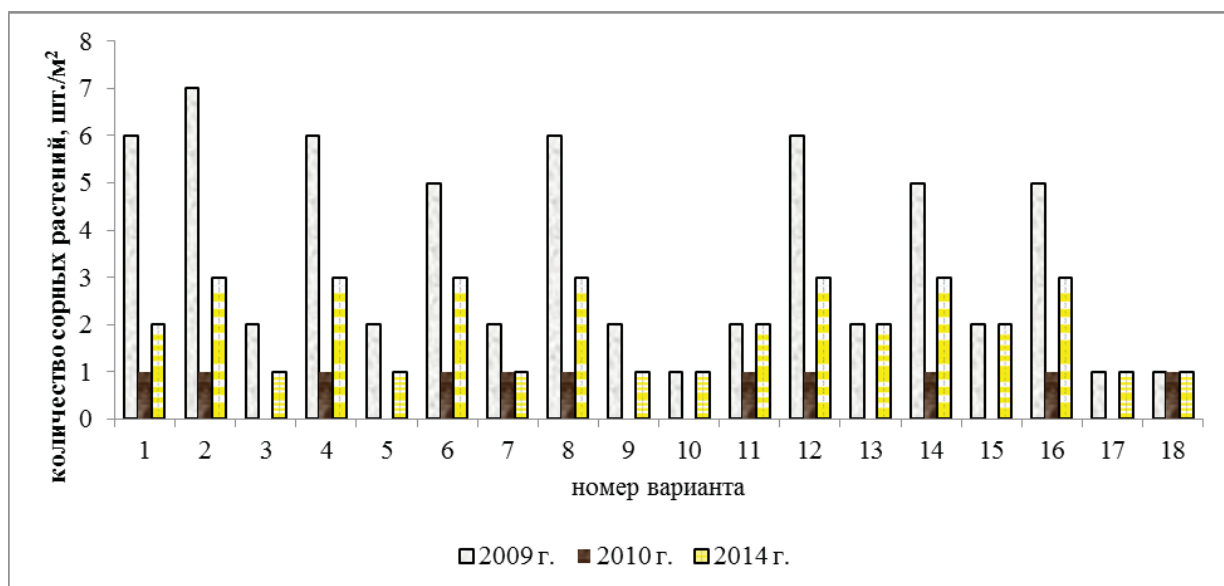


Рисунок 2 – Количество многолетних сорных растений перед уборкой в посевах рапса Галант, шт./м² (номер варианта согласно схеме опыта)

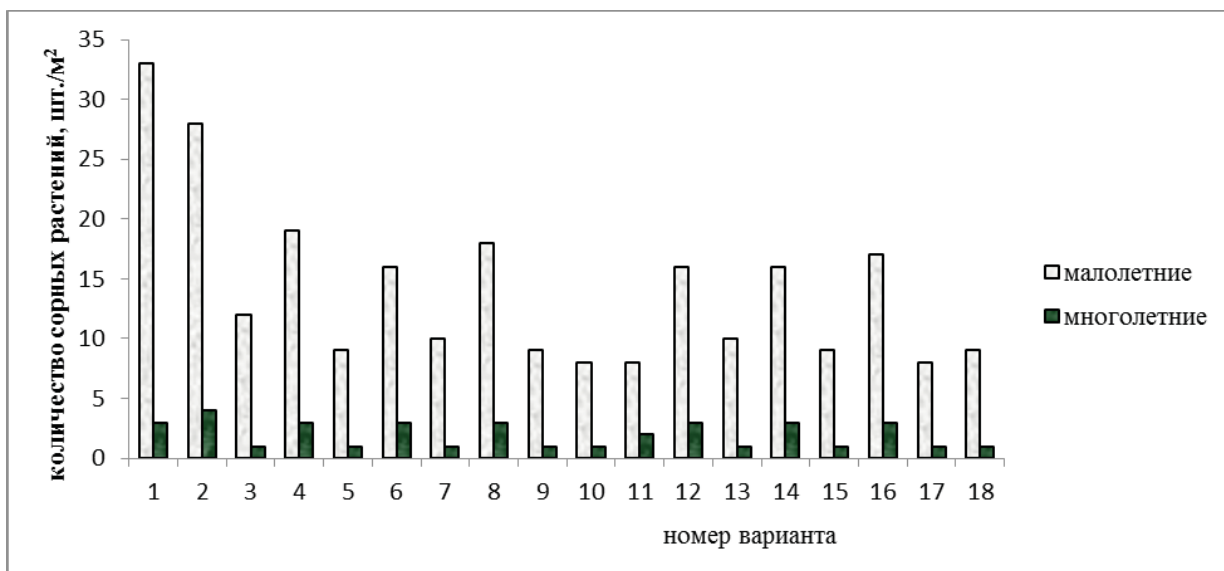


Рисунок 3 – Количество сорных растений перед уборкой в посевах рапса, шт./м² (номер варианта согласно схеме опыта), среднее за 2009-2010, 2014 гг.

В среднем за период исследований по вариантам опыта с агротехническими и химическими приёмами ухода массовая доля жира

в семенах рапса составила 38,7...39,6 %, что относительно выше аналогичного показателя 38,5 % в контрольном варианте (таблица 3).

Таблица 3 – Массовая доля жира в семенах и валовой сбор жира (среднее за 2009–2010, 2014 гг.)

| Приём ухода | Массовая доля жира в семенах, % | Валовой сбор жира, кг/га |
|---|---------------------------------|--------------------------|
| Фон (инсектицид) (к) | 38,5 | 226 |
| Фон+прикатывание после посева | 38,6 | 239 |
| Фон+прикатывание после посева+гербицид | 39,0 | 272 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов | 38,5 | 259 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+гербицид | 39,2 | 285 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам | 38,5 | 262 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование по всходам+гербицид | 39,2 | 281 |

| Приём ухода | Массовая доля жира в семенах, % | Валовой сбор жира, кг/га |
|---|---------------------------------|--------------------------|
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам | 38,7 | 266 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 39,2 | 301 |
| Фон+прикатывание после посева+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 39,6 | 308 |
| Фон+гербицид | 39,2 | 247 |
| Фон+боронование до всходов | 38,6 | 256 |
| Фон+боронование до всходов+гербицид | 39,3 | 276 |
| Фон+боронование по всходам | 38,5 | 253 |
| Фон+боронование по всходам+гербицид | 39,1 | 270 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам | 38,6 | 264 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид | 39,2 | 280 |
| Фон+боронование до всходов+боронование по всходам+гербицид+микроудобрения | 39,5 | 286 |
| Среднее | 38,9 | 268 |
| НСР05 | - | 4 |

Изменения урожайности, а также массовой доли жира в семенах под влиянием приёмов ухода способствовали получению разного валового сбора жира. Наибольший валовой сбор жира – 301...308 кг/га отмечен при проведении комплекса приёмов ухода за посевами.

Выводы. Включение в технологию возделывания ярового рапса приёмов ухода за посевами способствовало формированию более высокой урожайности семян. Наибольшая урожайность семян 7,7...7,8 ц/га получена при проведении комплекса приёмов ухода за посевами – боронование до всходов и по всходам, обработка гербицидом и микроудобрениями на фоне прикатывания после посева. Увеличение урожайности семян связано с большей плотностью стояния растений перед уборкой – 127...128 шт./м². Более высокая продуктивность растения – 0,62...0,70 г в вариантах с агротехническими и химическими приёмами ухода за посевами обусловлена формированием на них больше семян на 5...14 шт. Изучаемые приёмы способствовали снижению засорённости посевов рапса – снижались как количество сорных растений перед уборкой, так и их воздушно-сухая масса. Совместное проведение агротехнических и химических мероприятий обеспечивало рост массовой доли жира в семенах на 0,5...0,8 %, сбора жира – на 44...82 кг/га.

Список литературы

1. Адрианова, Л.О. Приемы ухода за посевами и уборки проса в Среднем Предуралье: моногр. / Л.О. Адрианова, С.И. Коконов. – Ижевск: ФГБОУ Ижевская ГСХА, 2014. – 132 с.
2. Акманаев, Э.Д. Реакция сортов ярового рапса на срок посева и норму высевы в Среднем Предуралье / Э.Д. Акманаев, Р.Н. Курбангалиев, А.С. Богатырева // Молодежная наука 2016: технологии, инновации: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Пермь: ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, 2016. – С. 44–47.
3. Вафина, Э.Ф. Формирование урожайности маслосемян рапса в зависимости от срока посева / Э.Ф. Вафина, Ч.М. Салимова // Науке нового века – знания молодых: сборник статей 8-й научной конференции аспирантов и соискателей. – Киров: ФГОУ ВПО Вятская ГСХА, 2008. – С. 74–77.
4. Вафина, Э.Ф. Микроудобрения и формирование урожайности рапса в Среднем Предуралье: моногр. / Э.Ф. Вафина, А.О. Мерзлякова, И.Ш. Фатыхов; под науч. ред. И.Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 143 с.
5. Гущина, В.А. Отзывчивость рапса на минеральные удобрения и средства защиты от сорняков и вредителей / В.А. Гущина, И.Н. Токарева // Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 11–17.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Коконов, С.И. Приёмы возделывания пивоваренного ячменя в Среднем Предуралье / С.И. Коконов, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2003. – 161 с.
8. Колесникова, В.Г. Приёмы ухода и уборки овса в Предуралье / В.Г. Колесникова, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2003. – 164 с.
9. Корепанова, Е.В. Лён-долгунец в адаптивном земледелии Среднего Предуралья / Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов, Л.А. Толканова. – Ижевск: РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 204 с.
10. Корепанова, Е.В. Приёмы предпосевной обработки семян и ухода за посевами льна-долгунца в Среднем Предуралье: моногр. / Е.В. Корепанова, П.А. Кузьмин, И.Ш. Фатыхов; под науч. ред.

И.Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – 130 с.

11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – 194 с.

12. Мильчакова, А.В. Приёмы ухода и уборки льна-долгунца в Среднем Предуралье / А.В. Мильчакова, Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 151 с.

13. Мухаметшина, С.И. Урожайность семян ярового рапса при разных сроках десикации и уборки / С.И. Мухаметшина, Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 33-38.

14. Никитин, А.А. Урожайность суданской травы Чишминская ранняя в зависимости от приёмов ухода за посевами / А.А. Никитин, С.И. Коконов, О.А. Страдина // Кормопроизводство. – 2015. – № 9. – С. 20–24.

15. Нурлыгаянов, Р.Б. Влияние минеральных удобрений на масличность семян ярового рапса / Р.Б. Нурлыгаянов, А.Н. Карома // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей X Международной науч.-практ. конф. (4–5 февраля 2015 г.). Кн. 2. – Барнаул: РИО АГАУ, 2016. – С. 204–206.

16. Салимова, Ч.М. Приёмы посева ярового рапса Галант в Среднем Предуралье: моногр. / Ч.М. Салимова, Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов; под науч. ред. И.Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 143 с.

17. Фатыхов, И. Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья / И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2002. – 385 с.

18. Фатыхов, И.Ш. Абиотические условия и урожайность сортов рапса ярового на госсортоучастках Удмуртской Республики // И.Ш. Фатыхов, Э.Ф. Вафина, С.И. Муртазина // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Международной науч.-практ. конф. Т. 1. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 25–28.

19. Фатыхов, И.Ш. Научные основы системы земледелия Удмуртской Республики: практическое руководство в 4 кн. Кн. 1. Почвенно-климатические условия. Системы обработки почвы / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 44 с.

20. Хвошнянская, А.О. Реакция ярового рапса Галант на предпосевную обработку семян различными соединениями микроэлементов / А.О. Хвошнянская, Э.Ф. Вафина, В.В. Сентемов // Охрана природной среды и эколого-биологическое образование : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / Елабужский ГПУ. – Елабуга, 2009. – С. 23–25.

21. Шарипов, Р.Р. Предпосевная обработка почвы и приёмы ухода за посевами овса в Среднем Предуралье // Р.Р. Шарипов, И.Ш. Фатыхов, В.Г. Колесникова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 130 с.

22. Akmanaev, E.D. The effect of cultivation methods of the summer rape in intermediate sowings on the yield of “winter crop-summer rape” crop rotation in the middle pre-urals / E.D. Akmanaev, Y.S. Peshina, M.A. Khlybova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. July–August – 2015. – № 6(4) Page No. – P. 235–241.

23. Makowski, N. Die Besonderheiten der Rapsernte / N. Makowski, A. Kroschewski // Gewinn durch Qualittat und Leistung. Neue Landwirtschaft. – 1992. – № 6. – P. 44–45.

24. Global trends on production and utilization of biodiesel / D. Tolmac [et al.] // Energy Sources, Part B. – 2014. – № 9. – P. 130–139.

Spisok literaturey

1. Adrianova, L.O. Priemy uhoda za posevami i uborki prosa v Srednem Predurale: monogr. / L.O. Adrianova, S.I. Kokonov. – Izhevsk : FGBOU Izhevskaya GSHA, 2014. – 132 s.

2. Akmanaev, E.D. Reaktsiya sortov yarovogo rapsa na srok poseva i normu vyiseva v Srednem Predurale / E.D. Akmanaev, R.N. Kurbangaliev, A.S. Bogatyireva // Molodezhnaya nauka 2016: tehnologii, innovatsii / Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodyih uchenyih, aspirantov i studentov. – 2016. – S. 44–47.

3. Vafina, Je.F. Formirovanie urozhaynosti maslosemyan rapsa v zavisimosti ot sroka poseva / E.F. Vafina, Ch.M. Salimova // Nauke novogo veka – znaniya molodyih: sbornik statey 8-y nauchnoy konferentsii aspirantov i soiskateley. – Kirov: FGOU VPO Vyatskaya GSHA, 2008. – S. 74–77.

4. Vafina, Je.F. Mikroudobreniya i formirovanie urozhaynosti rapsa v Srednem Predurale: monografiya / E.F. Vafina, A.O. Merzlyakova, I.Sh. Fatyihov; pod nauch. redaktsiyey I.Sh. Fatyihova. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSHA, 2013. – 143 s.

5. Guschina, V.A. Otzyivchivost rapsa na mineralnyie udobreniya i sredstva zaschityi ot sornyakov i vreditel'ey / V.A. Guschina, I.N. Tokareva // Niva Povolzhya. – 2009. – № 4. – S. 11–17.

6. Dosphehov, B.A. Metodika polevogo opyita / B.A. Dosphehov. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

7. Kokonov, S.I. Priyomyi vozdeleyvaniya pivovarenogo yachmenya v Srednem Predurale / S.I. Kokonov, I.Sh. Fatyihov. – Izhevsk: Izd-vo IzhGSHA, 2003. – 161 s.

8. Kolesnikova, V.G. Priyomyi uhoda i uborki ovsa v Predurale // V.G. Kolesnikova, I.Sh. Fatyihov. – Izhevsk: Izd-vo IzhGSHA, 2003. – 164 s.

9. Korepanova, E.V. Lyon-dolgunets v adaptivnom zemledelii Srednego Preduralya / E.V. Korepanova, I.Sh. Fatyihov, L.A. Tolkanova. – Izhevsk: RIO FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2004. – 204 s.

10. Korepanova, E.V. Priyomyi predposevnoy obrabotki semyan i uhoda za posevami lna-dolguntsa v Srednem Predurale: monografiya / E.V. Korepanova,

P.A. Kuzmin, I.Sh. Fatyihov; pod nauch. red. I.Sh. Fatyihova. – Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2010. – 130 s.

11. Metodika gosudarstvennogo sortoispyitaniya sel'skohozyaystvennykh kultur. – M.: Kolos, 1989. – 194 s.

12. Milchakova, A.V. Priyomy uhoda i uborki lnadolguntsa v Srednem Predurale / A.V. Milchakova, E.V. Korepanova, I.Sh. Fatyihov. – Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2008. – 151 s.

13. Muhametshina, S.I. Urozhaynost semyan yarovogo rapsa pri raznykh srokakh desikatsii i uborki / S.I. Muhametshina, E.F. Vafina, I.Sh. Fatyihov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2016. – T. 30. – № 11. – S. 33–38.

14. Nikitin, A.A. Urozhaynost sudanskoj travyi Chishminskaya rannaya v zavisimosti ot priyomov uhoda za posevami / A.A. Nikitin, S.I. Kokonov, O.A. Stradina // Kormoproizvodstvo. – 2015. – № 9. – S. 20–24.

15. Nurlyigayanov, R.B. Vliyanie mineralnykh udobreniy na maslichnost semyan yarovogo rapsa / R.B. Nurlyigayanov, A.N. Karoma // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (4–5 fevralya 2015 g.). – Barnaul: RIO AGAU, 2016. – Kn. 2. – S. 204–206.

16. Salimova, Ch.M. Priyomy poseva yarovogo rapsa Galant v Srednem Predurale: monografiya / Ch.M. Salimova, E.F. Vafina, I.Sh. Fatyihov; pod nauchnoy redaktsiyey I.Sh. Fatyihova. – Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2011. – 143 s.

17. Fatyihov, I.Sh. Yachmen yarovoy v adaptivnom zemledelii Srednego Preduralya / I.Sh. Fatyihov. – Izhevsk: izd-vo IzhGSHA, 2002. – 385 s.

18. Fatyihov, I.Sh. Abioticheskie usloviya i urozhaynost sortov rapsa yarovogo na gossortchastkakh

Udmurtskoy Respubliki // I.Sh. Fatyihov, E.F. Vafina, S.I. Murtazina // Materialyi Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka, innovatsii i obrazovanie v sovremennom APK». T.1. – Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2014. – S. 25–28.

19. Fatyihov, I.Sh. Nauchnyie osnovy i sistemy zemledeliya Udmurtskoy Respubliki: prakticheskoe rukovodstvo v 4 kn. Kn. 1. Pochvenno-klimaticheskie usloviya. Sistemy obrabotki pochvy / I.Sh. Fatyihov, E.V. Korepanova. – Izhevsk: FGOU VO Izhevskaya GSHA, 2015. – 44 s.

20. Hvoshnyanskaya, A.O. Reaktsiya yarovogo rapsa Galant na predposevnyuyu obrabotku semyan razlichnyimi soedineniyami mikroelementov / A.O. Hvoshnyanskaya, E.F. Vafina, V.V. Sentemova // Ohrana prirodnoy sredy i ekologo-biologicheskoe obrazovanie: materialyi II Vseros. nauch.-prakt. konf. / Elabuzhskiy GPU. – Elabuga, 2009. – S. 23–25.

21. Sharipov, R.R. Predposevnaya obrabotka pochvy i priyomy uhoda za posevami ovsa v Srednem Predurale // R.R. Sharipov, I.Sh. Fatyihov, V.G. Kolesnikova. – Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2009. – 130 s.

22. Akmanaev, E.D. The effect of cultivation methods of the summer rape in intermediate sowings on the yield of “winter crop-summer rape” crop rotation in the middle pre-urals / E.D. Akmanaev, Y.S. Peshina, M.A. Khlybova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. July–August 2015. – № 6 (4). – P. 235–241.

23. Makowski, N. Die Besonderheiten der Rapsernte / N. Makowski, A. Kroschewski // Gewinn durch Qualitat und Leistung. Neue Landwirtschaft, 1992. – № 6. – S. 44–45.

24. Global trends on production and utilization of biodiesel / D. Tolmac [et al.] // Energy Sources, Part B. – 2014. – No 9. – P. 130–139.

Сведения об авторах

Вафина Эльмира Фатхулловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА (Россия, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16. Тел.: 89199155682, e-mail: vaf-ef@mail.ru).

Фатыхов Ильдус Шамилович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по НИР ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, зав. кафедрой растениеводства (г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел.: 8 (3412) 58-99-64. e-mail: nir210@mail.ru).

E.F. Vafina, I.Sh. Fatykhov
Izhevsk State Agricultural Academy

FORMATION OF PRODUCTIVITY OF “GALANT” RAPE SEEDS DEPENDING ON THE METHODS OF CARING

Influence of agromechanical and chemical methods of caring of Galant spring rape crops was studied. Researches were held on sod-mediumpodsolich and medium loam of medium cultivation in the run of three growing seasons (2009–2010, 2014). The experimental scheme included 18 care approaches total. Agromechanical and chemical approaches were studied on the background of prio to germination seed processing with Karate, KE insecticide. Postseeding soil packing was done 3KKSh-6, harrowing prior to seedlings – BZSS-1 across seeding, herbicide (Lontrell-300, BP) had been used for the culture phase 3-4 leaves, micronutrient (MnSO₄ and ZnSO₄) – in the budding phase – the beginning of rape flouring. In various by their abiotic conditions years the rape seed yield as per experiment approaches had been ranging from 4,5 to 9,9 t/ha. The highest yield – 7,7...7,8 t/ha was formed by a set of caring measures, including postseeding packing soil, prior to germinating harrowing, harrowing over seedlings, herbicide spraying and spraying with a micronutrient solution. Relatively

large productivity of these crops in above variants occurs due to the increase in the number of plants by 12...13 pcs./m² and due to the increase in productivity of individual plants by 0,10...0,11 g (115 in the control volume/m² and 0,59 g, respectively). The use of mechanical and chemical methods of taking care for the crops, as well as their combination helped to reduce crop clogging by 15...16 %, and by 39...54 % of their mass in the seedlings before harvesting. Combination of agromechanical and chemical activities had provided the growth of mass fat content in the seeds by 0,5...0,8 %, and the fat gross output by 44...82 % kg/ha.

Key words: spring rape; Galant breed; methods of seedling care; seed yield; weeds; herbicide; micronutrients; fat content in the seeds; fat output.

Authors:

Vafina Elmira Fatkhullova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Plant Cultivation Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirova St., Izhevsk, 426033, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: vaf-ef@mail.ru).

Fatykhov Ildus Shamilevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Plant Cultivation Department, Vice-Rector for Scientific Researches, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426029, e-mail: nir210@mail.ru).

УДК 633.854.54:581.19

В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, Д.Н. Печников, И.Ш. Фатыхов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АМИНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ СЕМЯН

Изучена реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян. Объект исследования – семена льна масличного ВНИИМК 620. Цель исследования – установить реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян. В задачи исследований входило: определить аминокислотный состав семян льна масличного ВНИИМК 620; выявить различия по аминокислотному составу семян, выращенных в разных абиотических условиях. Проба семян была отобрана с урожая, полученного при проведении полевых опытов в 2014–2015 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля АО «Учхоз Июльское ИжГСХА». Пахотный слой почвы в исследуемые годы содержал гумуса (2,2 – 2,5 %) от низкого до среднего, подвижного фосфора (148–275 мг/кг почвы) от повышенного до высокого, обменного калия (145–170 мг/кг почвы) – повышенное, обменная кислотность ($pH_{КС}$ – 4,6...5,7) от среднекислой до близкой к нейтральной. Аминокислотный состав семян определен в лаборатории ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. Метеорологические условия 2014–2015 гг. характеризовались относительно различным температурным режимом и количеством выпавших осадков, варьирующими в течение периода вегетации льна масличного. Отличительная особенность погодных условий 2015 г. – это недостаток влаги в период формирования и налива семян – в июне выпало всего 65 % осадков от нормы, в 2014 г. за этот же период сумма осадков составила 103 % от нормы. В период созревания семян в 2015 г. (июль – август) сумма выпавших осадков почти в 2 раза превышала среднегодовую показатели (186–190 % от нормы). Установлено, что реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия 2015 г. проявилась формированием семян с большим на 5,69 % содержанием четырнадцати аминокислот и соответственно большим на 2,15 % незаменимых и на 3,54 % заменимых аминокислот, чем их содержание в семенах, выращенных в 2014 г. Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот, содержащихся в семенах льна масличного, которые выращены в разные годы исследований, находилось примерно на одном уровне (1 : 1,2 в 2014 г. и 1 : 1,3 в 2015 г.).

Ключевые слова: лен масличный; сорт ВНИИМК 620; абиотические условия; семена; аминокислотный состав.

Актуальность. Во всем мире резко возрастает значение льна за счет ценных качеств семян и продуктов переработки [1; 17]. Особая ценность льняного семени заключается в относительно высоком содержании белка (36 %). В питании человека основное значение имеет не только количество белка, но и содержание, соотношение заменимых и незаменимых аминокислот [2; 16; 18].

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам адаптивной интенсификации производства полевых культур, которая ориентирована на устойчивый рост не только величины, но и качества урожая. Центральное место в адаптации отводится агроэкологическому районированию сельскохозяйственной территории. Отличительная особенность и преимущество агроэкологического районирования

сельскохозяйственных угодий состоит в использовании видовых и сортовых особенностей адаптивных реакций растений в качестве главных индикаторов условий внешней среды [3].

На кафедре растениеводства Ижевской ГСХА изучена адаптивная реакция полевых культур на абиотические условия [6; 8; 13] и приёмы технологии возделывания [5; 7; 9; 10; 11]. Было выявлено, что полевые культуры реагируют на изменяющиеся абиотические условия и приёмы технологии возделывания урожайностью и качественными изменениями в получаемой продукции.

Большой интерес представляют работы, выявившие проявление реакции зерновых культур, рапса и льна изменением химического состава семян и зерновок [4; 12; 14; 15]. И.Ш. Фатыхов с соавторами [12] установили реакцию ячменя Раушан на абиотические условия разным содержанием 48 химических элементов в зерновках. Концентрация 22 химических элементов в зерновках по годам исследований не имела различий. Зерно, выращенное в абиотических условиях 2014 г., имело в своём составе больше лития, бора, натрия, алюминия, калия, ванадия, хрома, кобальта, никеля, галлия, германия, мышьяка, селена, иттрия, циркония, ниобия, палладия, серебра, олова, сурьмы, гафния, тантала, вольфрама, иридия, ртути, свинца, висмута, тория, чем их содержание в зерновках 2015 г. В исследованиях этих же авторов [15] реакция яровой пшеницы Ирень на абиотические условия проявилась разным содержанием 45 химических элементов в зерновках. Концентрация 25 химических элементов в зерне по годам исследований не имела различий.

Анализ источников научной литературы показал, что исследования по выявлению реакции льна масличного сорта ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян в условиях Среднего Предуралья не проводились. В связи с чем данная тема является актуальной задачей, имеет научный и практический интерес.

Цель исследований – установить реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян.

Задачи исследований:

- определить аминокислотный состав семян льна масличного ВНИИМК 620;
- выявить различия по аминокислотному составу семян, выращенных в разных абиотических условиях.

Материал, методы и условия проведения исследований. Объектом исследова-

ний являлись семена льна масличного сорта ВНИИМК 620. Средняя проба семян была отобрана с урожая, полученного при проведении полевых опытов в 2014–2015 гг., на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля АО «Учхоз Июльское ИжГСХА». Пахотный слой почвы в исследуемые года содержал гумуса (2,2 – 2,5 %) от низкого до среднего, подвижного фосфора (148–275 мг/кг почвы) от повышенного до высокого, обменного калия (145–170 мг/кг почвы) – повышенное, обменная кислотность (pH_{KCl} – 4,6...5,7) от среднекислой до близкой к нейтральной. Аминокислотный состав семян определён в лаборатории ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Метеорологические условия 2014–2015 гг. характеризовались относительно различным температурным режимом и количеством выпавших осадков, варьирующими в течение периода вегетации льна масличного [рисунок 1].

Весна 2014–2015 гг. была достаточно благоприятной для своевременного проведения весенних полевых работ. Среднемесячная температура воздуха мая 2014 г. превысила на 3,6 °С среднее многолетнее значение, а осадков выпало 44 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае 2015 г. превышала на 3 °С среднее многолетнее значение, осадков выпало 85 % от нормы. В третью декаду мая 2014 г. выпало всего 2 мм осадков. Острый недостаток влаги в почве привёл к затягиванию периода полные всходы – фаза «ёлочка». Несмотря на то, что осадков выпало всего 2,8 мм в первой половине мая 2015 г., это не помешало появлению дружных всходов льна масличного.

В июне 2014 г., когда лён масличный проходил период быстрого роста стебля, сложились относительно благоприятные условия для роста и развития. Среднесуточная температура воздуха июня составила 16,1 °С, что на 0,9 °С ниже среднемноголетних данных, осадков выпало 103 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха июня 2015 г. превышала норму на 2,5 °С, осадков выпало всего 65 % от нормы.

В июле 2014 г. среднесуточная температура воздуха была ниже на 3,4 °С средней многолетней, осадков выпало 125 % от нормы, в августе среднесуточная температура воздуха была выше на 1,7 °С средней многолетней, сумма осадков составила 91 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха июля и августа 2015 г. была ниже на 2,2... 3,3 °С средней многолетней, осадков выпало 186–190 % от нормы. Поэтому затянулось созревание льна, уборочные работы были проведены в сентябре [Погода в Ижевске, 2014; 2015].

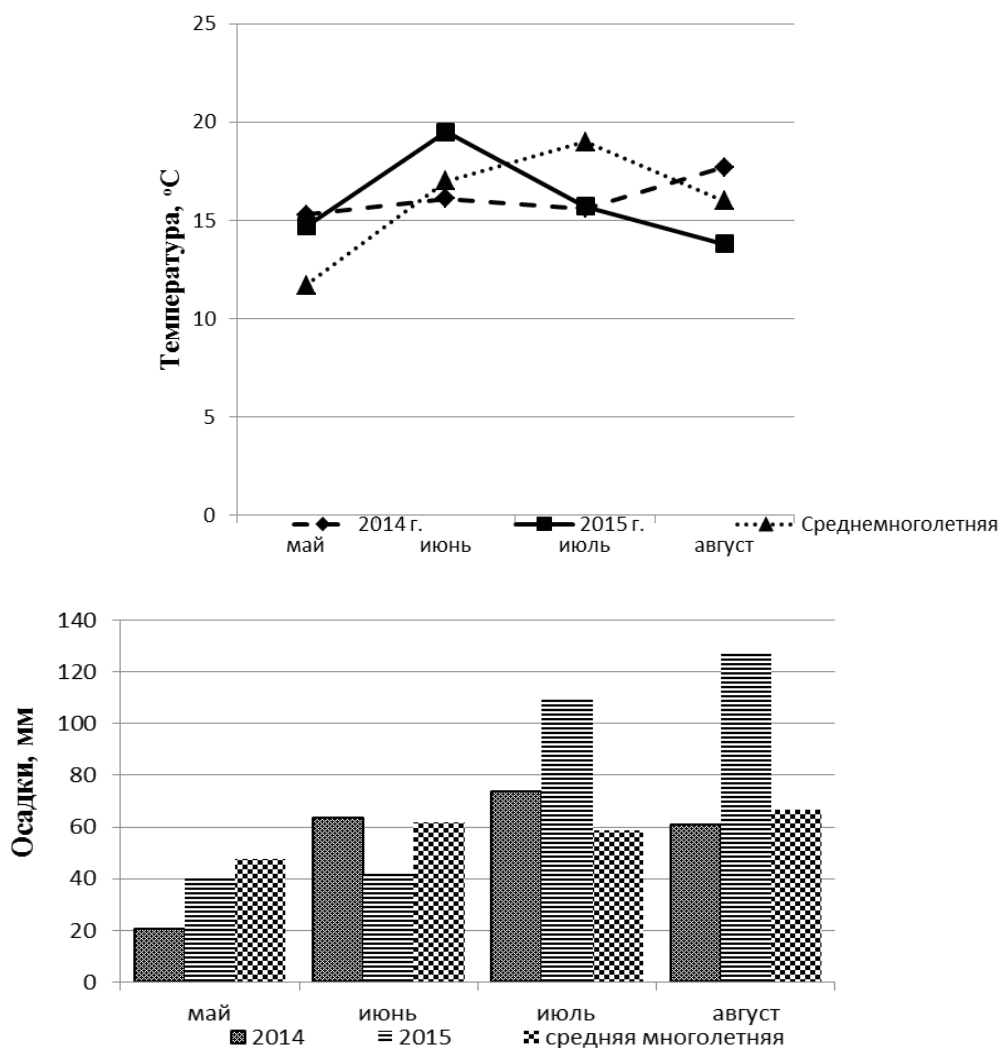


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационного периода льна масличного (по данным метеорологической станции г. Ижевск)

Результаты исследований. В абиотических условиях 2014 г. лен масличный ВНИИМК 620 сформировал среднюю урожайность семян по вариантам опыта 11,5 ц/га, а в условиях 2015 г. – 8,7 ц/га, то есть на 2,8 ц/га или на 24,3 % ниже. Среднее содержание сырого протеина составило 17,9 % в 2014 г., и 18,9 % – в 2015 г.

В семенах льна масличного ВНИИМК 620 было определено содержание четырнадцати основных аминокислот, семь из которых являются незаменимыми: треонин, валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин и лизин. Аминокислотный состав семян льна представлен в таблице 1.

Установлено, что реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия 2015 г. проявилась формированием семян с большим на 5,69 % содержанием аминокислот и соответственно большим на 2,15 % незаменимых и на 3,54 % заменимых аминокислот, чем их содер-

жание в семенах, выращенных в 2014 г. Семена урожая 2015 г. имели более высокую концентрацию незаменимых аминокислот: треонина – на 0,41 %, валина – на 0,33 %, метеонина – на 0,13 %, лейцина и изолейцина – на 0,62 %, фенилаланина – на 0,24 % и лизина – на 0,42 %.

В сложившихся почвенно-метеорологических условиях 2014 г., когда наблюдался острый недостаток влаги в почве в начале вегетации льна масличного, сформировались семена с меньшим содержанием заменимых аминокислот: аргинина – на 1,35 %, тирозина – на 0,25 %, пролина – на 0,25 %, гистидина – на 0,35 %, серина – на 0,31 %, аланина – на 0,48 % и глицина – на 0,55 %. Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот, содержащихся в семенах льна масличного, которые выращены в разные годы исследований, находится примерно на одном уровне (1 : 1,2 – в 2014 г. и 1 : 1,3 – в 2015 г.).

Таблица 1 – Содержание аминокислот в семенах льна масличного ВНИИМК 620, % на сухое вещество

| Аминокислота | Год | |
|---------------------------|------|-------|
| | 2014 | 2015 |
| Незаменимые аминокислоты | | |
| Треонин | 0,96 | 1,37 |
| Валин | 0,75 | 1,08 |
| Метионин | 0,30 | 0,43 |
| Лейцин и изолейцин | 1,95 | 2,57 |
| Фенилаланин | 0,97 | 1,21 |
| Лизин | 0,72 | 1,14 |
| ∑ незаменимых аминокислот | 5,65 | 7,8 |
| Заменимые аминокислоты | | |
| Аргинин | 2,14 | 3,49 |
| Тирозин | 0,46 | 0,71 |
| Пролин | 0,76 | 1,01 |
| Гистидин | 0,10 | 0,45 |
| Серин | 1,06 | 1,37 |
| Аланин | 1,04 | 1,52 |
| Глицин | 1,19 | 1,74 |
| ∑ заменимых аминокислот | 6,75 | 10,29 |
| ∑ всех аминокислот | 12,4 | 18,09 |

Из общего количества аминокислот в семенах, выращенных в 2014 г. и в 2015 г., среди незаменимых наибольшее содержание отмечено лейцина и изолейцина 1,95 – 2,57 %, а среди заменимых – аргинина 2,14 – 3,49 %. Второй аминокислотой по содержанию в семенах льна масличного среди заменимых является глицин 1,19 – 1,74 %, а среди незаменимых в 2014 г. – фенилаланин с содержанием 0,97 %, а в 2015 г. – треонин (1,37 %).

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено, что реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия 2014 и 2015 гг. проявилась разным содержанием аминокислот в семенах. В абиотических условиях 2015 г. при недостатке влаги в период формирования и налива семян сформировалась средняя урожайность семян на 2,8 ц/га или на 24,3 % меньше, чем данный показатель в 2014 г. Однако, семена урожая 2015 г. содержали на 5,69 % больше в сумме четырнадцать аминокислот, в том числе на 2,15 % – незаменимых и на 3,54 % – заменимых.

Список литературы:

1. Гореева, В.Н., Кошкина, К.В. Масличный лен – перспективная культура для Среднего Предуралья // Вестник Ижевской ГСХА. – 2011. – № 4 (29). – С. 8–9
2. Живетин, В.В., Гинзбург, Л.П. Масличный лён и его комплексное использование. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 312 с.

3. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1109 с.

4. Корепанова, Е.В., Гореева, В.Н., Маслова, М.П. Химический состав семян коллекционных образцов льна-долгунца в условиях Среднего Предуралья // Агрохимия в Предуралье: история и современность: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения. – Ижевск: ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», 2012. – С. 116–120.

5. Корепанова, Е.В., Захарова, Я.Н. Реакция сортов льна-долгунца на гербициды при возделывании на семена в Среднем Предуралье // Научное и инновационное обеспечение модернизации АПК России: труды Всерос. совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва, 2012. – С. 15–17.

6. Корепанова, Е.В., Маслова, М.П., Гореева, В.Н. Реакция сортов льна-долгунца на абиотические условия Среднего Предуралья формированием урожайности волокна // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 44–46.

7. Корепанова, Е.В., Фатыхов, И.Ш., Гореева, В.Н. Реакция льна-долгунца сорта Восход на опрыскивание растений растворами микроудобрений // Научные достижения – льноводству: мат. науч.-практ. конф. «Основные результаты и направления развития научных исследований по льну-долгунцу», посвященной 80-летию образованию ВНИИ льна. – 2010. – С. 244–248.

8. Корепанова, Е.В., Фатыхов, И.Ш. Экологическая реакция сортов ярового ячменя на абиотические условия Среднего Предуралья // Вестник

Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2 (47). – С. 9–15.

9. Курылева, А.Г., Фатыхов, И.Ш., Толканова, Л.А., Курылев, М.В. Реакция яровой пшеницы и ячменя на фунгициды и биологические препараты в Среднем Предуралье: монография. – Ижевск, 2016. – 124 с.

10. Муртазина, С.И., Вафина, Э.Ф., Фатыхов, И.Ш. Реакция ярового рапса Аккорд на приемы уборки // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: мат. Всерос. науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – 2015. – С. 77–82.

11. Печников, Д.Н., Гореева, В.Н., Корепанова, Е.В., Фатыхов, И.Ш. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 3. – С. 12–15.

12. Фатыхов И.Ш., Борисов Б.Б., Корепанова Е.В., Рябова Т.Н. Реакция ярового ячменя на абиотические условия химическим составом зерна // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». – 2017. – № 3 (19). – С. 118–124.

13. Фатыхов, И.Ш., Вафина, Э.Ф., Муртазина, С.И. Абиотические условия и урожайность сортов рапса на госсортоучастках Удмуртской Республики // Наука, инновации и образование в современном АПК: мат. Межд. научно-практ. конф. в 3-х томах. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 25–29.

14. Фатыхов, И.Ш., Гореева, В.Н., Корепанова, Е.В., Тихонова, О.С., Борисов, Б.Б., Галиев, Р.Р. Сравнительный элементный состав зерновок зерновых культур // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3 (48). – С. 11–17.

15. Фатыхов, И.Ш., Корепанова, Е.В., Борисов, Б.Б. Реакция яровой пшеницы Ирень на абиотические условия химическим составом зерна // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 2–44. – С. 42–47.

16. Krishna, B. Gutte1, A.K. Sahoo1, Rahul, C. Ranveer Bioactive Components of Flax seed and its Health Benefits // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2015, 31 (1). – Article No. 09. – P. 42–51.

17. Muir, A.D., Westcott, N.D. Flax. London, New York: Routledge Taylor and Croup. – 2003. – 297 p.

18. Oomah, B.D., Mazza, G. Flaxseed proteins – a review // Food Chemistry. – 1993, 48 (2). – P. 109–114.

Spisok literatury

1. Goreeva, V.N., Koshkina, K.V. Maslichnyj len – perspektivnaya kultura dlya Srednego Predural'ya // Vestnik Izhevskoj GSKHA. – 2011. – № 4 (29). – С. 8–9.

2. Zhivetin, V.V., Ginzburg, L.P. Maslichnyj len i ego kompleksnoe ispolzovanie. – M.: CNILKA, 2000. – 312 s.

3. Zhuchenko, A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika). – M.: ООО «Izdatel'stvo Agrorus», 2004. – 1109 s.

4. Korepanova, E.V., Gorieva, V.N., Maslova, M.P. Himicheskij sostav semyan kollekcionnyh obrazcov l'na-dolgunca v usloviyah Srednego Predural'ya // Agrohimiya v Predural'e: istoriya i sovremennost': materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 55-letiyu kafedry agrohimii i pochvovedeniya. – Izhevsk: Izd-vo “Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya”, 2012. – С. 116–120.

5. Korepanova, E.V., Zakharova, Ya.N. Reakciya sortov l'na-dolgunca na gerbicydy pri vzdelyvanii na semena v Srednem Predural'e // Nauchnoe i innovacionnoe obespechenie mod-ernizacii APK Rossii: trudy Vseros. soveta molodyh uchenyh i specialistov agrarnyh obrazovatel'nyh i nauchnyh uchrezhdenij. – Moskva, 2012. – С. 15–17.

6. Korepanova E.V, Maslova M.P., Gorieva V.N. Reakciya sortov l'na-dolgunca na abioticheskie usloviya Srednego Predural'ya formirovaniem urozhajnosti volokna // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 8. – С. 44-46.

7. Korepanova, E.V, Fatykhov, I.Sh., Goreyeva, V.N. Reakciya l'na-dolgunca sorta Voskhod na opryskivanie rastenij rastvorami mikroudobrenij // Nauchnye dostizheniya – l'novodstvu: mat. nauch.-prakt. konf. “Osnovnye rezul'taty i napravleniya razvitiya nauchnyh issledovanij po l'nu-dolguncu”, posvyashchennoj 80-letiyu obrazovaniyu VNII l'na. – 2010. – С. 244–248.

8. Korepanova, E.V., Fatykhov, I.Sh. Ekologicheskaya reakciya sortov yarovogo yachmenya na abioticheskie usloviya Srednego Predural'ya // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2016. – № 2 (47). – С. 9–15.

9. Kurilyova, A.G., Fatykhov, I.Sh., Tolkanova, L.A., Kurylev, M.V. Reakciya yarovoj pshenicy i yachmenya na fungicydy i biologicheskie preparaty v Srednem Predural'e: monografiya. – Izhevsk, 2016. – 124 s.

10. Murtazina, S.I., Vafina E. F., Fatykhov I.Sh. Reakciya yarovogo rapsa Akkord na priemy uborki // Teoriya i praktika – ustojchivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa: mat.Vseros. nauch.-prakt. konf.. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – 2015. – С. 77–82.

11. Pechnikov, D.N., Gorieva, V.N., Korepanova, E.V., Fatykhov, I.Sh. Reakciya l'na maslichnogo VNIIMK 620 na priemy predposevnoj i posleposevnoj obrabotki pochvy // Dosti-zheniya nauki i tekhniki APK. – 2017. – Т. 31. – № 3. – С. 12–15.

12. Fatykhov, I.Sh., Borisov, B.B., Korepanova, E.V., Ryabova, T.N. Reakciya yarovogo yachmenya na abioticheskie usloviya himicheskim sostavom zerna // Nauchno-prakticheskij zhurnal Permskij agrarnyj vestnik. – 2017. – № 3 (19). – С. 118–124.

13. Fatykhov, I.Sh., Vafina, E.F., Murtazina, S.I. Abioticheskie usloviya i urozhajnost' sortov rapsa na gossortouchastkah Udmurtskoj Respubliki // Nauka, innovacii i obrazovanie v sovremennom APK: Mat. Mezhd. nauch-

no-prakt. konf. v 3-h tomah. Ministerstvo sel'skogo hoz'yajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – 2014. – S. 25–29.

14. Fatykhov, I.Sh., Gorieva, V.N., Korepanova, E.V., Tikhonova, O.S., Borisov, B.B., Galiev, R.R. Sravnitel'nyj ehlementnyj sostav zernovok zernovyh kul'tur // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2016. – № 3 (48). – S. 11–17.

15. Fatykhov, I.Sh., Korepanova, E.V., Borisov, B.B. Reakciya yarovoj pshenicy Iren' na abioticheskie uslovi-

ya himicheskim sostavom zerna // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – T. 12. – № 2–44. – S. 42–47.

16. Krishna. B. Gutte1, A.K. Sahoo1, Rahul C. Ranveer Bioactive Components of Flax seed and its Health Benefits // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2015, 31(1). – Article No. 09. – P. 42–51.

16. Muir, A.D., Westcott, N.D. Flax. London, New York: Routledge Taylor and Croup. – 2003. – 297 p.

17. Oomah, B.D., Mazza, G. Flaxseed proteins – a review // Food Chemistry. – 1993, No 48 (2). – P. 109–114.

Сведения об авторах

Гореева Вера Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

Корепанова Елена Витальевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства. (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

Печников Дмитрий Николаевич – соискатель (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

Фатыхов Ильдус Шамилович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по НИР (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

V.N. Goreeva, D.N. Pechnikov, E.V. Korepanova, I.Sh. Fatykhov
Izhevsk State Agricultural Academy

REACTION OF OIL FLAX VNIIMK 620 TO ABIOTIC CONDITIONS WITH AMINO ACID COMPOSITION OF PROTEIN SEEDS

The reaction of flax oil VNIIMK 620 to abiotic conditions with the amino acid composition of the seeds was studied. The object of the study was oil flax seeds VNIIMK 620. The objective of the research was to determine the reaction of the oil flax VNIIMK 620 to abiotic conditions with amino-acid composition of seeds. The tasks were the following: to determine the amino-acid structure of the seeds of the oil flax VNIIMK 620; to reveal the diversity in the amino-acid composition of the seeds grown up in differing abiotic conditions.

The seed samples had been selected from the yield of field experiments 2014–2015, sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of JSC "Uchkhoz Iul'skoye IzhGSHA." The arable layer of soil for the experimental years contained humus (2,2 – 2,5 %), varying from low to medium, mobile phosphorus (148–275 mg/kg soil), from heightened to higher, replacing potassium (145–170 mg / kg soil) – heightened, changing acidity (pHKCl – 4,6 ...5,7), from mid-acid to the close to neutral. The amino acid composition of the defatted seed protein was identified in the Bryansk State Agricultural University's laboratory. Meteorological conditions in 2014–2015 were characterized by a relatively different temperature regime and by the amount of precipitation, varying during the vegetative period of oil flax. A distinctive feature of weather conditions in 2015 was the relative deficiency of moisture during the formation and filling in the seeds – in June, just 65 % of normal precipitation, whereas in 2014, for the same period the amount of precipitation was 103 % of the norm. In addition, during the ripening period 2015 (July–August), the amount of precipitation was almost 2 times higher than the average long-term indicators (186–190 % of

It was established that the reaction of the oil flax VNIIMK 620 to the abiotic conditions in 2015 was manifested by the formation of seeds with as large as 5,69 % content of fourteen amino acids in the protein, and, correspondingly, larger by 2.15 % of irreplaceable and by 3.54 % interchangeable amino acids compared to their content in the protein of the oil flax's seeds grown in 2014. Though, the ratio of essential and non-essential amino acids contained in the protein of the oil flax's seeds grown in different years of their researches, remained, approximately, at the same level (1 : 1.2 in 2014 and 1 : 1.3 in 2015).

Key words: oil flax, variety VNIIMK 620, abiotic conditions, seeds, amino-acid composition.

Authors:

Goreyeva Vera Nikolaevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associated Professor of the Crop Science Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: nir210@mail.ru).

Pechnikov Dmitry Nikolayevich – Post graduate student of the Crop Science Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: nir210@mail.ru).

Korepanova Yelena Vitalievna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Crop Science Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: nir210@mail.ru).

Fatykhov Ildus Shamilevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice–Rector for Research, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: nir210@mail.ru).

УДК 636.4.084.1

С.В. Ильин, С.Л. Воробьева, Е.М. Кислякова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ КОРМОВ РАЗНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ФОРМЫ НА РОСТ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ НА ДОРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ

Возможность использования нового технологического оборудования РИД-2 в системе выработки полнорационных кормовых смесей для откармливаемых свиней, особенно на предприятиях, использующих собственные кормовые ресурсы, товарных свиноводческих хозяйств, а также в фермерских хозяйствах приобретает особую актуальность. Проведено комплексное изучение эффективности использования разных технологий кормления при выращивании и откорме молодняка свиней.

В задачи исследований входило: определение влияния технологии кормления на интенсивность роста, развития и экстерьерные особенности молодняка свиней и оценка физиологической, а также экономической целесообразности изучаемых технологий кормления молодняка свиней.

Научно-производственные исследования проведены в условиях свиноводческого хозяйства ООО «Искра-СТ» Удмуртской Республики. Для решения поставленных задач по принципу аналогов с учётом происхождения, возраста и живой массы были сформированы подопытные группы помесных поросят отъёмшей по 30 голов. В течение опыта все животные содержались в аналогичных условиях.

В период проведения исследований кормление подсвинков контрольной группы осуществлялось в первый возрастной период комбикормом СК-5 собственного производства, на заключительном откорме СК-6. Опытная группа животных получала корма, подготовленные на РИД-2. Инновационная технология подготовки кормов способствует изменению углеводного комплекса и формы самой кормосмеси при помощи механо-гидроударно-кавитационно-диссипационного эффекта.

Физическая форма корма оказала существенное влияние на интенсивность роста поросят в период доращивания и откорма. Преимущество по живой массе составило 3,3 кг, по среднесуточному приросту живой массы 40,8 г или 5,6 %. Подсвинки, получавшие влажные корма, подготовленные на установке РИД-2, достигли живой массы 100 кг в 200 дней, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 206 дней. Применение инновационной технологии подготовки кормов к скармливанию способствует повышению продуктивности свиней и увеличению рентабельности производства на 7,07 %.

Ключевые слова: технология кормления, комбикорм, физическая форма, подсвинки, живая масса, интенсивность роста, экстерьер, экономическая оценка.

Актуальность. Интенсификация сельского хозяйства, в частности свиноводства, и его техническое переоснащение являются в современных условиях решающим фактором, определяющим темп развития отрасли [1, 9]. Прогресс в свиноводстве осуществляется путем внедрения на свиноводческих предприятиях современного технологического оборудования. Вопрос изыскания способа удешевления корма и обеспечения поголовья животных полнорационными кормами для увеличения их продуктивных характеристик и сохранения здоровья животных до сих пор весьма актуален и требует дальнейшей разработки [4, 10, 11].

Свиноводческие хозяйства пока не располагают технологическим оборудованием,

позволяющим рационально, комплексно использовать все кормовые компоненты, производимые в полевом кормопроизводстве. Поэтому возможность использования нового технологического оборудования РИД-2 в системе выработки полнорационных кормовых смесей для откармливаемых свиней, особенно на предприятиях, использующих собственные кормовые ресурсы, товарных свиноводческих хозяйств, а также в фермерских хозяйствах приобретает особую актуальность [2, 3, 5].

Целью наших исследований являлось комплексное изучение эффективности использования разных технологий кормления при выращивании и откорме молодняка свиней.

Для достижения намеченной цели решались следующие **задачи**:

1. Анализ технологии кормления свиней кормами разной физической формы. Разработка различных кормовых смесей с учетом идентичности по питательным веществам и элементам питания.

2. Определение влияния технологии кормления на интенсивность роста, развития и экстерьерные особенности молодняка свиней.

3. Оценка физиологической и экономической целесообразности изучаемых технологий кормления молодняка свиней.

Научно-производственные исследования проведены в условиях свиноводческого хозяйства ООО «Искра-СТ» Удмуртской Республики. Для усовершенствования технологии кормления на предприятии с целью обеспечения лучшей усвояемости питательных веществ животными в 2008–2009 годах запустили кормоцех. Проект был разработан учеными ГНУ «Всероссийского научно-исследовательского института животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук» совместно со специалистами ООО «Передовые технологии развития» г. Ногинск Московской области.

Особенность оборудования цеха – в уникальной технологии приготовления корма, которая позволяет при минимальных ресурсозатратах получать максимально усваиваемую животными пищу. Если раньше для наилучшей перевариваемости необходимо было корм запаривать, используя при этом энергетические, трудовые и временные ресурсы, то сегодня это делается одновременно. С виду обычная дробилка производит одновременное измельчение зерна, травы, корнеплодов, картофеля и смешивание с водой или сывороткой. Получается не просто однородная кашка, а уже готовая к употреблению пища, потому как при работе механизма повышается температура воды, которая изменяет структуру зерна. Установка одновременно измельчает, гомогенизирует, нагревает и выполняет функцию насоса, сохраняя живую субстанцию (гормоны, ферменты, витамины) кормов. Это реальная экономия средств. Единственное, что необходимо при этом учитывать, – это сбалансированность питательных элементов [6, 7, 8].

Для сравнительной оценки физиологической необходимости и экономической целесообразности использования разных технологий кормления для откорма молодняка свиней по принципу аналогов с учётом происхождения, возраста и живой массы сформированы подопытные группы помесных поросят-отъёмышей

по 30 голов. В течение опыта все животные содержались в аналогичных условиях.

Было отобрано несколько гнезд поросят по принципу пар-аналогов. Для того чтобы нивелировать влияние наследственности при формировании подопытных групп, были взяты свиноматки пород крупная белая, йоркшир, ландрас, которые были покрыты хряками пород крупная белая, йоркшир, ландрас, дюрок. Свиноматки были подобраны таким образом, чтобы при формировании подопытных групп молодняка во время отъема в каждую группу попали двухпородные сибсы разных сочетаний.

В возрасте поросят 21 день была проведена оценка молочности свиноматок с целью определения влияния фактора кормления поросят на интенсивность их роста для учета при формировании подопытных групп. В возрасте подсвинков 120 дней были сформированы две группы (метод групп аналогов) для проведения исследований по изучению эффективности сухого и влажного типов кормления. Для этого из каждого гнезда было отобрано одинаковое количество поросят, которые были пронумерованы методом биркования сквозной нумерацией для того, чтобы была возможность провести дальнейшие наблюдения за их ростом и развитием, выполнить поставленные методикой исследований задачи. Таким образом, получили 2 станка по 39 и 40 голов на жидком типе кормления (РИД-2) и 2 станка на сухом типе кормления.

Интенсивность роста и развития подсвинков изучалась по данным индивидуальных взвешиваний при формировании подопытных групп в возрасте 30 дней. Динамика живой массы прослеживалась ежемесячно до снятия с откорма, по результатам определялись абсолютный и среднесуточный прирост живой массы, а также относительная скорость роста. Экстерьерные особенности учитывали на основании измерений промеров статей тела: высота в холке, длина туловища, ширина, глубина и обхват груди; обхват пясти.

При традиционном способе откорма сухой полнорационный комбикорм, приготовленный в комбикормовой установке, на автомобильном ходу подается в бункер. В каждом свиарнике находится по 40 станков, которые вмещают 20–30 свиней. В станке по 2 самокормушки.

Откорм молодняка на предприятии осуществляется рационами концентратного типа. Используются как стандартные комбикорма, так и комбикорма собственного производства. В период проведения исследований кормление

подсвинок контрольной группы осуществлялось в первый возрастной период комбикормом СК-5 собственного производства, на заключительном откорме СК-6 собственного производства (таблица 1).

Содержание основных питательных веществ в сухом веществе кормосмесей находилось практически на одном уровне и составило в первый период откорма: обменной энергии – 13,61 – 13,62 МДж, сырого протеина – 18,3 – 18,9 %, лизина – 0,73 – 0,75 %, метионина+цистина – 0,478 – 0,479 %. Содержание сырой клетчатки в сухом веществе – 6,96 %. Введение в состав кормосмеси зелёной массы незначительно увеличивает данный показатель на 0,2 %. Отно-

шение кальция к фосфору составляет 1,15 : 1. За счёт введения премикса в состав кормосмесей восполняется потребность в минеральных элементах и витаминах.

Во второй период откорма концентрация энергии в кормосмесях находилась на уровне 14,21 – 14,22 МДж, сырого протеина 17,2 – 17,6 %, лизина 0,63–0,62 %, метионина+цистина 0,42–0,41 %. Содержание сырой клетчатки в сухом веществе рациона находилось на уровне 4,7 – 5,4 %. Отношение кальция к фосфору на уровне 1,2 : 1. По соотношению основных элементов питания кормосмеси полностью соответствовали современным нормам кормления.

Таблица 1 – Состав и питательность кормовых смесей для молодняка свиней на откорме

| Показатель | Контрольная группа | | Опытная группа | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|
| | Первый период | Второй период | Первый период | Второй период |
| Пшеница | 11,0 % | 25,00 % | 17,0 % | 30,0 % |
| Ячмень | 21,6 % | 29,80 % | 22,3 % | 31,6 % |
| Овес | 13,0 % | 6,0 % | 3,0 % | – |
| Рожь | 15,8 % | 15,8 % | 15,0 % | 16,0 % |
| Горох | 15,0 % | 10,00 % | 16,0 % | 7,0 % |
| Пшеничные отруби | 15,0 % | 7,3 % | 12,0 % | – |
| Жмых подсолнечный | 5,5 % | 3,0 % | 5,0 % | 2,0 % |
| Зеленая масса | – | – | 7,0 % | 9,0 % |
| Рыбный фарш | – | – | – | 1,5 % |
| Трикальцийфосфат | 1,5 % | 1,6 % | 1,5 % | 1,9 % |
| Мел | 0,6 % | 0,5 % | 0,2 % | – |
| Премикс П 51-2 | 1,00 % | 1,00 % | 1,00 % | 1,0 % |
| В 1 кг СВ содержится: | | | | |
| ЭКЕ | 1,36 | 1,42 | 1,36 | 1,42 |
| ОЭ, МДж | 13,6 | 14,22 | 13,62 | 14,21 |
| СП, г | 183,28 | 172,73 | 189,03 | 176,21 |
| ПП, г | 145,2 | 138,11 | 151,3 | 142,78 |
| Клетчатка, г | 69,61 | 46,84 | 71,56 | 54,29 |
| Лизин, г | 7,3 | 6,26 | 7,5 | 6,21 |
| Метионин+цистин, г | 4,78 | 4,21 | 4,79 | 4,06 |
| Са, г | 8,71 | 8,24 | 8,3 | 9,08 |
| Р, г | 7,58 | 6,82 | 7,26 | 6,81 |
| Fe, мг | 76,9 | 55,23 | 77,35 | 49,97 |
| Сu, мг | 15,27 | 14,76 | 15,48 | 14,49 |
| Zn, мг | 61,1 | 55,95 | 59,13 | 50,24 |
| Mn, мг | 60,1 | 54,2 | 55,04 | 45,68 |
| Со, мг | 0,62 | 0,62 | 0,65 | 0,64 |
| J, мг | 0,79 | 0,62 | 0,72 | 0,47 |
| Каротин, мг | – | – | – | – |
| А, тыс. ИЕ | – | – | – | – |
| Е, мг | 23,9 | 18,67 | 37,20 | 32,99 |
| В1, мг | 5,2 | 4,24 | 4,87 | 3,64 |
| В2, мг | 4,89 | 4,58 | 5,87 | 5,76 |
| В3, мг | 18,54 | 15,92 | 18,81 | 15,84 |
| В4, мг | 1,27 | 1,18 | 1,27 | 1,03 |
| В5, мг | 86,7 | 78,12 | 84,52 | 68,07 |
| В12, мкг | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 44,4 |

Разнообразие компонентов, входящих в состав опытных кормосмесей, а также зелёная масса люцерны, обладающая приятным запахом, обеспечили хорошие вкусовые и обонятельные качества корма, необходимое равновесие, стимулирующее прием корма, выделение слю-

ны и желудочно-кишечных соков, необходимых для переваривания пищи.

В таблице 2 приведены рационы кормления откормочного молодняка в хозяйстве: первый период – выращивание до живой массы 70 кг, и второй период откорма – с нормами для свиней живой массой 90 кг.

Таблица 2 – Рационы кормления молодняка на откорме, кг

| Показатель | Контрольная группа | | | | Опытная группа | | | |
|--------------------|--------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|-------|
| | Живая масса 60 кг | | Живая масса 90 кг | | Живая масса 60 кг | | Живая масса 90 кг | |
| Пшеница | 0,30 | | 0,87 | | 0,46 | | 1,04 | |
| Ячмень | 0,57 | | 0,99 | | 0,58 | | 1,05 | |
| Овес | 0,36 | | 0,21 | | 0,08 | | – | |
| Рожь | 0,43 | | 0,55 | | 0,41 | | 0,56 | |
| Горох | 0,41 | | 0,35 | | 0,44 | | 0,24 | |
| Жмых подсолнечный | 0,14 | | 0,10 | | 0,13 | | 0,07 | |
| Пшеничные отруби | 0,41 | | 0,25 | | 0,33 | | – | |
| Зелёная масса | – | | – | | 0,65 | | 1,06 | |
| Рыбный фарш | – | | – | | – | | 0,15 | |
| Трикальцийфосфат | 0,04 | | 0,05 | | 0,04 | | 0,06 | |
| Мел | 0,01 | | 0,02 | | – | | – | |
| Премикс | 0,02 | | 0,03 | | 0,02 | | 0,03 | |
| В 1 кг содержится: | норма | факт | норма | факт | норма | факт | норма | факт |
| ЭКЕ | 3,48 | 3,48 | 4,55 | 4,55 | 3,48 | 3,48 | 4,59 | 4,59 |
| ОЭ, МДж | 34,8 | 34,8 | 45,5 | 45,57 | 34,8 | 34,86 | 45,9 | 45,9 |
| СВ, кг | 2,45 | 2,48 | 3,1 | 3,1 | 2,45 | 2,44 | 3,08 | 3,06 |
| СП, г | 452 | 470,8 | 523 | 554,8 | 452 | 474,12 | 528 | 542,7 |
| ПП, г | 353 | 373,2 | 408 | 554,8 | 353 | 380,7 | 412 | 542,7 |
| Клетчатка, г | 137 | 170 | 195 | 151 | 137 | 153,9 | 196 | 126,5 |
| Лизин, г | 20,2 | 18,6 | 22,7 | 20,08 | 20,2 | 18,81 | 22,9 | 18,8 |
| Метионин+цистин, г | 12,5 | 12,3 | 14,8 | 13,5 | 12,5 | 12,1 | 14,9 | 12,6 |
| Са, г | 20 | 25,2 | 25 | 30 | 20 | 21,8 | 15 | 29,2 |
| Р, г | 16 | 20,3 | 20 | 23 | 16 | 19,7 | 20 | 23,2 |
| Fe, мг | 204 | 196,1 | 251 | 175,5 | 204 | 185,5 | 253 | 135 |
| Сu, мг | 29 | 41,6 | 37 | 50,4 | 29 | 42,1 | 37 | 50,4 |
| Zn, мг | 140 | 165,46 | 178 | 190,5 | 140 | 162,1 | 179 | 178 |
| Со, мг | 2,9 | 1,8 | 3,7 | 2,23 | 2,9 | 1,86 | 3,7 | 2,36 |
| Mn, мг | 113 | 154,7 | 144 | 174,9 | 113 | 141,9 | 145 | 150 |
| J, мг | 0,5 | 2,17 | 0,7 | 2,19 | 0,5 | 2,06 | 0,7 | 1,79 |
| Е, мг | 70 | 59,72 | 89 | 60,61 | 70 | 69,6 | 90 | 69,15 |
| В1, мг | 5,2 | 13,3 | 6,2 | 13,4 | 5,2 | 12,1 | 6,2 | 11,07 |
| В2, мг | 7,2 | 13,72 | 9,3 | 16,2 | 7,2 | 14,6 | 9,3 | 17,5 |
| В3, мг | 34 | 50,1 | 43 | 54,19 | 34 | 48,61 | 43 | 50,7 |
| В4, мг | 2,4 | 3,2 | 3,1 | 3,7 | 2,4 | 3,17 | 3,1 | 3,5 |
| В5, мг | 140 | 229,3 | 178 | 259 | 140 | 227,9 | 179 | 234,2 |
| В12, мкг | 55 | 0,07 | 71 | 0,09 | 55 | 0,07 | 71 | 5,32 |

В первый период откорма КОЭ составляла 10,4 МДж, содержание сырого протеина в сухом веществе 18,9 – 19,4 %, лизина 0,75 – 0,77 %, метионина+цистина – 0,5 %, уровень сырой клетчатки – 6,7 % от сухого вещества. В рационах отмечался незначительный дефицит лизина в сухом веществе. Во второй период откорма КОЭ составляла 14,7 МДж, содержа-

ние сырого протеина в сухом веществе 17,9 – 17,7%, лизина 0,67–0,61%, метионина+цистина–0,41 – 0,43 %, уровень сырой клетчатки – 4,9 % от сухого вещества. В рационах отмечался незначительный дефицит лизина в сухом веществе.

Таким образом, используемые в исследованиях рационы удовлетворяли потребность

животных в основных питательных веществах на заданный уровень продуктивности. Потребность в минеральных элементах и витаминах восполнялась кормовыми добавками, солями микроэлементов и витаминными препаратами.

Для определения влияния типа кормления на интенсивность роста поросят в возрасте 120 дней проведено взвешивание животных (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты взвешивания подопытного молодняка в возрасте 120 дней

| Контрольная группа | | | | Опытная группа | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------------------------|----------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| № гнезда | Кол-во, гол | Живая масса, кг | Среднесуточный прирост, г | № гнезда | Кол-во, гол | Живая масса, кг | Среднесуточный прирост, г |
| 1 | 5 | 39,8 | 408,0 | 1 | 5 | 39,2 | 418,0 |
| 2 | 7 | 37,9 | 426,6 | 2 | 5 | 40,1 | 419,3 |
| 3 | 4 | 40,6 | 435,3 | 3 | 6 | 38,6 | 403,0 |
| 4 | 6 | 36,9 | 381,8 | 4 | 6 | 39,1 | 418,5 |
| 5 | 5 | 40,3 | 455,3 | 5 | 5 | 41,0 | 462,8 |
| 6 | 4 | 37,6 | 398,7 | 6 | 5 | 35,1 | 357,0 |
| 7 | 5 | 37,8 | 409,0 | 7 | 6 | 36,3 | 375,7 |
| 8 | 5 | 38,6 | 412,3 | 8 | 6 | 40,9 | 456,0 |
| 9 | 5 | 40,1 | 428,8 | 9 | 5 | 37,6 | 397,2 |
| 10 | 6 | 36,8 | 416,3 | 10 | 6 | 35,4 | 371,5 |
| 11 | 4 | 34,6 | 335,3 | 11 | 4 | 32,5 | 325,7 |
| 12 | 6 | 35,6 | 355,3 | 12 | 6 | 38,8 | 433,3 |
| 13 | 5 | 38,9 | 412,8 | 13 | 5 | 41,2 | 450,0 |
| 14 | 5 | 38,6 | 406,8 | 14 | 4 | 39,3 | 406,7 |
| 15 | 6 | 37,6 | 354,3 | 15 | 6 | 37,5 | 386,0 |
| В среднем | – | 38,1± 0,44 | 402,4± 8,48 | В среднем | – | 38,2± 0,63 | 405,4± 9,83 |

Таблица 4 – Результаты взвешивания подопытного молодняка в возрасте 200 дней

| Контрольная группа | | | | Опытная группа | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------------------------|----------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| № гнезда | Кол-во, гол | Живая масса, кг | Среднесуточный прирост, г | № гнезда | Кол-во, гол | Живая масса, кг | Среднесуточный прирост, г |
| 1 | 5 | 95,4 | 710,0 | 1 | 5 | 97,9 | 733,8 |
| 2 | 6 | 97,4 | 741,3 | 2 | 5 | 106,2 | 826,3 |
| 3 | 4 | 96,4 | 718,8 | 3 | 6 | 99,3 | 758,8 |
| 4 | 6 | 98,1 | 765,0 | 4 | 5 | 97,3 | 727,5 |
| 5 | 5 | 96,5 | 737,5 | 5 | 5 | 100,2 | 740,0 |
| 6 | 4 | 95,4 | 722,5 | 6 | 5 | 99,9 | 810,0 |
| 7 | 5 | 93,3 | 728,75 | 7 | 6 | 100,4 | 801,5 |
| 8 | 5 | 96,8 | 755,0 | 8 | 6 | 104,4 | 793,8 |
| 9 | 5 | 97,4 | 738,8 | 9 | 4 | 102,1 | 806,3 |
| 10 | 6 | 93,1 | 737,5 | 10 | 6 | 94,3 | 736,25 |
| 11 | 3 | 90,1 | 735,0 | 11 | 4 | 91,2 | 733,8 |
| 12 | 6 | 98,5 | 826,25 | 12 | 6 | 96,5 | 721,3 |
| 13 | 5 | 96,5 | 731,3 | 13 | 4 | 101,3 | 751,3 |
| 14 | 5 | 97,5 | 778,8 | 14 | 4 | 99,7 | 755,0 |
| 15 | 6 | 96,1 | 783,8 | 15 | 5 | 97,6 | 751,3 |
| В среднем | – | 95,9± 0,57 | 722,3± 7,05 | В среднем | – | 99,2± 0,96 | 763,1± 3,76 |

По результатам взвешиваний подопытного молодняка в 120 дней установлено, что разница по живой массе и среднесуточным приростам в анализируемых группах не отличалась. Живая масса одного подсвинка находилась в пределах 38,1 – 38,2 кг, по средне-

суточным приростам живой массы колебания составили 402,4 – 405,4 г. Коэффициент вариации по живой массе в контрольной и опытной группе составил – 4,51 – 6,48 %, что свидетельствует об однородности подопытных животных.

Проведение взвешивания подсвинков в возрасте 200 дней (таблица 4) показало значимую разницу по живой массе в пользу животных, в кормлении которых использовали корма, обработанные на установке РИД-2. Преимущество составило 3,3 кг на одну голову. Различия по среднесуточному приросту живой массы составило 40,8 г или 5,6 %.

Физическая форма корма оказывает существенное влияние на функциональное со-

стояние органов пищеварения, усвоение и использование свиньями питательных веществ. Технология подготовки кормов на РИД-2, при которой происходит изменение углеводного комплекса, а также форма самой кормосмеси, приготовленной механо-гидроударно-кавитационно-диссипационным способом, наиболее благоприятно влияла на интенсивность роста поросят в период доращивания и откорма (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика живой массы и абсолютного прироста живой массы подопытного молодняка свиней, кг

| Период | Контрольная группа | Опытная группа |
|---------------------------|--------------------|----------------|
| В возрасте 120 дней | 38,11±0,44 | 38,17±0,64 |
| В возрасте 200 дней | 95,90±0,57 | 99,22±0,96** |
| Абсолютный прирост, кг | 57,79±0,62 | 61,05±0,72 |
| Среднесуточный прирост, г | 722,33±7,05 | 763,13±8,95** |
| При снятии с откорма | 109,8±0,86 | 113,6±1,06* |
| Возраст достижения 100 кг | 206 | 200 |

Примечание * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

При контрольном взвешивании в 200 дней подсвинки в анализируемых группах имели отличие по живой массе в 3,32 кг или 3,4 % ($p < 0,01$). При этом анализировался возраст достижения подсвинками живой массы в 100 кг.

Полученные данные свидетельствуют о преимуществе животных опытной группы. Подсвинки, получавшие влажные корма, подготовленные на установке РИД-2, достигли данной массы в 200 дней, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 206 дней, что соответственно на 6 дней больше.

В целом за период исследований от 120 дней до 200-дневного возраста от животных опытной групп (влажный тип кормления) получено абсолютного прироста больше на 3,26 кг, при этом интенсивность их роста была выше на 5,6 % ($p < 0,01$).

Таблица 6 – Промеры подсвинков в возрасте 6 месяцев, см

| Промер | Контрольная группа | Опытная группа |
|----------------|--------------------|----------------|
| Высота в холке | 63,8±0,96 | 65,1±0,86 |
| Длина туловища | 116,4±0,84 | 119,9±1,33 |
| Обхват груди | 101,4±0,78 | 103,2±1,01 |
| Ширина груди | 28,6±0,31 | 28,1±0,28 |
| Глубина груди | 35,7±0,64 | 36,3±0,59 |
| Обхват пясти | 16,1±0,35 | 16,4±0,31 |

Анализ экстерьерных характеристик показал незначительное различие практически по всем промерам в сторону группы подсвинков с влажным типом питания. Так, по высоте в холке разница составила – 2,04 %, длина туловища – 3,01 %, обхват груди – 1,78 %, глубина груди – 1,68 %, обхват пясти – 1,86 %. Однако,

Таким образом, кормовая смесь, подготовленная механо-гидроударно-кавитационно-диссипационным способом, по продуктивному действию превосходила базовую смесь, состав которой основывался исключительно на концентратных компонентах.

Оценка по экстерьеру важна и необходима для познания биологических и хозяйственных особенностей животных, так как экстерьер служит внешним выражением конституции животных, характеризует состояние их здоровья, определяет индивидуальные особенности телосложения, предрасположенность к определённому типу продуктивности. Основные промеры и расчёт индексов приведены в таблицах 6, 7 и на рисунке 1.

по ширине груди подсвинки с сухим типом кормления превышали аналогов на 1,75 %.

Особенности выращивания молодняка свиней также сказались на пропорциональности их телосложения (таблица 7).

Подсвинки, выращенные в результате кормления сухими кормами, имели грудной

индекс и индекс сбитости на 2,70 % и 1,04 %, соответственно выше, чем аналоги, при выращивании которых использовали влажный тип кормления.

Основным определяющим фактором целесообразности внедрения новых технологий является экономическая оценка (таблица 8).

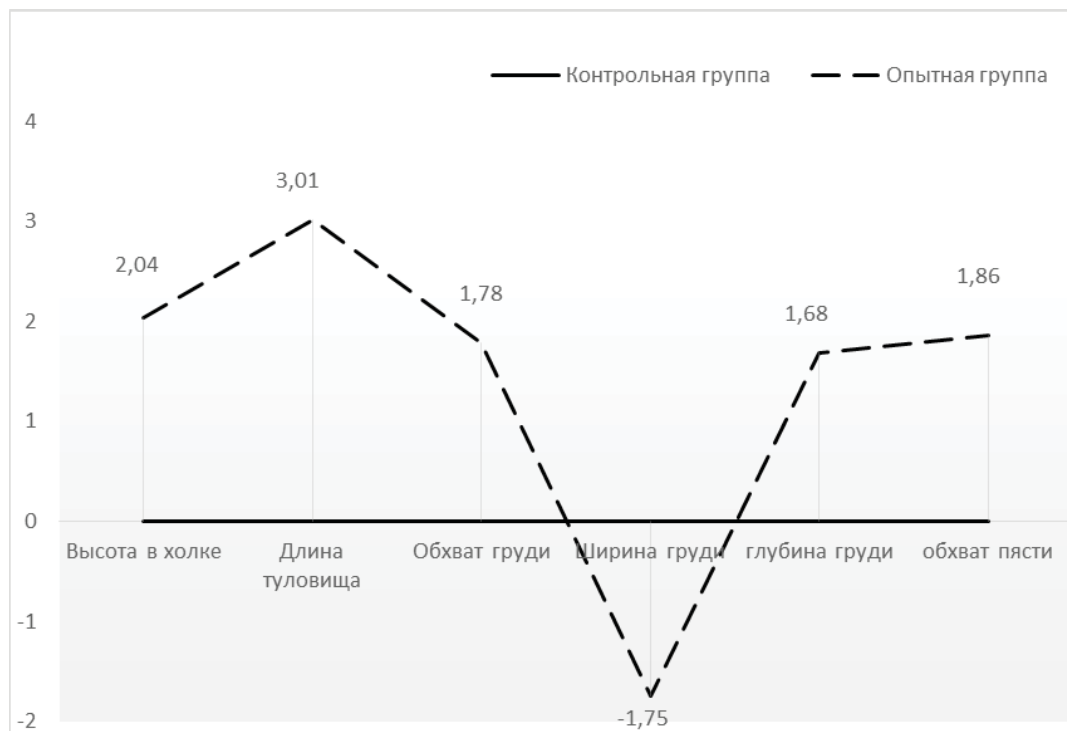


Рисунок 1 – Экстерьерный профиль подсвинков в зависимости от типа кормления.

Таблица 7 – Индексы телосложения молодняка, %

| Индексы телосложения | Контрольная группа | Опытная группа |
|----------------------|--------------------|----------------|
| Высоконогости | 44,04±0,93 | 44,23±0,65 |
| Грудной | 80,11±0,87 | 77,41±1,20 |
| Сбитости | 87,11±0,75 | 86,07±0,59 |
| Костистости | 25,23±0,31 | 25,19±0,35 |

Таблица 8 – Экономическая оценка использования разных технологий кормления при откорме молодняка свиней (в расчёте на гол)

| Показатель | Группа | |
|---|-------------|---------|
| | Контрольная | Опытная |
| Возраст достижения живой массы 100 кг, дней | 206 | 200 |
| Абсолютный прирост, кг | 57,79 | 61,05 |
| Среднесуточный прирост, г | 722,33 | 763,13 |
| Производственные затраты, руб./гол | 6744,187 | 6386,20 |
| Себестоимость 1 кг живой массы, руб. | 67,44 | 63,86 |
| Цена реализации 1 кг, руб. | 85 | 85 |
| Прибыль на 1 голову, % | 1755,81 | 2113,80 |
| Уровень рентабельности, % | 26,03 | 33,10 |

Результаты исследований показали, что использование при откорме молодняка свиней гомогенно влажных кормосмесей, подготовленных на оборудовании РИД-2 с включением в их состав зелёной массы, позволяет снизить производ-

ственные затраты на 357,99 руб., при этом себестоимость 1 кг живой массы снижается на 3,59 руб. Применение современной технологии подготовки кормов к скармливанию позволяет увеличить рентабельность производства свинины на 7,07 %.

Таким образом, применение инновационной технологии подготовки кормов к скармливанию способствует повышению продуктивности свиней (интенсивности роста на 5,6 %) и увеличению рентабельности производства до 33,1 %. Результаты исследований внедрены в ООО «Искра СТ» Малопургинского района Удмуртской Республики.

Список литературы

1. Белоусов, Н. На государство надейся, а себестоимость снижай // Свиноводство. – 2013. – № 1. – С. 8–10.
2. Бараников, А.И. Эффективность использования зелёных и сочных кормов в рационах племенных свиней / А.И. Бараников, В.А. Бараников, О.П. Шахбазова, И.Ф. Горолов // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – № 2 (30). – С. 101–106.
3. Виноградов, В.Н. Инновационная технология кормления свиней кормовыми смесями, подготовленными на новом технологическом оборудовании РИД-2 / В.Н. Виноградов, И.И. Мошкutelо, О.В. Нерубенко, Т.А. Ваньков, А.В. Ковалев, Н.Р. Алексеев // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 8. – С. 44–46.
4. Иванова, Н.В. Современное состояние отрасли свиноводства в России / Н.В. Иванова // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 54–1 (77). – С. 69–71.
5. Мошкutelо, И.И. Использование в составе комбикормов сухих продуктов из зеленых трав / И.И. Мошкutelо, Л.П. Игнатъева, В.В. Товстяк, А.А. Файнов, В.В. Токаръ, Е.Н. Срокина // Свиноводство. – 2014. – № 8. – С. 62–66.
6. Рындина, Д.Ф. Качество мяса свиней, выращиваемых на разных кормосмесях в условиях промышленного производства / Д.Ф. Рындина, И.И. Мошкutelо, А.Т. Мысик, Л.Н. Слипченко // Зоотехния. – 2012. – № 7. – С. 19–20.
7. Рындина, Д.Ф., Оценка мясной продуктивности и качества мяса свиней при разных способах подготовки кормов к скармливанию / Д.Ф. Рындина, Л.П. Игнатъева, И.И. Мошкutelо // Свиноводство. – 2014. – № 7. – С. 33–34.
8. Рындина, Д. Влияние гомогенно-влажных кормосмесей на качество мяса и шпика / Д. Рындина, И. Мошкutelо, Е. Пархоменко // Свиноводство. – 2015. – № 8. – С. 21–22.
9. Смоленцева, Е.В. Обострение проблемы качества продукции АПК в условиях вступления в ВТО / Е.В. Смоленцева // Успехи современной науки и образования. – 2016. – № 6. – Том 2. – С. 89–91.
10. Cheeke, P.R. Feed additives / P.R. Cheeke // Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding. – New Jersey: Inc. Pearson Education, 2005. – P. 238–268.

Сведения об авторах:

Ильин Сергей Вячеславович – зоотехник ООО «Искра СТ» Малопургинского района, аспирант кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: mullan@inbox.ru)

Воробьева Светлана Леонидовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: vorobievaveta@mail.ru)

11. Saornil, D. Enhancing pig immunity with yeast additives [Электронный ресурс] / David Saornil // Pig Progress magazine. – 2016. – № 32.2. – Режим доступа: <http://www.pigprogress.net/Nutrition/Articles/2016/3/Enhancing-pig-immunity-with-yeast-additives-2768802W/>.

Spisok literatury

1. Belousov, N. Na gosudarstvo nadejsya, a sebestoimost' snizhaj // Svinovodstvo. – 2013. – № 1. – С. 8–10.
2. Baranikov, A.I. Ehffektivnost' ispol'zovaniya zelyonyh i sochnyh kormov v racionalah plemennyh svinej / A.I. Baranikov, V.A. Baranikov, O.P. Shahbazova, I.F. Gorolov // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2013. – № 2 (30). – С. 101–106.
3. Vinogradov, V.N. Innovacionnaya tekhnologiya kormleniya svinej kormovymi smesyami, podgotovlennymi na novom tekhnologicheskom oborudovanii RID-2 / V.N. Vinogradov, I.I. Moshkutelo, O.V. Nerubenko, T.A. Van'kov, A.V. Kovalev, N.R. Alekseev // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2009. – № 8. – С. 44–46.
4. Ivanova, N.V. Sovremennoe sostoyanie otrasli svinovodstva v Rossii / N.V. Ivanova // Novaya nauka: opyt, tradicii, innovacii. – 2016. – № 54–1 (77). – С. 69–71.
5. Moshkutelo, I.I. Ispol'zovanie v sostave kombikormov suhikh produktov iz zelenyh trav / I.I. Moshkutelo, L.P. Ignat'eva, V.V. Tovstyak, A.A. Fajnov, V.V. Tokar', E.N. Srokina // Svinovodstvo. – 2014. – № 8. – С. 62–66.
6. Ryndina, D.F. Kachestvo myasa svinej, vyrashchivaemyh na raznyh kormosmesyah v usloviyah promyshlennogo proizvodstva / D.F. Ryndina, I.I. Moshkutelo, A.T. Mysik, L.N. Slipchenko // Zootekhnika. – 2012. – № 7. – С. 19–20.
7. Ryndina, D.F., Ocenka myasnoj produktivnosti i kachestva myasa svinej pri raznyh sposobah podgotovki kormov k skarmlivaniyu / D.F. Ryndina, L.P. Ignat'eva, I.I. Moshkutelo // Svinovodstvo. – 2014. – № 7. – С. 33–34.
8. Ryndina, D. Vliyanie gomogenno-vlaznykh kormosmesej na kachestvo myasa i shpika / D. Ryndina, I. Moshkutelo, E. Parhomenko // Svinovodstvo. – 2015. – № 8. – С. 21–22.
9. Smolenceva, E.V. Obostrenie problemy kachestva produkcii APK v usloviyah vstupleniya v VTO / E.V. Smolenceva // Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya. – 2016. – № 6. – Том 2. – С. 89–91.
10. Cheeke, P.R. Feed additives / P.R. Cheeke // Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding. – New Jersey: Inc. Pearson Education, 2005. – P. 238–268.
11. Saornil, D. Enhancing pig immunity with yeast additives [Электронный ресурс] / David Saornil // Pig Progress magazine. – 2016. – № 32.2. – Режим доступа <http://www.pigprogress.net/Nutrition/Articles/2016/3/Enhancing-pig-immunity-with-yeast-additives-2768802W/>.

Кислякова Елена Муллануровна – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: mullan@inbox.ru)

S.V. Ilyin, S.L. Vorobyova, E.M. Kislyakova
FGBOU VO Izhevsk State Agricultural Academy

INFLUENCE OF FEEDS OF A DIFFERENT PHYSICAL FORM ON THE GROWTH OF YOUNG PIGS AT GROWTH AND DISTURBANCE

The possibility of using the new technological equipment RID-2 in the system for the development of full-feed mixtures for fattening pigs, especially in enterprises using their own feed resources, commercial pig farms, and also in farms acquires particular urgency.

A comprehensive study of the effectiveness of using different feeding technologies for growing and fattening young pigs was carried out.

The research tasks included: determining the influence of feeding technology on the intensity of growth, development and exteriors of young pigs, and evaluating the physiological and economic feasibility of the studied technologies for feeding young pigs. Scientific and industrial research was conducted in the conditions of the pig farm of «Iskra» of the Udmurt Republic. To solve the tasks on the basis of the principle of analogs, taking into account the origin, age and live weight, experimental groups of crossed piglets, weaners with 30 heads were formed. During the experiment, all animals were kept in similar conditions.

During the period of research, the feeding of the gilt pigs of the control group was carried out in the first age period by the mixed feed of SC-5 of their own production, at the final fattening of the SK-6. The experimental group of animals received feed prepared at RID-2. Innovative technology of fodder preparation contributes to a change in the carbohydrate complex and the shape of the feed mix itself with the help of a mechanical-hydro-shock-cavitation-dissipation effect.

The physical form of the feed had a significant effect on the growth rate of piglets during the period of growing and fattening. The advantage over live weight was 3.3 kg, according to the average daily weight gain of 40.8 g or 5.6 %. The pigs, who received wet food prepared on the RID-2 plant, reached a live weight of 100 kg in 200 days, while in the control group this indicator was 206 days. The use of innovative technology for preparing feed for feeding contributes to the increase in the productivity of pigs and an increase in the profitability of production by 7.07 %.

Key words: *technology of feeding, mixed feed, physical form, gilt, live weight, growth intensity, exterior, economic evaluation.*

Authors:

Ilyin Sergey Vyacheslavovich – Zoo Engineer, ООО «Iskra ST», Malaya-Purga Region, Post-graduate of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: mullan@inbox.ru).

Vorobieva Svetlana Leonidovna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: vorobievaveta@mail.ru).

Kislyakova Yelena Mullanurovna – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: mullan@inbox.ru).

УДК 633.13:631.5

Т.И. Печникова, В.Г. Колесникова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ОВСА ЯКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕСИКАНТОВ И СРОКОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Приводятся данные исследований по изучению влияния десикантов и сроков их применения на урожайность зерна и посевные качества семян овса Яков. Цель исследований – установление влияния десикации и сроков её применения на урожайность зерна и посевные качества семян в урожае овса Яков. Задачи: изучить влияние десикантов и сроков их применения на урожайность, определить посевные качества семян овса в урожае. В опыте изучали сорт овса Яков, который высевали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве обычным рядовым способом на глубину 3–4 см с нормой посева 6 млн. шт. всхожих семян на 1 га. Десикацию проводили с нормой расхода препарата Раундап и Баста 3 л/га (расход рабочей жидкости 200 л/га) и препарата Реглон Супер – 2 л/га (300 л/га расход рабочей жидкости). Для оценки урожайности зерна и посевных качеств семян овса Яков использовали методики, описанные

в соответствующих ГОСТах и с учётом рекомендаций Е.А. Будиной и Н.Н. Ярковой. В 2015 г. обработка посевов овса в условиях Среднего Предуралья десикантами Раундап, Баста, Реглон Супер через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна обеспечила формирование наибольшей урожайности 4,23 т/га и выходу семян 78,6 %, с массой 1000 семян 38,4 г и лабораторной всхожестью 80 %. В 2016 г. наибольшая урожайность 4,45 т/га была получена в варианте с применением десикантов через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна и при выходе семян 82,7 %, с массой 1000 семян 39,1 г и с лабораторной всхожестью 97 %.

Ключевые слова: овёс посевной Яков; десиканты; урожайность; выход семян; масса 1000 семян; лабораторная всхожесть семян.

Актуальность. Своевременная уборка полевых культур – гарант не только высокой урожайности, но и получение семян с высокими посевными качествами. Десикация овса имеет важное агротехническое значение, так как неравномерное созревание метёлок овса существенно снижает урожайность и качество посевного материала [8, 18, 22, 23]. В условиях Среднего Предуралья научные исследования по изучению влияния десикации на урожайность и качество семян полевых культур в разные годы проводили И.Ш. Фатыхов [19, 20], В.Г. Колесникова [12, 13], Е.В. Корепанова [14, 15, 16], Л.О. Андрианова [1], С.Л. Елисеев [10, 11] и И.В. Батуева [2, 3, 4].

Опрыскивание посевов ячменя десикантом, по данным И.Ш. Фатыхова [20], снижает влажность хлебной массы и обуславливает повышение урожайности на 1,3 – 3,5 ц/га зерна ячменя Торос за счёт увеличения массы 1000 зёрен на 0,2 – 1,3 г. В исследованиях В. Г. Колесниковой [13] было выявлено, что сеникация 30%-ным раствором аммиачной селитры овса Улов не оказала существенного влияния на урожайность зерна и лабораторную всхожесть семян. Десикация посевов овса Гунтер в условиях Среднего Предуралья Раундапом в дозе 3 л/га через 6 дней после молочно-тестообразного состояния зерна способствовала формированию урожайности 1,7 т/га с массой 1000 семян 30,5 г и лабораторной всхожестью 89 % [12]. В своих исследованиях Е. В Корепанова [14, 15, 16] отмечала, что опрыскивание посевов льна-долгунца Восход десикантом Раундап, ВР (360 г/л) – 3,0 л/га и уборка через 7–14 суток после десикации обеспечивала одинаковый уровень урожайности семян в варианте без десикации и уборке в жёлтую спелость (116–118 г/м²) и массой 1000 семян 4,4–4,5 г. В опытах Л.О. Андриановой [1] установлено, что однофазная уборка сортов проса Удалое и Нур с предварительной десикацией в фазе начала восковой спелости зерна препаратом Раундап, ВР (360 г/л) – 2 л/га способствует получению урожая зерна 2,16 и 2,32 т/га и формированию семян с лабораторной всхожестью 95 и 96 % соответственно.

По данным С.Л. Елисеева [10], в условиях Среднего Предуралья десикация посевов ячменя Эколог и овса Дэнс при влажности зерна 30 % препаратом Реглон Супер (2 л/га) в годы сбилием осадков была получена существенная прибавка урожайности 0,34 и 0,25 т/га соответственно, а при десикации посевов яровой пшеницы Иргина независимо от абиотических условий прибавка урожайности не наблюдалась.

Лабораторная всхожесть семян озимой ржи Фаленская 4 и озимой пшеницы Московская 39 после обработки препаратом Реглон Супер (2 л/га) увеличилась на 1 % и составила 94 %. Десикация озимой тритикале Ижевская обеспечила одинаковый уровень лабораторной всхожести семян с вариантом без обработки (96 %) [11]. В опытах И. В. Батуевой [2, 3, 4] выявлено, что за годы исследований десикация привела к прибавке 0,10 т/га урожайности зерна озимой пшеницы Фаленская 4. Лабораторная всхожесть семян в урожае озимой пшеницы, при обработке посевов через 6 и 9 суток после наступления 30%-ной влажности зерна, увеличилась на 6–12 %. Десикация отрицательно сказалась на массе 1000 семян, существенно снизив её на 7,7 – 9,5 г при обработке посевов через 6, 9 суток после наступления 30%-ной влажности зерна по сравнению с их массой в других вариантах опыта.

Таким образом, в условиях Среднего Предуралья десикация изучена на других культурах или на тех сортах овса, которые в настоящее время не возделываются или замещаются новыми. Поэтому исследование данного агротехнического приёма на овсе Яков является весьма актуальным и представляет научный и практический интерес.

Цель исследований: установить влияние десикации и сроков их применения на урожайность зерна и посевные качества семян в урожае овса Яков.

Задачи:

- 1) изучить влияние десикантов и сроков их применения на урожайность зерна;
- 2) определить посевные качества семян овса в урожае.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводили с сортом овса посевного (*Avena sativa*) Яков. Полевой двухфакторный опыт был заложен в 2015 и 2016 гг. на опытном поле АО «Учхоз Июльское Иж-ГСХА» по следующей схеме: фактор А – препараты: А1 – без обработки (к); А2 – обработка водой (к); А3 – Раундап, ВР (360 г/л); А4 – Ба-ста, ВР (200 г/л); А5 – Реглон Супер, ВР (150 г/л); фактор В – сроки обработки: В1 – молочно-тестообразное состояние (МТС) – контроль; В2 – через 3 дня после МТС; В3 – через 6 дней после МТС; В4 – через 9 дней после МТС; В5 – через 12 дней после МТС.

Посев проводили сеялкой СН-16 обычным рядовым способом на глубину 3–4 см с нормой высева 6 млн шт. всхожих семян на 1 га. Норма расхода препарата Раундап и Ба-ста составляет 3 л/га (расход рабочей жидкости 200 л/га) и препарата Реглон Супер – 2 л/га (300 л/га расход рабочей жидкости). Технология возделывания овса в опытах соответствовала зональным рекомендациям [19]. Урожайность по вариантам опыта определяли по общепринятым методикам [17]. Выход семян из урожая учи-

тывался в соответствии с рекомендациями Е.А. Будиной [5] и Н.Н. Ярковой [21]. Анализ качества семян – лабораторная всхожесть – ГОСТ 12038-84 [6]; масса 1000 семян – ГОСТ 12042-80 [7]. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа [9]. Опыт закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, наиболее распространённой в пахотных угодьях Среднего Предуралья. Пахотный слой почвы опытного участка был средней степени окультуренности: содержание гумуса среднее (2,3 – 3,2 %); среднее и высокое содержание подвижного фосфора (120 – 337,0 мг/кг) и высокое содержание обменного калия (162 – 270,3 мг/кг); обменная кислотность от слабокислой до близко к нейтральной среде (рН 5,8). Метеорологические условия вегетационного периода овса были контрастными: тёплая и влажная погода в 2015 г. и аномальная жара в 2016 г. Вегетационный период овса в 2015 г. составил 103 дня при сумме положительных температур – 708 °С, среднесуточной температуре воздуха 16,5 °С, сумме осадков – 229 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия по фазам вегетации овса по данным метеостанции г. Ижевск (2015 г.), средняя урожайность 3,81 т/га

| Период вегетации | Продолжительность, суток | Температура, °С | | Сумма осадков, мм | ГТК |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| | | сумма | средне-суточная | | |
| Посев – всходы | 15 | 187 | 12,5 | 18,8 | 1,2 |
| Всходы – кущение | 12 | 192 | 16,0 | 21,8 | 1,1 |
| Кущение – выход в трубку | 16 | 278 | 17,4 | 16,5 | 0,6 |
| Выход в трубку – вымётывание | 17 | 372 | 21,9 | 28,5 | 0,8 |
| Вымётывание – молочное состояние зерна | 14 | 205 | 14,6 | 59,8 | 3,1 |
| Молочное состояние зерна – полная спелость | 29 (22 – 40) | 474 (363 – 585) | 16,3 (14,6 – 17,8) | 83,6 (57,3 – 119,4) | 1,8 (1,6 – 2,0) |
| Посев – полная спелость | 103 (96 – 111) | 1708 (1597 – 1819) | 16,5 (16,2 – 16,7) | 229,0 (202,7 – 264,8) | 1,4 (1,4 – 1,5) |

Таблица 2 – Метеорологические условия по фазам вегетации овса по данным метеостанции г. Ижевск (2016 г.), средняя урожайность 4,32 т/га

| Период вегетации | Продолжительность, суток | Температура, °С | | Сумма осадков, мм | ГТК |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| | | сумма | средне-суточная | | |
| Посев – всходы | 13 | 137 | 10,6 | 15,3 | 0,3 |
| Всходы – кущение | 11 | 141 | 12,8 | 3,1 | 0,1 |
| Кущение – выход в трубку | 15 | 240 | 16,0 | 5,0 | 0,2 |
| Выход в трубку – вымётывание | 18 | 329 | 18,3 | 48,1 | 1,5 |
| Вымётывание – молочное состояние зерна | 14 | 254 | 18,1 | 20,7 | 0,8 |
| Молочное состояние зерна – полная спелость | 19 (12 – 25) | 406 (246 – 542) | 21,4 (20,5 – 21,7) | 33,9 | 0,9 (0,6-1,4) |
| Посев – полная спелость | 90 (83 – 96) | 1507 (1347 – 1643) | 16,2 (16,1 – 16,3) | 126,1 | 0,6 (0,6-0,7) |

В критический период выход в трубку – вымётывание метёлки среднесуточная температура воздуха составила 21,9 °С. Наибольшее количество осадков 83,6 мм выпало за период молочное состояние зерна – полная спелость.

В 2016 г. при сумме положительных температур – 1507 °С, среднесуточной температуре воздуха 16,2 °С, сумме осадков – 126,1 мм вегетационный период овса составил 90 дней (таблица 2).

Наибольшее количество осадков 48,1 мм выпало в критический период выход в трубку – вымётывание метёлки при среднесуточной температуре воздуха 18,3 °С.

Результаты исследований. Реакция овса Яков на обработку посевов десикантами в разные сроки была разной. Условия вегетационного периода 2015 г. способствовали формированию урожайности зерна овса по вариантам опыта от 3,08 до 4,48 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность зерна при разных сроках обработки десикантами, т/га

| Срок обработки (Фактор В) | Препараты (Фактор А) | | | | | Среднее по фактору В |
|---|----------------------|----------|---------|------------------|--------------|----------------------|
| | Без обработки (к) | Вода (к) | Раундап | Баста | Реглон Супер | |
| 2015 г. | | | | | | |
| Молочно-тестообразное состояние зерна (к) | 3,92 | 3,91 | 3,16 | 3,10 | 3,17 | 3,45 |
| через 3 дня | 3,89 | 3,98 | 3,29 | 3,12 | 3,08 | 3,47 |
| через 6 дней | 3,83 | 3,94 | 4,04 | 3,18 | 3,98 | 3,79 |
| через 9 дней | 3,97 | 3,98 | 4,48 | 4,37 | 4,34 | 4,23 |
| через 12 дней | 3,94 | 3,92 | 4,28 | 4,04 | 4,24 | 4,08 |
| Среднее по фактору А | 3,91 | 3,95 | 3,85 | 3,56 | 3,76 | – |
| 2016 г. | | | | | | |
| Молочно-тестообразное состояние зерна (к) | 4,18 | 4,10 | 4,34 | 4,41 | 4,19 | 4,24 |
| через 3 дня | 4,19 | 4,18 | 4,40 | 4,41 | 4,24 | 4,28 |
| через 6 дней | 4,20 | 4,27 | 4,71 | 4,62 | 4,45 | 4,45 |
| через 9 дней | 4,28 | 4,36 | 4,44 | 4,50 | 4,27 | 4,37 |
| через 12 дней | 4,11 | 4,27 | 4,29 | 4,46 | 4,04 | 4,23 |
| Среднее по фактору А | 4,19 | 4,24 | 4,44 | 4,48 | 4,24 | – |
| НСР ₀₅ | Главных эффектов | | | Частных различий | | |
| | 2015 г. | 2016 г. | | 2015 г. | 2016 г. | |
| Фактор А | 0,14 | 0,18 | | 0,31 | 0,41 | |
| Фактор В | 0,10 | 0,16 | | 0,22 | 0,32 | |

При обработке посевов десикантом Баста в молочно-тестообразное состояние зерна, через 3 и 6 дней от этой фазы была получена урожайность на одинаковом уровне (3,10 – 3,18 т/га). Относительная высокая урожайность 4,37 т/га сформировалась в варианте при обработке посевов через 9 дней препаратом Баста. Через 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна опрыскивание посевов аналогичным препаратом способствовало снижению урожайности на 0,33 т/га по сравнению с урожайностью в варианте – через 9 дней после МТС (НСР₀₅ частных различий по фактору А – 0,31 т/га). При использовании десикантов Раундап и Реглон Супер через 6, 9, 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния наблюдали увеличение урожайности зерна на 0,88 – 1,32 т/га и на 0,81 – 1,17 т/га соответственно при НСР₀₅ частных различий по фактору В – 0,22 т/га.

В вариантах с обработкой посевов в фазе молочно-тестообразного состояния зерна и через 3 дня от него в среднем по вариантам опыта была получена урожайность 3,45 и 3,47 т/га. При обработке посевов десикантами через 6, 9, 12 дней от молочно-тестообразного состояния зерна происходит увеличение урожайности до 3,79 – 4,23 т/га, что на 0,34 – 0,78 т/га выше показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,10 т/га. При обработке посевов через 12 дней после молочно-тестообразного состояния зерна происходит существенное снижение урожайности на 0,15 т/га относительно аналогичного показателя в варианте при обработке посевов через 9 дней (НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,10 т/га).

Реакция овса Яков в абиотических условиях 2016 г. выразилась формированием урожайности зерна по вариантам опыта от 4,10 до 4,71 т/га. При обработке посевов десиканта-

ми Раундап и Баста в среднем по вариантам опыта была получена урожайность 4,44 и 4,48 т/га, что существенно выше на 0,25 – 0,29 т/га по сравнению с урожайностью в контрольном варианте без обработки (4,19 т/га). Опрыскивание посевов десикантом Раундап и Баста через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния способствует формированию наибольшей урожайности зерна 4,71 и 4,62 т/га. В среднем по вариантам опыта при обработке посевов в фазе молочно-тестообразного состояния зерна была получена урожайность 4,24 т/га. При обработке посевов через 6 дней от молочно-тестообразного состояния зерна сформирована наибольшая урожайность 4,45 т/га, что на 0,21 т/га выше аналогичного показателя в контрольном варианте

при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,16 т/га. Обработка посевов через 3, 9 и 12 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна способствовала формированию урожайности зерна на уровне урожайности контрольного варианта.

Таким образом, обработка посевов овса Яков десикантом Раундап через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна в 2015 г. и через 6 дней в 2016 г. обеспечила формирование наибольшей урожайности.

Обработка посевов десикантами существенно повлияли на посевные качества семян овса Яков (таблица 4). Выход семян в 2015 г. варьировал по вариантам опыта в пределах от 70,1 % до 81,2 %.

Таблица 4 – Выход семян овса при разных сроках обработки десикантами, %

| Срок обработки (Фактор В) | Препараты (Фактор А) | | | | | Среднее по фактору В |
|--|----------------------|----------|---------|------------------|--------------|----------------------|
| | Без обработки (к) | Вода (к) | Раундап | Баста | Реглон Супер | |
| 2015 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 70,1 | 70,5 | 74,1 | 75,3 | 72,2 | 72,4 |
| через 3 дня | 74,0 | 74,2 | 74,6 | 76,9 | 74,3 | 74,8 |
| через 6 дней | 74,3 | 74,77 | 78,8 | 77,3 | 75,0 | 76,0 |
| через 9 дней | 75,8 | 76,2 | 81,2 | 80,6 | 79,4 | 78,6 |
| через 12 дней | 73,9 | 74,7 | 78,0 | 77,6 | 77,3 | 76,3 |
| Среднее по фактору А | 73,6 | 74,0 | 77,3 | 77,5 | 75,6 | – |
| 2016 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 77,7 | 80,3 | 81,4 | 79,4 | 81,0 | 80,0 |
| через 3 дня | 79,2 | 81,8 | 83,6 | 83,1 | 84,4 | 82,4 |
| через 6 дней | 82,7 | 82,8 | 83,0 | 82,3 | 82,5 | 82,7 |
| через 9 дней | 83,4 | 82,6 | 83,3 | 82,8 | 83,4 | 83,1 |
| через 12 дней | 80,8 | 82,3 | 80,6 | 80,7 | 79,5 | 80,8 |
| Среднее по фактору А | 80,8 | 82,0 | 82,4 | 81,7 | 82,2 | – |
| НСР ₀₅ | Главных эффектов | | | Частных различий | | |
| | 2015 г. | 2016 г. | 2015 г. | 2016 г. | | |
| Фактор А | 0,7 | Fф<F05 | 1,5 | Fф<F05 | | |
| Фактор В | 1,2 | 1,4 | 2,7 | 3,0 | | |

В среднем наибольший выход семян 78,6 % был получен при обработке посевов десикантами через 9 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна, который превышает на 6,2 % аналогичные показатели контрольного варианта. В варианте с более ранними сроками десикации выход семян был ниже на 2,6 – 6,2 % при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 1,2 %. Препараты не оказали существенного влияния в 2016 г. на выход семян по вариантам со сроками обработки десикантами. Выход семян овса по вариантам опыта был в пределах от 77,7 % до 84,4 %. Сро-

ки обработки десикантами через 3, 6, 9 дней после молочно-тестообразного состояния зерна обеспечили наибольший выход 82,4 – 83,1 % семян овса Яков.

В среднем по вариантам опыта в 2015 г. масса 1000 семян составила 36,0 – 40,0 г. Применение десикантов Раундап, Баста и Реглон Супер привело к увеличению массы 1000 семян на 1,4 г и 0,9 г по сравнению с массой 1000 семян в контрольном варианте без обработки при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,6 г. (таблица 5).

Таблица 5 – Масса 1000 семян овса при разных сроках обработки десикантами, г

| Срок обработки (Фактор В) | Препараты (Фактор А) | | | | | Среднее по фактору В |
|--|----------------------|----------|---------|------------------|--------------|----------------------|
| | Без обработки (к) | Вода (к) | Раундап | Баста | Реглон Супер | |
| 2015 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 36,0 | 36,2 | 36,2 | 36,8 | 36,0 | 36,2 |
| через 3 дня | 36,6 | 36,6 | 37,2 | 37,4 | 37,4 | 37,0 |
| через 6 дней | 36,9 | 37,2 | 38,2 | 38,4 | 37,9 | 37,7 |
| через 9 дней | 37,0 | 37,6 | 40,0 | 39,2 | 38,2 | 38,4 |
| через 12 дней | 36,1 | 36,3 | 37,8 | 37,6 | 37,4 | 37,0 |
| Среднее по фактору А | 36,5 | 36,8 | 37,9 | 37,9 | 37,4 | – |
| 2016 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 37,8 | 37,5 | 38,2 | 37,6 | 38,2 | 37,9 |
| через 3 дня | 37,9 | 38,2 | 38,3 | 38,3 | 39,1 | 38,4 |
| через 6 дней | 38,4 | 38,5 | 39,7 | 39,7 | 39,2 | 39,1 |
| через 9 дней | 38,3 | 38,3 | 39,0 | 39,3 | 39,7 | 38,9 |
| через 12 дней | 37,7 | 37,5 | 38,5 | 38,9 | 37,8 | 38,1 |
| Среднее по фактору А | 38,0 | 38,0 | 38,7 | 38,8 | 38,8 | – |
| НСР05 | Главных эффектов | | | Частных различий | | |
| | 2015 г. | | 2016 г. | 2015 г. | | 2016 г. |
| Фактор А | 0,6 | | 0,4 | 1,4 | | 0,8 |
| Фактор В | 0,6 | | 0,3 | 1,2 | | 0,8 |

Таблица 6 – Лабораторная всхожесть семян овса при разных сроках обработки десикантами, %

| Срок обработки (Фактор В) | Препараты (Фактор А) | | | | | Среднее по фактору В |
|--|----------------------|----------|---------|------------------|--------------|----------------------|
| | Без обработки (к) | Вода (к) | Раундап | Баста | Реглон Супер | |
| 2015 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 62 | 65 | 67 | 73 | 66 | 66 |
| через 3 дня | 64 | 65 | 68 | 75 | 72 | 69 |
| через 6 дней | 65 | 70 | 82 | 84 | 80 | 76 |
| через 9 дней | 66 | 73 | 88 | 88 | 86 | 80 |
| через 12 дней | 66 | 71 | 84 | 86 | 85 | 78 |
| Среднее по фактору А | 64 | 69 | 78 | 81 | 78 | – |
| 2016 г. | | | | | | |
| Молочно-тесто-образное состояние зерна (к) | 95 | 96 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| через 3 дня | 95 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| через 6 дней | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 |
| через 9 дней | 97 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| через 12 дней | 95 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Среднее по фактору А | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | – |
| НСР05 | Главных эффектов | | | Частных различий | | |
| | 2015 г. | | 2016 г. | 2015 г. | | 2016 г. |
| Фактор А | 3 | | Fф<F05 | 7 | | Fф<F05 |
| Фактор В | 3 | | Fф<F05 | 6 | | Fф<F05 |

Наибольшая масса 1000 семян 38,4 г в среднем по вариантам опыта была получена в варианте с опрыскиванием десикантами через 9 дней после молочно-тестообразного состоя-

ния зерна. По вариантам опыта в 2016 г. масса 1000 семян составила 34,5 – 39,9 г. Применение десикантов в вариантах через 6 и 9 дней увеличивали на 1,2 и 1,0 г соответственно массу

1000 семян при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,8 г. В среднем по вариантам опыта наиболее низкая масса 1000 семян (37,9 г) сформировалась при обработке десикантами в молочно-тестообразное состояние (контроль), а наибольшая масса 1000 штук семян (39,1 г) получена при обработке посевов через 6 дней после наступления молочно-тестообразного состояния зерна.

В 2015 г. отмечается тенденция повышения лабораторной всхожести семян от применения десикантов и сроков её обработки (таблица 6).

Лабораторная всхожесть семян, при обработке посевов через 6, 9, 12 дней после молочно-тестообразного состояния зерна, увеличивается на 10–14 % по сравнению с лабораторной всхожестью в контрольном варианте при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 3 %. Наибольшая лабораторная всхожесть 81 % была получена при обработке посевов десикантом Баста, что на 17 % выше, чем данный показатель в контрольном варианте – без обработки и на 12 % – при обработке водой (НСР₀₅ главных эффектов по фактору А – 3 %).

Анализ качества полученных семян в 2016 г. в опыте показал, что семена овса Яков отличались высокой лабораторной всхожестью 95–97 %. Влияния десикантов и сроков их применения на изменение показателя не было выявлено.

Заключение. В результате исследований было выявлено, что разные по метеорологическим условиям годы исследований обусловили формирование разной урожайности зерна овса Яков по вариантам опыта. Десикация в ранние сроки обработки приводит к недобору урожая и получению семян с низкими посевными качествами по сравнению с урожайностью зерна при естественном созревании.

В среднем по вариантам опыта в разные по метеорологическим условиям годы опрыскивание посевов десикантами через 9 в 2015 г. и через 6 дней в 2016 г. после наступления молочно-тестообразного состояния зерна обеспечило формирование наибольшей урожайности зерна 4,23 – 4,45 т/га и выходе семян 78,6 – 82,7 % с массой 1000 семян 38,4 – 39,1 г и с лабораторной всхожестью 80–97 %.

Список литературы

1. Андрианова, Л.О. Приёмы ухода за посевами и уборки проса в Среднем Предуралье: моногр. / Л.О. Андрианова, С.И. Коконев. – Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2014. – 130 с.

2. Батуева, И.В. Влияние срока уборки и десикации на урожайность и послеуборочное дозревание семян озимой пшеницы в Среднем Предуралье / И.В. Батуева, С.Л. Елисеев, Н.Н. Яркова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 6 (50). – С. 27–30.

3. Батуева, И.В. Посевные качества и послеуборочное дозревание семян озимых зерновых культур в зависимости от десикации / И.В. Батуева, С.Л. Елисеев // Зерновое хозяйство России. – 2014. – Т. 35 – № 5. – С. 23–27.

4. Батуева, И.В. Срок уборки и десикация озимых зерновых культур в Среднем Предуралье / И.В. Батуева, С.Л. Елисеев, Н.Н. Яркова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128). – С. 10–13.

5. Будина Е.А. Влияние сроков уборки овса на посевные качества семян при хранении / Е.А. Будина, Г.А. Баталова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4. – С. 13–15.

6. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен. 01.07.82 – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 32–60.

7. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введён. 01.07.82 – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – С. 107–109.

8. Гриценко, В.В. Семеноведение полевых культур / В.В. Гриценко, З.М. Калошина. – М.: Колос, 1984. – 272 с.

9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Елисеев, С.Л., Яркова, Н.Н. Десикация яровых зерновых культур / С.Л. Елисеев, Н.Н. Яркова // Доклады РАСХН. – 2014. – № 6. – С. 6–8.

11. Изменение лабораторной всхожести семян зерновых культур в зависимости от метеорологических и агротехнических условий / С. Л. Елисеев [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 1 (13). – С. 3–7.

12. Колесникова, В.Г. Влияние сроков проведения десикации на урожайность и качество овса Гунтер / В.Г. Колесникова, Е.А. Иванова // Агрохимия в Предуралье: история и современность: материалы Всероссийской научн.-практ. конференции, посвящённой 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения (9 ноября 2012 г.) / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – С. 124–131.

13. Колесникова, В.Г. Приёмы ухода и уборки овса в Предуралье: моногр. / В.Г. Колесникова, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2003. – 164 с.

14. Корепанова, Е.В. Десикация и продуктивность льна-долгунца Восход в Среднем Предуралье / Е.В. Корепанова, И.И. Фатыхов // Известия Орен-

бургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (32) – С. 82–86.

15. Корепанова, Е.В. Качество семян льна-долгунца Восход в зависимости от срока десикации и уборки / Е.В. Корепанова, И.И. Фатыхов // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научн.-практ. конф. (15–18 февраля 2011 г.). В 3 т. Т. 1. / ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – С. 80–84.

16. Корепанова, Е.В. Реакция льна Восход на сроки десикации и уборки при возделывании на семена в условиях Среднего Предуралья / Е.В. Корепанова, И.И. Фатыхов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (22) – С. 132–136.

17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – 194 с.

18. Строна, И.Г. Промышленное семеноводство / И.Г. Строна. – М.: Колос, 1980. – 288 с.

19. Фатыхов, И.Ш. Научные основы системы земледелия Удмуртской Республики: практическое руководство в 4 кн. Кн. 1. Почвенно-климатические условия. Системы обработки почвы / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 44 с.

20. Фатыхов, И.Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: моногр. / И.Ш. Фатыхов – Ижевск: Изд-во ИЖГСХА, 2002. – 385 с.

21. Яркова, Н.Н. Урожайность и посевные качества семян овса в Предуралье / Н.Н. Яркова, С.Л. Елисеев // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №3(82). – С. 20–21.

22. Liebich, J. Structural and functional approach to studying pesticide side-effects on specific soil functions / J. Liebich, A. Schaffer, P. Burauel // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2003. – 22(4). – P. 784–790.

23. Roberts, E.H. Viability of seeds / E.H. Roberts // London: Chapman and Hall Ltd. – 1972. – 415 p.

Spisok literatury

1. Andrianova, L.O. Priyomy uhoda za posevami i uborki prosa v Srednem Predural'e: monogr. / L.O. Andrianova, S.I. Kokonov. – Izhevsk: Izd-vo IzhGSKHA, 2014. – 130 s.

2. Batueva, I.V. Vliyanie sroka uborki i desikacii na urozhajnost' i posleubo-rochnoe dozrevanie semyan ozimoy pshenicy v Srednem Predural'e / I.V. Batueva, S.L. Eliseev, N.N. Yarkova // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – 2014. – № 6 (50). – С. 27–30.

3. Batueva, I.V. Posevnye kachestva i posleuborochnoe dozrevanie semyan ozimyh zernovykh kul'tur v zavisimosti ot desikacii / I.V. Batueva, S.L. Eliseev // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2014. – Т. 35 – № 5. – С. 23–27.

4. Batueva, I.V. Srok uborki i desikaciya ozimyh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'e / I.V. Batueva, S.L. Eliseev, N.N. Yarkova // Agrarnyj vestnik Urala. – 2014. – № 10 (128). – С. 10–13.

5. Budina E.A. Vliyanie srokov uborki ovsa na posevnye kachestva semyan pri hrane-nii / E.A. Budina, G.A. Batalova // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2013. – № 4. – С. 13–15.

6. GOST 12038-84 Semena sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti // Semena sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Metody analiza. Vveden. 01.07.82 – М.: ИПК изд-во standartov, 2004. – С. 32–60.

7. GOST 12042-80 Semena sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan // Semena sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Metody analiza. Vvedyon. 01.07.82 – М.: ИПК Изд-во standartov, 2004. – С. 107–109.

8. Gricenko, V.V. Semenovedenie polevykh kul'tur / V.V. Gricenko, Z.M. Kaloshi-na. – М.: Колос, 1984. – 272 с.

9. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – 5-e izd., pererab. i dop. / B.A. Dospekhov. – М.: Agropromiz-dat, 1985. – 351 s.

10. Eliseev, S.L., Yarkova, N.N. Desikaciya yarovykh zernovykh kul'tur / S.L. Eliseev, N.N. Yarkova // Doklady RASKHN. – 2014. – № 6. – С. 6–8.

11. Izmenenie laboratornoj vskhozhesti semyan zernovykh kul'tur v zavisimosti ot meteorologicheskikh i agrotekhnicheskikh uslovij / S. L. Eliseev [i dr.] // Permskij agrarnyj vestnik. – 2016. – № 1 (13). – С. 3–7.

12. Kolesnikova, V.G. Vliyanie srokov provedeniya desikacii na urozhajnost' i kachestvo ovsa Gunter / V.G. Kolesnikova, E.A. Ivanova // Agrohimiya v Predural'e: istoriya i sovremennost': materialy Vserossijskoj nauchn.-prakt. konferencii, posvyashchyonnoj 55-letiyu kafedry agrohimii i pochvovedeniya (9 noyabrya 2012 g.) / FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2012. – С. 124–131.

13. Kolesnikova, V.G. Priyomy uhoda i uborki ovsa v Predural'e: monogr. / V.G. Kolesnikova, I.SH. Fatyhov. – Izhevsk: Izd-vo IzhGSKHA, 2003. – 164 s.

14. Korepanova, E.V. Desikaciya i produktivnost' l'na-dolgunca Voskhod v Srednem Predural'e / E.V. Korepanova, I.I. Fatyhov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 4 (32) – С. 82–86.

15. Korepanova, E.V. Kachestvo semyan l'na-dolgunca Voskhod v zavisimosti ot sroka desikacii i uborki / E.V. Korepanova, I.I. Fatyhov // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v sovremennykh usloviyah: materialy Vserossijskoj nauchn.-prakt. konf. (15–18 fevralya 2011 g.). V 3 t. Т. 1. / FGOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSKHA. – С. 80–84.

16. Korepanova, E.V. Reakciya l'na Voskhod na sroki desikacii i uborki pri vozde-lyvanii na semena v usloviyah Srednego Predural'ya / E.V. Korepanova, I.I. Fatyhov //

Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agararnogo universiteta. – 2011. – № 4 (22) – S. 132–136.

17. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – M.: Kolos, 1989. – 194 s.

18. Strona, I.G. Promyshlennoe semenovodstvo / I.G. Strona. – M.: Kolos, 1980. – 288 s.

19. Fatyhov, I.SH. Nauchnye osnovy sistemy zemledeliya Udmurtskoj Respubliki: prakticheskoe rukovodstvo v 4 kn. Kn. 1. Pochvenno-klimaticheskie usloviya. Sistemy obrabotki pochvy / I.SH. Fatyhov, E.V. Korepanova. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2015. – 44 s.

20. Fatyhov, I.SH. Yachmen' yarovoj v adaptivnom zemledelii Srednego Predural'ya: monogr. / I.SH. Fatyhov – Izhevsk: Izd-vo IzhGSKHA, 2002. – 385 s.

21. Yarkova, N.N. Urozhajnost' i posevnye kachestva semyan ovsa v Predural'e / N.N. Yarkova, S.L. Eliseev // Agrarnyj vestnik Urala. – 2011. – №3(82). – S. 20–21.

22. Liebich, J. Structural and functional approach to studying pesticide side-effects on specific soil functions / J. Liebich, A. Schaffer, P. Burauel // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2003. – 22(4). – P. 784–790.

23. Roberts, E.H. Viability of seeds / E.H. Roberts// London: Chapman and Hall Ltd. – 1972. – 415 p.

Сведения об авторах:

Печникова Татьяна Ивановна – аспирант кафедры растениеводства. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: TANYA1491@yandex.ru).

Колесникова Вера Геннадьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: kvg@mail.ru).

T.I. Pechnikova, V.G. Kolesnikova
Izhevsk State Agricultural Academy

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SEEDS OF OATS OF YAKS DEPENDING ON DESIKANTOV AND TERMS OF THEIR APPLICATION IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CIS-URALS

Data of researches on studying of influence of desikant and terms of their application on productivity of grain and on sowing qualities of seeds of oats of Yaks are provided. The purpose of researches – establishment of influence of a desikation and terms of its application on productivity of grain and sowing qualities of seeds in an oat crop Yakov. Tasks: to study influence of desikant and terms of its processings on productivity, to define sowing qualities of oats in a harvest. In experience studied a grade of oats of Yaks which was sowed on cespitose and podsolic environments – not loamy soil in the usual ordinary way on depth of 3-4 cm with norm of seeding of 6 mln pcs. viable seeds on 1 hectare. Desikation was spent with the consumption rate of the medicine Raundap and That will do by 3 l/hectare (a consumption of working liquid of 200 l/hectare) and the medicine Reglon Super – 2 l/hectare (300 l/hectare a consumption of working liquid). For assessment of productivity of grain and sowing qualities of seeds of oats of Yaks used techniques, described in the corresponding state standard specifications and taking into account E.A. Budina and N.N. Yarkova's recommendations. In 2015 processing of crops of oats in the conditions of the Central Cis-Urals desikant Raundap, That Will Do, Reglon Super in 9 days after approach of a dairy and pasty condition of grain has provided formation of the greatest productivity of 4,23 t/hectare and to an exit of seeds of 78,6 %, 38,4 g weighing 1000 seeds and laboratory viability of 80 %. In 2016 the greatest productivity of 4,45 t/hectare has been received in option with application of desikant in 6 days after approach of a dairy and pasty condition of grain and at an exit of seeds of 82,7 %, 39,1 g weighing 1000 seeds and with laboratory viability of 97 %.
Key words: oats sowing Yakov; desikant; productivity; exit of seeds; weight is 1000 seeds; laboratory viability of seeds.

Authors:

Pechnikova Tatyana Ivanovna – Post-graduate student, Plant Cultivation Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, 426033, Russian Federation, e-mail: e-mail: TANYA1491@yandex.ru).

Kolesnikova Vera Gennadyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Plant Cultivation Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, 426033, Russian Federation, e-mail: kvg@mail.ru).

УДК 636.237.21.034.082.4

А.И. Любимов, А.С. Чукавин, С.Л. Воробьёва, В.М. Юдин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ С ПРОДУКТИВНЫМ ДОЛГОЛЕТИЕМ КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ

Представлена информация о влиянии воспроизводительных качеств на молочную продуктивность и продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы. Проанализированы показатели, характеризующие возраст животных, воспроизводительные качества и показатели, характеризующие продуктивные качества. Эффективность молочного скотоводства во многом зависит от интенсивности использования маточного поголовья и особенно высокопродуктивных коров. Важное значение при этом приобретает продолжительность продуктивного использования коров, от которой зависит экономика производства и результативность селекционно-племенной работы, а также от неё зависят количество полученной продукции, величина и интенсивность ремонта стада, уровень окупаемости затрат в молочном скотоводстве. В настоящее время признак долголетия коров актуален в связи со снижением среднего возраста использования животных. Длительно используемые в стаде коровы являются надёжным критерием оценки крепости конституции и продуктивных показателей. Проведена оценка влияния воспроизводительных качеств на продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики. Оценено стадо в количестве 3054 голов генерации 2002–2012 годов (десятилетие), из них с возрастом первого отёла до 28 месяцев – 759, 28,1–29 месяцев – 112, 29,1–30 месяцев – 85, 30,1–31 месяцев – 62, свыше 31 месяца – 95.

Ключевые слова: продуктивное долголетие; селекция; сервис-период; порода; чёрно-пёстрый скот.

Актуальность: Высокий уровень выбраковки более молодых коров замедляет интенсивность ремонта молочного стада, повышает себестоимость производства молока. Поэтому повышение эффективности селекционной работы со стадами скота требует новых разработок и усовершенствования существующих подходов к проведению оценки животных стад по отдельным селекционным признакам и в первую очередь к продлению продуктивного долголетия [1, 9].

Так и до настоящего времени сохранилась проблема продуктивного долголетия молочных пород скота, которая вызывает повышенный интерес среди учёных и практиков.

Цель исследования: разработка путей увеличения воспроизводства стад крупного рогатого скота и совершенствование селекционно-племенной работы.

Задачи исследований:

- оценить состояние, уровень продуктивности основных групп использования коров в исследуемом стаде;
- провести оценку производственного использования коров;
- оценить влияние возраста первого отёла и живой массы при первом отёле на продолжительность хозяйственного использования;
- определить влияние сервис-периода на продолжительность хозяйственного использования коров и уровень пожизненной молочной продуктивности.

Материал и методы исследования: Исследования проводились за период 2002–2012 гг. в ведущем племенном заводе Удмуртской Республики по чёрно-пёстрой породе АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» Воткинского района.

Материалом для исследований послужили производственные отчёты, данные зоотехнического и племенного учёта, карточки племенных хозяйств (количественные и качественные показатели продуктивности и селекционно-племенной работы, зоотехнические отчёты о результатах племенной работы с крупным рогатым скотом молочного направления продуктивности (форма № 7-МОЛ), данные базы информационно-аналитической системы «Селэкс молочный скот». Анализ молочной продуктивности животных проводился по таким признакам, как: удой, массовая доля жира (МЖД), массовая доля белка (МДБ). Оценка производственного использования коров оценивалась по продолжительности основных физиологических периодов: сервис-период, сухостойный период [8, 10]. Также подвергалось оценке количество выбракованных и введённых животных в основное стадо в течение года.

Результаты исследований: на основании данных производственных отчётов и данных зоотехнического и племенного учёта проведён анализ отрасли скотоводства в исследуемом стаде племенного завода Удмуртской Республики по чёрно-пёстрой породе АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» Воткинского района.

Возраст первого отёла определяется достижением дойной коровой периода полной хозяйственной зрелости. Момент первого отёла определяется временем первого плодотворного осеменения и периодом первой стельности. В скотоводстве имеется тенденция к раннему осеменению тёлочек по причине сокращения периода времени, в течение которого животное не даёт молоко, и тем самым снижения затрат на выращивание [11].

Оценив результаты (таблица 1), мы можем увидеть, что наибольшее количество коров имеет возраст первого отёла до 28 месяцев – 2083 голов, за ними следует группа коров в 28–29 месяцев – 307 голов, наименьшее количество голов содержит группа коров с возрастом первого отёла 30–31 месяц – 170 голов. В данной таблице приводится связь возраста первого отёла с такими показателями, как: дойные дни, пожизненный удой, удой на 1 день лактации, продолжительность использования и возраст (средние показатели).

Наибольшее количество дойных дней имеет группа коров с возрастом первого отёла 28–29 месяцев – 1180 дней, на втором месте – 30–31 месяц – 1120 дней, наименьшее количество дойных дней имеет группа коров с возрастом первого отёла 29–30 месяцев и до 28 месяцев – 1089 и 1095 дней соответственно. Наилучшим пожизненным удоём обладает группа коров с возрастом 30–31 месяц, что на 4,7 % больше, чем среднее значение. Наименьший пожизненный удой имеет группа коров с возрастом первого отёла 29–30 месяцев и составляет 21697 кг, что на 3 % ниже среднего. Самый высокий удой на 1 день лактации имеет группа коров с возрастом 30–31 месяц и составляет 20,4 кг, что на 4,6 % выше среднего значения. Самый низкий удой на 1 день лактации имеет группа коров с возрастом первого отёла 29–30 месяцев и составляет 18,9 кг, что на 3 % ниже среднего значения. Самый высокий удой на 1 день жизни имеет группа коров с возрастом 30–31 месяц и до 28 месяцев. Самый низкий удой на 1 день жизни имеет группа коров с возрастом первого отёла 29–30 месяцев, что на 7 % ниже среднего значения.

Сроки использования коров молочных пород в России в настоящее время не превышают 2,88–3,50 отёла. Продуктивная жизнь коров довольно часто характеризуется показателями ниже ожидаемых: увеличен сервис и межотельный периоды, сокращено число получаемых телят. Пожизненная продуктивность выбывших коров не превышает 20 тонн, а в ряде случаев и того ниже, что сказывается

на окупаемости затрат. Проявились недостатки голштинской породы – низкое продуктивное долголетие коров, что стало серьёзной проблемой молочного скотоводства [12, 13].

Наибольшая лактационная продолжительность использования наблюдается у группы коров с возрастом первого отёла 28–29 месяцев – 3,82 лактации, наименьшая продолжительность использования у группы коров с возрастом первого отёла более 31 месяц – 3,52 лактации, что на 2,3 % ниже среднего показателя. Хочется отметить, что долгожительницами являлись коровы групп с возрастом первого отёла более 31 месяца. Наименьшее долголетие отмечается у коров с возрастом первого отёла до 28 месяцев, а также 29–30 месяцев.

Оценив результаты, приведенные в таблице 2, мы можем увидеть, что наибольшее количество коров имеет сервис-период более 121 дня, наименьшее количество до 60 дней. Наблюдается такая тенденция, что при увеличении сервис-периода повышаются удои, дойные дни, продолжительность использования, возраст, но до определенного предела. Показатели коров с сервис-периодом свыше 120 дней идут на спад. Хочется отметить, что наилучшие показатели имеет группа коров с сервис-периодом 101–120 дней, их средний сервис-период составил 110,4 дней, что на 32,7 % ниже, чем средний по стаду. Пожизненный удой на уровне 24665 кг, при 1190 дойных днях, а также продолжительность использования составила 4,1 лактации, что выше средних значений по стаду на 10,4 %, 7,1 %, 13,9 % соответственно. Наименьшие результаты были получены от группы коров с сервис-периодом до 60 дней. Пожизненный удой на уровне 13548 кг, при 282 дойных днях, а также продолжительность использования составила 2,7 лактации, что ниже средних значений по стаду на 39,3 %, 25,4 %, 25 % соответственно.

Таким образом, с учётом вышеперечисленных показателей для сохранения продуктивного долголетия коров необходимо проводить работу по контролю воспроизводительных качеств, в частности по сервис-периоду.

Живая масса имеет большое значение в селекции молочного скота, так как является породным и конституциональным признаком, определяющим степень развития животного [3]. Корова с высокой живой массой способна на большую молочную продуктивность при раздое, так как она меньше тратит питательных веществ на производство молока, но при условии, если высокая живая масса её не результат перекорма, а формируется естественно [2].

Таблица 1 – Влияние возраста первого отёла на продуктивное долголетие и интенсивность использования коров

| Возраст первого отёла, мес. | n | Сервис-период средний | | Дойные дни | | Пожиженный удой, кг | | Удой на 1 день лакт., кг | | Удой на 1 день жизни, кг | | Продолжительность использования, лактац. | | Живая масса, кг | |
|-----------------------------|------|-----------------------|-------|------------------|-------|---------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--|-------|-----------------|-------|
| | | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| До 28 | 2083 | 146,4± 2,18 | 41,1 | 1094,8± 19,61 | 49,3 | 22110,4± 441,66 | 54,6 | 19,5±0,13 | 18,7 | 10,1±0,11 | 31,2 | 3,58±0,06 | 43,6 | 515,1± 0,89 | 4,77 |
| 28,1–29 | 307 | 144,2± 5,41 | 39,7 | 1179,3± 50,75 | 45,5 | 23062,0± 1123,82 | 51,1 | 19,1±0,36 | 20,1 | 9,8±0,29 | 30,8 | 3,82±0,15 | 41,5 | 512,4± 2,55 | 5,28 |
| 29,1–30 | 233 | 147,6± 6,34 | 39,3 | 1088,7± 59,52 | 50,4 | 21697,2± 1395,55 | 58,6 | 18,9±0,44 | 21,6 | 9,3±0,35 | 34,9 | 3,62±0,18 | 46,5 | 521,8± 3,18 | 5,62 |
| 30,1–31 | 170 | 145,9± 7,36 | 39,7 | 1119,9± 67,93 | 47,8 | 23398,2± 1646,89 | 55,4 | 20,4±0,36 | 14,0 | 10,1±0,39 | 30,1 | 3,56±0,18 | 39,9 | 517,7± 4,05 | 6,15 |
| Более 31 | 261 | 149,7± 6,22 | 40,5 | 1108,0± 55,41 | 48,7 | 23250,6± 1286,95 | 53,7 | 20,3±0,37 | 17,7 | 9,6±0,33 | 33,8 | 3,52±0,14 | 39,1 | 518,38± 2,86 | 5,38 |
| Всего | 3054 | 146,5± 1,78 | 40,6 | 1105,4± 16,17 | 48,8 | 22345,0± 367,57 | 54,5 | 19,5±0,11 | 18,8 | 10,0±0,09 | 31,6 | 3,6±0,05 | 43,0 | 515,8± 0,78 | 5,04 |

* – P>0,95, ** – P>0,990, *** – P>0,999

Таблица 2 – Влияние сервис-периода на продуктивное долголетие коров

| Сервис-период, дней | n | Сервис-период средний | | Дойные дни | | Полезный удой, кг | | Удой на 1 день лакт., кг | | Удой на 1 день жизни, кг | | Продолжительность использования, лактац. | | Живая масса, кг | |
|---------------------|------|-----------------------|-------|------------------|-------|--------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--|-------|-----------------|-------|
| | | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| До 60 | 93 | 51,3± 1,49 | 16,96 | 281,3± 3,21 | 6,7 | 13548,1± 1201,3 | 50,9 | 19,3± 0,81 | 24,6 | 7,9± 0,49 | 36,2 | 2,7±0,18 | 38,5 | 514,6± 6,02 | 6,82 |
| 61–80 | 241 | 72,3± 0,65 | 8,4 | 934,4± 52,73 | 52,9 | 18495,7± 1133,4 | 57,5 | 19,6± 0,31 | 15,0 | 9,2± 0,28 | 29,1 | 3,7±0,18 | 46,9 | 514,9± 3,37 | 6,15 |
| 81–100 | 434 | 90,8± 0,43 | 5,9 | 1059,2± 41,16 | 48,9 | 21485,4± 932,5 | 54,4 | 19,9± 0,26 | 16,6 | 9,9± 0,24 | 30,5 | 3,9±0,14 | 43,9 | 509,8± 2,2 | 5,45 |
| 101–120 | 472 | 110,4± 0,44 | 5,2 | 1189,7± 43,72 | 48,2 | 24664,7± 1017,4 | 53,9 | 20,0± 0,24 | 15,7 | 10,5±0,24 | 29,8 | 4,1±0,13 | 41,6 | 513,6± 2,05 | 5,24 |
| 121 и более | 1814 | 184,1± 1,85 | 25,8 | 1139,3± 20,85 | 47,0 | 22352,9± 446,6 | 53,5 | 19,3± 0,15 | 20,2 | 10,1±0,13 | 31,9 | 3,4±0,05 | 41,0 | 518,5± 0,90 | 4,67 |
| Всего | 3054 | 146,5± 1,78 | 40,6 | 1105,4± 16,17 | 48,8 | 22345± 367,5 | 54,5 | 19,5± 0,1 | 18,8 | 10,0±0,09 | 31,6 | 3,6±0,05 | 43,0 | 515,8± 0,88 | 5,04 |

* – P>0,95, ** – P>0,990, *** – P>0,999

Таблица 3 – Влияние живой массы на продуктивное долголетие и интенсивность использования коров

| Живая масса в возрасте I лакт., кг | n | Средняя живая масса, кг | | Сервис-период средний, дней. | | Возраст первого оёла, мес. | | Пожизненный удой, кг | | Удой на 1 день лакт., кг | | Удой на 1 день жизни, кг | | Дойные дни, дней | | Продолжительность использования, лактац. | |
|------------------------------------|------|-------------------------|-------|------------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------|-------|--|-------|
| | | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % | X±m | Cv, % |
| 400–452 | 41 | 436,7±4,24 | 3,8 | 100,5±10,01 | 38,6 | 26,5±0,49 | 7,12 | 20045,7±2668,1 | 51,55 | 17,4±0,67 | 14,96 | 9,2±0,60 | 25,52 | 1127,9±134,4 | 46,16 | 3,7±0,45 | 47,99 |
| 453–504 | 851 | 492,2±0,55 | 1,9 | 135,7±3,10 | 40,2 | 27,2±0,15 | 9,95 | 24937,8±750,26 | 52,9 | 19,7±0,16 | 14,7 | 10,5±0,17 | 28,3 | 1231,7±33,05 | 47,25 | 4,0±0,09 | 40,95 |
| 505–556 | 2014 | 522,2±0,49 | 2,5 | 151,7±2,25 | 40,2 | 26,8±0,09 | 9,4 | 21262,9±431,2 | 54,4 | 19,5±0,15 | 20,5 | 9,8±0,12 | 33,08 | 1050,9±18,85 | 48,6 | 3,4±0,05 | 42,95 |
| 557–608 | 118 | 576,7±2,1 | 2,4 | 154,04±8,74 | 37,2 | 28,5±0,42 | 9,6 | 21366,9±1833,1 | 56,26 | 19,9±0,48 | 15,83 | 9,6±0,45 | 30,8 | 1064,2±84,05 | 51,8 | 3,5±0,23 | 43,22 |
| 609–660 | 30 | 622,2±4,5 | 2,4 | 141,0±21,14 | 49,73 | 27,3±0,86 | 10,51 | 27204,5±4220,2 | 51,45 | 20,5±0,89 | 14,35 | 11,1±0,90 | 26,9 | 1310,5±182,9 | 46,3 | 4,4±0,54 | 41,3 |
| Всего | 3054 | 515,8±0,78 | 5,0 | 146,5±1,78 | 40,64 | 26,9±0,08 | 9,64 | 22345,0±367,5 | 54,47 | 19,5±0,11 | 18,8 | 10,0±0,09 | 31,6 | 1105,4±16,17 | 48,8 | 3,6±0,05 | 43,0 |

* – P>0,95, ** – P>0,990, *** – P>0,999

D. Drew, M. Lacomte сходятся во мнении, что прирост живой массы тёлочек свыше 800 г в сутки оказывает отрицательное влияние на продолжительность хозяйственного использования коров [14, 16].

N. Hartwig, L. Kilmer (1984) утверждают, что будущая продуктивность тёлочек молочных пород зависит от интенсивности их выращивания, как до случки, так и в период стельности [15].

Представлена информация о влиянии живой массы на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы. Проанализированы показатели, характеризующие возраст животных, и показатели, характеризующие продуктивные качества.

Анализ влияния живой массы на продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики выявил, что с живой массой в 400–452 кг зафиксировано 41 гол., 453–504 кг – 851, 505–556 кг – 2014, 557–608 кг – 118, 609–660 – 30. В данной таблице приводится связь живой массы с такими показателями, как: дойные дни, пожизненный удой, удой на 1 день лактации, продолжительность использования и возраст (средние показатели).

Оценив результаты, мы можем увидеть, что наибольшее количество коров имеет живую массу 505–556 кг – 2014 голов, за ними следует группа коров с живой массой 453–504 кг – 851 голова, наименьшее количество голов содержит группа коров с живой массой 609–660 кг – 30 голов. Наибольшее количество дойных дней имеет группа коров с живой массой 609–660 кг – 1310 дней, на втором месте – 453–504 кг – 1231 день, наименьшее количество дойных дней имеет группа коров с живой массой 505–556 кг и 557–608 кг – 1051 и 1064 дней соответственно. Наилучшим пожизненным удоём обладает группа коров с живой массой 609–660 кг, что составляет 27204,5 кг, и на 21,75 % больше, чем среднее значение. Наименьший пожизненный удой имеет группа коров с живой массой 400–452 кг, и составляет 20045 кг, что на 10,3 % ниже среднего. Самый высокий удой на 1 день лактации имеет группа коров с живой массой 609–660 кг и составляет 20,49 кг, что на 5,1 % выше среднего значения. Самый низкий удой на 1 день лактации имеет группа коров с живой массой 400–452 кг и составляет 17,4 кг, что на 10,8 % ниже среднего значения. Самый высокий удой на 1 день жизни имеет группа коров с живой массой 609–660 кг. Самый низкий удой на 1 день жизни имеет

группа коров с живой массой 400–452 кг, что на 8,4 % ниже среднего значения.

Наибольшая лактационная продолжительность использования у группы коров с живой массой 609–660 кг – 4,36 лактаций, с живой массой 453–504 кг – 4,01 лактаций, наименьшая продолжительность использования у группы коров с живой массой 505–556 кг – 3,42 лактаций, что на 5 % ниже среднего. Хочется отметить, что долгожительницами являлись коровы групп с живой массой 609–660 кг и 453–504 кг. Наименьшее долголетие отмечается у коров с живой массой 505–556 кг, а также 557–608 кг.

Наблюдаем такую картину, наилучшими показателями обладают коровы с живой массой 609–660 кг и 453–504 кг, отсюда можно сделать вывод, что при средней живой массе в возрасте первого отёла корова показывает наилучшие результаты в течение всей её жизни. Коров группы с живой массой 609–660 кг мало, чтобы достоверно судить о правильности полученных данных, в то время как группа 453–504 кг состоит из 851 головы.

Таким образом, с учётом вышеперечисленных показателей для сохранения продуктивного долголетия коров необходимо проводить работу по контролю живой массы коров, в частности в возрасте первой лактации.

Продуктивное долголетие выбывших коров чёрно-пёстрой породы в стаде АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» составляет 3,6 лактации, средний пожизненный удой составил 22345 кг при 1105 дойных днях, средний удой на 1 день жизни – 10,0 кг молока, на 1 день лактации – 19,5 кг.

Наилучшие показатели у коров со средним сервис-периодом 101–120 дней, в том числе продолжительность хозяйственного использования на уровне 4,1 лактации. Наиболее желательные показатели наблюдались у группы коров со средним возрастом первого отёла 28,1–29,0 месяцев. Получение первого отёла коров в оптимальные сроки способствует увеличению сроков их использования в дальнейшем. Для увеличения продуктивного долголетия стоит обратить внимание на взаимосвязь этого показателя.

Список литературы

1. Батанов, С.Д. Продуктивное долголетие и воспроизводительные качества коров чёрно-пёстрой породы отечественной и голландской селекции / С.Д. Батанов, М.В. Воторопина, Е.И. Шкарупа // Зоотехния. – 2011. – № 3. – С. 2–4.

2. Карамеев, С.В. Адаптационные особенности молочных пород скота: монография / С.В. Карамеев, Г.М. Топурия, Л.Н. Бакаева, Е.А. Китаев, А.С. Карамеева, А.В. Коровин. – Самара: РИЦ ГСХА, 2013. – 195 с.
 3. Коровин, А.В. Особенности роста и развития телок молочных пород в условиях промышленного комплекса / А.В. Коровин, С.В. Карамеев, Л.Н. Бакаева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №2 (40). – С. 137–140.
 4. Любимов, А.И. Влияние способа содержания коров на продуктивное долголетие и интенсивность выбытия из стада в СПК «Чутырский» Игринского района / А.И. Любимов, В.С. Климов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции, 12–15 февраля / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2013. – Т. 3. – С. 188–193.
 5. Любимов, А.И. Влияние инбридинга в селекции чёрно-пёстрого скота на продолжительность хозяйственного использования / А.И. Любимов, В.М. Юдин // Вестник ИжГСХА. – 2014. – № 2 (39). – С. 4–5.
 6. Любимов, А.И. Влияние инбридинга на пожизненную продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров чёрно-пёстрой породы / А.И. Любимов, В.М. Юдин // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 3. – С. 14–16.
 7. Любимов, А.И. Продолжительность хозяйственного использования дочерей быков-производителей разных линий / А.И. Любимов, В.М. Юдин, А.С. Чукавин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / УО БГСХА. – Горки: УО БГСХА, 2016. – Вып. 19. – В 2 ч. – Ч. 1. – С. 360–365.
 8. Мартынова, Е.Н. и др. План селекционно-племенной работы ГУП УР «Можгаплем» на 2016–2020 гг: метод. указ. / Е.Н. Мартынова, Е.М. Кислякова, Ю.В. Исупова, В.М. Юдин, Л.Г. Мордвинцева, Е.И. Куликова // Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 118 с.
 9. Овчинникова, Л.Ю. Влияние отдельных факторов на продуктивное долголетие коров / Л.Ю. Овчинникова // Зоотехния. – 2007. – № 6. – С. 18–21.
 10. Полянцев, Н.И., Афанасьев, А.И. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 400 с.
 11. Рубан, Ю.Д. Продуктивное долголетие коров, селекция животных и технология производства / Ю.Д. Рубан // Сб. науч. тр. ФГОУ ВПО «БГСХА». – Брянск, 2007. – Вып. 10: Селекционно-генетические и эколого-технологические проблемы повышения долголетнего продуктивного использования молочных коров. – С. 4–6.
 12. Саморуков, Ю.В. Продуктивное долголетие молочных коров / Ю.В. Саморуков, В.Ф. Жуков, Н.С. Марзанов // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 4. – С. 11–15.
 13. Стрекозов, Н.И. Некоторые вопросы интенсификации молочного скотоводства / Н.И. Стрекозов // Достижения науки и техники АПК. – 2008 (10). – С. 15–17.
 14. Drew, D. Growth targets for bulling heifers / D. Drew // Livestock Farmg. – 1983. – 21. – 11. – P. 38–39.
 15. Hartwig, N. Heifer care fraen breeding to calving / N. Hartwig, L. Kilmer // Paery Herd. – 1984. – V. 21. – N. 12. – P. 22–24.
 16. Lacomte, M. Comment alimenter les genisses a haut potentiel laiter / M. Lacomte // Dos. Eleveur. – 1983. – 79. – P. 13–16.
- Spisok literatury**
1. Batanov, S.D. Produktivnoe dolgoletie i vosproizvoditel'nye kachestva korov cherno-pestroj porody otechestvennoj i gollandskoj selekcii / S.D. Batanov, M.V. Votoropina, E.I. SHkarupa // Zootekh-niya. – 2011. – № 3. – S. 2–4.
 2. Karameev, S.V. Adaptacionnye osobennosti molochnyh porod skota: monografiya / S.V. Karameev, G.M. Topuriya, L.N. Bakaeva, E.A. Kitaev, A.S. Karameeva, A.V. Korovin. – Samara: RIC SGSKHA, 2013. – 195 s.
 3. Korovin, A.V. Osobennosti rosta i razvitiya telok molochnyh porod v usloviyah promyshlennogo kompleksa / A.V. Korovin, S.V. Karameev, L.N. Bakaeva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 2 (40). – S. 137–140.
 4. Lyubimov, A.I. Vliyanie sposoba sodержaniya korov na produktivnoe dolgoletie i intensivnost' vybytiya iz stada v SPK «CHutyrskiy» Igrinskogo rajona / A.I. Lyubimov, V.S. Klimov // Agrarnaya nauka – innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennyh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 12–15 fevralya / FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2013. – Т. 3. – S. 188–193.
 5. Lyubimov, A.I. Vliyanie inbridinga v selekcii cherno-pestrogo skota na prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya / A.I. Lyubimov, V.M. Yudin // Vestnik IzhGSKHA. – 2014. – № 2 (39). – S. 4–5.
 6. Lyubimov, A.I. Vliyanie inbridinga na pozhiznennuyu produktivnost' i prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya korov cherno-pestroj porody / A.I. Lyubimov, V.M. Yudin // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2014. – № 3. – S. 14–16.
 7. Lyubimov, A.I. Prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya docherej bykov-proizvoditelej raznyh linij / A.I. Lyubimov, V.M. Yudin, A.S. Chukavin // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: sbornik nauchnyh trudov / UO BGSKHA. – Gorki: UO BGSKHA, 2016. – Vyp. 19. – V 2 ch. – CH. 1. – S. 360–365.
 8. Martynova, E.N. i dr. Plan selekcionno-plemennoj raboty GUP UR «Mozhgaplem» na 2016–2020 gg: metod. ukaz. / E.N. Martynova, E.M. Kislyakova, Yu.V. Isupova, V.M. Yudin, L.G. Mordvinceva, E.I. Kulikova // Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2015. – 118 s.

9. Ovchinnikova, L.Yu. Vliyanie otдел'nyh faktorov na produktivnoe dolgoletie korov / L.Yu. Ovchinnikova // Zootekhniya. – 2007. – № 6. – S. 18–21.

10. Polyancev, N.I., Afanas'ev, A.I. Akusherstvo, ginekologiya i biotekhnika razmnozheniya zhivotnyh. – SPb: Izdatel'stvo «Lan'», 2012. – 400 s.

11. Ruban, Yu.D. Produktivnoe dolgoletie korov, selekciya zhivotnyh i tekhnologiya proizvodstva / Yu.D. Ruban // Sb. nauch. tr. FGOU VPO «BGSKHA». – Bryansk, 2007. – Вып. 10: Selektionno-geneticheskie i ehkologo-tekhnologicheskie problemy povysheniya dolgoletnego produktivnogo ispol'zovaniya molochnyh korov. – S. 4–6.

12. Samorukov, Yu.V. Produktivnoe dolgoletie molochnyh korov / Yu.V. Samorukov, V.F. Zhukov, N.S. Marzanov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2014. – № 4. – S. 11–15.

13. Strekozov, N.I. Nekotorye voprosy intensivkacii molochnogo skotovodstva / N.I. Strekozov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2008 (10). – S. 15–17.

14. Drew, D. Growth targets for bulling heifers / D. Drew // Livestock Farmg. – 1983. – 21. – 11. – P. 38–39.

15. Hartwig, N. Heifer care fraen breeding to calving / N. Hartwig, L. Kilmer // Paery Herd. – 1984. – T. 21. – № 12. – P. 22–24.

16. Lacomte, M. Comment alimenter les genisses a haut potentiel laiter / M. Lacomte // Dos. Eleveur. – 1983. – 79. – P. 13–16.

Сведения об авторах:

Любимов Александр Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой «Кормления и разведения сельскохозяйственных животных», ректор ФГБОУ ВО ИжГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: info@izhgsha.ru)

Чукавин Александр Сергеевич – аспирант кафедры «Кормления и разведения сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО ИжГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aleks-kun@mail.ru)

Воробьева Светлана Леонидовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Кормления и разведения сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО ИжГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: vorobievaveta@mail.ru)

Юдин Виталий Маратович – канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Кормления и разведения сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО ИжГСХА (426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: vitaliyudin@yandex.ru).

A.I. Lubimov, A.S. Chukavin, S.L. Vorobieva, V.M. Yudin
FGBOU VO Izhevsk State Agricultural Academy

RELATIONSHIP PARATYPICAL SIGNS WITH PRODUCTIVE LONGEVITY OF COWS OF BLACK-MOTLEY BREED

Presents information on the influence of reproductive traits on milk production and the productive longevity of cows of black-motley breed. Analyzed indicators of the age of the animals, reproductive quality and indicators of a productive quality. Efficiency of dairy cattle breeding is largely dependent on the intensity of use of a uterine livestock and especially high-producing cows. The importance in this case is the duration of productive use of cows, which depends on the production Economics and the impact of selection and breeding work, and also depend on the number of the obtained products, the amount and intensity of herd maintenance, cost-recovery levels in dairy cattle. Currently, a sign of longevity of cows is relevant in connection with the reduction in the average age the use of animals. Long used in the herd of cows are a good measure of the strength of the Constitution and productive performance. Was evaluated the influence of reproductive traits on productive longevity of cows of black-motley breed of JSC "Uchkhos July Izhevsk state agricultural Academy" Votkinsky district of the Udmurt Republic. Estimated the herd to number 3054 heads generate 2002–2012 years (decade), with age at first calving to 28 months – 759, 28,1–29 months – 112, 29,1–30 months – 85, to 30, 1 to 31 months – 62, more than 31 months – 95.

Keywords: *productive longevity; selection; service period; breed; black and white cattle.*

Authors:

Lyubimov Alexander Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals, Rector of the Academy. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: info@izhgsha.ru).

Tchiukavin Alexander Sergeevich – post-graduate of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aleks-kun@mail.ru).

Vorobyeva Svetlana Leonidovna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: vorobievaveta@mail.ru).

Yudin Vitaly Maratovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Breeding Agricultural Animals. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: vitaliyudin@yandex.ru).

УДК 630* 2+504.54.062.4

А.К. Касимов, Н.М. Итешина

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ТОПОГРАФО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК РОССЫПЕЙ И ОБУСТРОЙСТВО ИХ ЗЕМЕЛЬ

Изучены особенности формирования и динамики рельефа в различных условиях отвалообразования. Проведённые морфометрические исследования на опытных объектах позволили выявить возможности перепрофилирования отвалов, формирующихся в процессе разработки, снижения их высоты и приведения к оптимальным формам. Установлено, что для экологически оптимального отвалообразования основным показателем является крутизна откоса, предельное значение которой принимается в пределах 18–30° в зависимости от гранулометрического состава почвогрунтов. Приведены рекомендации по оптимизации посттехногенных территорий по формам рельефа и обеспечению их ускоренного возврата в хозяйственный оборот.

Ключевые слова: техногенный ландшафт; тахеометрическая съёмка; топографический профиль; эдафотоп; отвалообразование; крутизна откоса; микрорельеф дражных полей; оптимизация посттехногенных территорий.

Актуальность. Россыпные месторождения полезных ископаемых на Западном Урале впервые были открыты в начале XIX в. [11, 12]. В результате длительного периода промышленного освоения и эксплуатации россыпей были нарушены многие тысячи гектаров лесных земель – угодий, преваляровавших в прошлом и ныне преобладающих в земельном фонде России.

Полигоны, разрабатываемые горными предприятиями, приурочены преимущественно к долинам таёжных рек, где незаменимы водоохранно-защитная, противоэрозийная, берегоукрепляющая и руслостабилизирующая функции леса. В этих условиях традиционная технология открытой разработки россыпных месторождений крайне не экологична. По глубине изменения структуры на отработанных площадях формируются ландшафты с разрушенной литогенной основой и, соответственно, уничтожением растительного покрова. Такие территории утрачивают первоначальную ценность и нуждаются в восстановлении продуктивности, возрождении их хозяйственного назначения с возвратом к исходной категории земель лесного фонда [6]. Проектирование и выработка для этого конкретных мероприятий требует комплексного изучения и характеристики посттехногенных новообразований и физических неровностей на поверхности долино-речных комплексов. Необходим систематизированный свод данных, который включал бы качественную и количественную классификацию нарушенного почвенного покрова, оценку морфометрических признаков и форм рельефа как объектов оптимизации техногенных ландшафтов [1].

Цель исследования: изучение и анализ динамики рельефа в различных условиях отвалообразования и его оптимизация.

Задачи исследований: провести комплексное исследование отвалообразований открытых разработок россыпей; дать характеристику морфометрии рельефа (линейную, угловую, площадную, объёмную); дифференцировать техногенные ландшафты по группам экотопов в качестве объектов оптимизации; определить оптимальные формы рельефообразования для целевого восстановления нарушенных земель путём биологической рекультивации.

Материал и методы исследований. Исследованиями в условиях открытых разработок россыпей было проведено изучение и анализ значительного объёма измерений и расчетных данных с применением материалов крупномасштабных съёмок (1:200 – 1:500), топографических карт (1:10000 – 1:50000) и аэрофотоснимков (АФС) (1:10000 – 1:18000). Прослежена морфометрия (линейная, угловая, площадная, объёмная) форм микро- и мезорельефа в различных условиях отвалообразований, позволяющая дифференцировать техногенные ландшафты в качестве объектов оптимизации по группам экотопов. Апробирован инструментальный (тахеометрический) метод съёмки объектов, позволивший повысить точность исследований на участках с выраженным микрорельефом [4].

При подборе ключевых участков выполнено трассирование маршрутов по топографическим картам и АФС. За топографическую основу приняты геодезические данные карт масштаба 1:50000. Границы выемочных участков, а также площади и объёмы выполненных

земляных работ уточнялись по планам маркшейдерских съёмок масштаба 1:5000. Топографические исследования проводились с учётом нормативных требований методических руководств [2, 7, 8].

Точная и наглядная информация для полевого этапа наблюдений и оценки степени нарушения форм рельефа была получена по АФС чёрно-белым, цветным и спектрзональным. Идентификация в прошлом ненарушенных (целики), а в последующем отработанных территорий проводилась методом наложения. При этом прослежена динамика их физической поверхности и определены площади нарушенных долинно-речных комплексов. Контуры последних измерялись планиметрами полярным (ПП-2К) и электронным (PLANIX5) с предельной точностью $f = 25 \times 10^{-4}$. Линейные параметры полигонов определялись: прямолинейных – с помощью измерителя и масштабной линейки, а криволинейных – курвиметром КУ-А.

Точность измерений $\Delta_{пред} = 3\tau$, при $\tau = 10^{-4} \times M$,

где: $\Delta_{пред}$, м – предельная точность измерения линий при заданном масштабе;

τ , м – предельная точность масштаба;

M – знаменатель масштаба карты (плана).

Привязка и съёмка топографических профилей (профильных линий – ПЛ) на ключевых и эталонных участках речных долин выполнялись в крупном масштабе (1:200-1:500). Расчётно-графический материал (топографические планы, продольные и поперечные профили) полигонов, в целом, или отдельных их участков, выполнен в масштабах 1:200 – 1:2000, а речных долин и русел водотоков – 1:500 – 1:5000. Системы координат и высот принимались условные с переходом в необходимых случаях (УВ в реках, УМВ) к абсолютному началу.

Результаты исследований. Лесорастительные условия речных долин, где разрабатывались россыпи, обусловлены особенностями строения поймы, типом русловых процессов, гидрологическим режимом рек, затоплением высокими водами в половодье и паводком, эрозионными и аккумуляционными процессами. При этом исключительно важную роль играет технология работ, определяющая степень нарушения коренных экосистем. Открытая разработка драгированием специфична по намыву и отсыпке отвалов, формированию валов: характерен гребнистый микрорельеф поверхности отработанных полей (рис. 1).

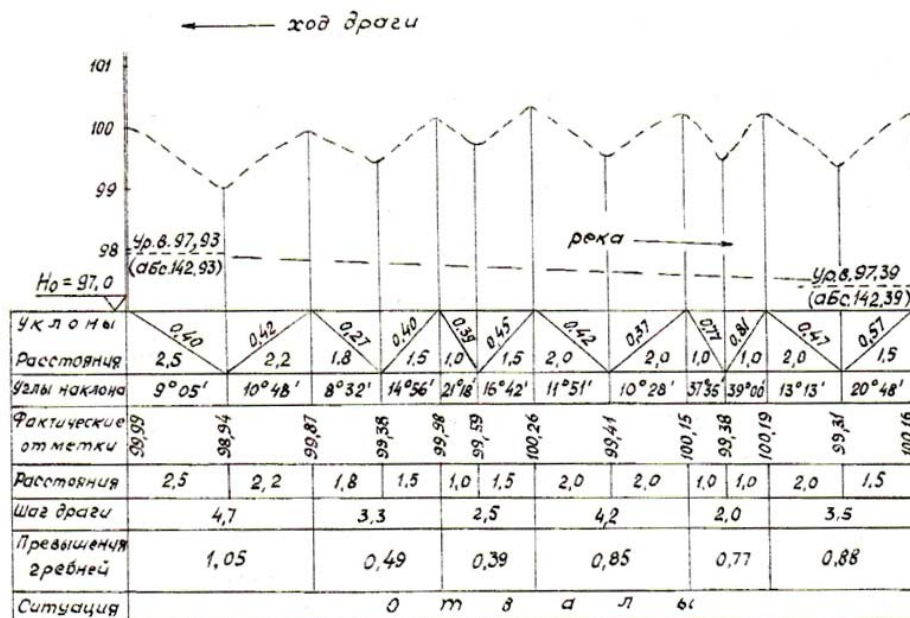


Рисунок 1 – Продольный профиль дражного вала

Структура и форма, в первую очередь высота и крутизна, отвалообразований имеют большое значение для конструирования эдафотопы и последующего поселения растительности. Снимаемая в забое послойно горная масса («пески») после переработки складывается позади драги, уходя в хвосты, сортированные грохо-

чением фракции на эфельную и галечную. Галька отсыпается поверх мелкозернистого (мельче 12–16 мм) эфельного слоя, формируя тем самым непригодную для самозарастания поверхность отвала. При этом на гребнях оседает самый крупный, вплоть до валунов (более 10 см), галечник. Чем выше поверхность греб-

ней, и в целом отвала, над урезом воды в пойме, тем мощнее перекрыт эфельный слой галечником, и тем меньше перспективы для естественного возобновления на ней растительности.

Морфометрические исследования позволили выявить возможность перепрофилирования отвалов и снижения их высоты над горизонтом межженных вод (ГМВ), приведения к оптимальным формам с целью естественного заиливания поверхности. При долговременном перекрытии отвалов технологическими водами илоотстойных водоёмов (прудов) отмечается интенсивное отложение тонкодиспергированного глинистого субстрата, привносимого водотоком. Процесс конструирования эдафотопы через систему прудов-отстойников является экологически эффективным для создания условий поселения растительности и самозарастания дражных отвалов.

Отмечено, что микрорельеф дражных полей менее выражен при небольших показателях угла естественного откоса гребней и коротком шаге драги. При этом ниже бывает и коэффициент гребнистости отвалов, который рассчитывается по формуле:

$$K_r = \frac{h}{i},$$

где: h – превышение верхней точки гребня над дном борозды, м;

i – межгребневый пролет, м.

На рисунке 1 видно, что частота гребней определяется шагом драги между смежными забоями, а межгребневый пролёт варьирует в пределах 2,0 – 4,7 м (в среднем 3,35 м). Углубления (борозды) межгребневые достигают 0,39 – 1,66 м (в среднем 0,91 м).

По принятой нами классификации техногенных ландшафтов, как объектов оптимизации рельефа, на отработанных дражных полигонах из обследованных участков преобладали площади поствскрышных арен (поверхности почвенных обнажений, образовавшихся при различных земляных работах в результате перемещения грунта). Менее представлены отвальные формы рельефа. Значительно уступают последним западинообразные и русловые, занятые водой (рис. 2).

Средняя протяжённость поперечников (ПЛ) с нарушенным почвенным покровом в долинах рек достигает $386 \pm 15,83$ м, из которых водная поверхность составляет 18 %, в том числе русла рек – 5 %, водоёмы – 13 %. На положительные формы рельефа – дражные и вскрышные отвалы – приходится 39 %, из которых на первые – 25 %, на вторые – 14 % соответственно. Наибольшая часть (43 %) площадей относится к почвенным обнажениям (аренам). Техногенные почвенные обнажения, как производные ландшафты в форме оголённых суглинков и глин, реже – супесей, широко распространены на отработанных полигонах. Им присуще нарушение почвенных горизонтов нередко до материнской горной породы [5, 12].

Известно, что успешность произрастания древесных пород, из которых хозяйственно ценными являются хвойные (сосна, ель), во многом предопределяется типом почвы, её гранулометрическим составом, глубиной залегания подстилающей породы и т. д. [3, 13]. Целевое восстановление и использование этих земель возможно только после проведения биологической рекультивации [9, 14].

На профильных линиях (ПЛ) категории площадей варьируют в значительных пределах: по дражным отвалам – от 15 до 49 %, экскаваторным – 4–30%, по русловой водной поверхности – 2–7 %, озерно-прудовой – 8–28 %, по поствскрышным аренам – 37–62 %. Наибольший поперечник обследованных полигонов был равен 878 м, при этом более половины (59 %) его внутриконтурного пространства занимали поствскрышные арены, около $\frac{1}{4}$ – отвалы, а остальную часть (18 %) – водные поверхности.

Параметры рельефа на участках, перепрофилированных вскрышными и дражными работами, характеризуются также значительным разбросом. Так, дражные отвалы по высоте варьируют в пределах 0,5 – 11,3 м. Наиболее высокие из них (5,4 – 11,3 м), с крутыми склонами (28–62 %) и значительными углами наклона (16–32°) сложены крупными валунами, имеют выраженную куполообразную форму. Низкие дражные отвалы (1,5 – 2,0 м) часто и более продолжительное время затопляются водой и интенсивно заиливаются. В основном же преобладают средневысотные (3–5 м) отвалы.

Вскрышные экскаваторные отвалы по отдельным профильным линиям имеют значительные превышения при недопустимо больших углах наклона и крутизны откосов (рис. 3).

Такие участки с целью приведения отвалообразований к формам рельефа, приемлемым для последующего их землеустройства и хозяйственного освоения, потребуют частичной их разваловки до оптимальных параметров.

Протяжённость участков почвенных обнажений, с которых удалён только слой «торфов» (обычно ближе к горноотводному контуру, у верхней кромки склонов речных долин), или вместе с ним снят и слой «песков» частично (в средней части склонов), а то и полностью (на подходе к притеррасовой пойме), в среднем составляет $168 \pm 4,21$ м, варьируя по отдельным полигонам от $106 \pm 2,54$ до $223 \pm 6,02$ м. Максимальная протяжённость в поперечнике поствскрышных арен – $524 \pm 9,96$ м, а минимальная – в пределах 43–61 м. Эта категория площадей наиболее представлена среди техногенных ландшафтов: она втрое больше участков, занимаемых вскрышными, и в 1,7 раза – дражными отвалами.

Следует отметить, что при дражной отработке россыпей многократные продольно-параллельные (в широких долинах и поперечные) проходы драги каждый раз сопровождаются существенным перепрофилированием поймы и прибортовых участков. Разработка длится в течение ряда лет, а в случае повторных проходов («техногенные россыпи») период нарушений продолжается десятилетиями. Такая технология освоения россыпей и использования земельных ресурсов не может быть признана рациональной, как того требуют основы землеустройства, и ведёт к деградации земель.

В динамичных долинно-речных экосистемах дражных полигонов наблюдается интенсивный транзитный вынос тонкодиспергированных глинистых фракций и прямоточный сброс грунтосмеси в реку. Это значительно снижает плодородие формируемых отвалообразований как объектов оптимизации лесоводственными методами. Структурное сложение и агрохимические свойства почвогрунтов неоднородны. В них отмечается преобладание в отвалах дражных щебнисто-галечного субстрата, а в отвалах вскрышных – физической глины и илистых фракций.

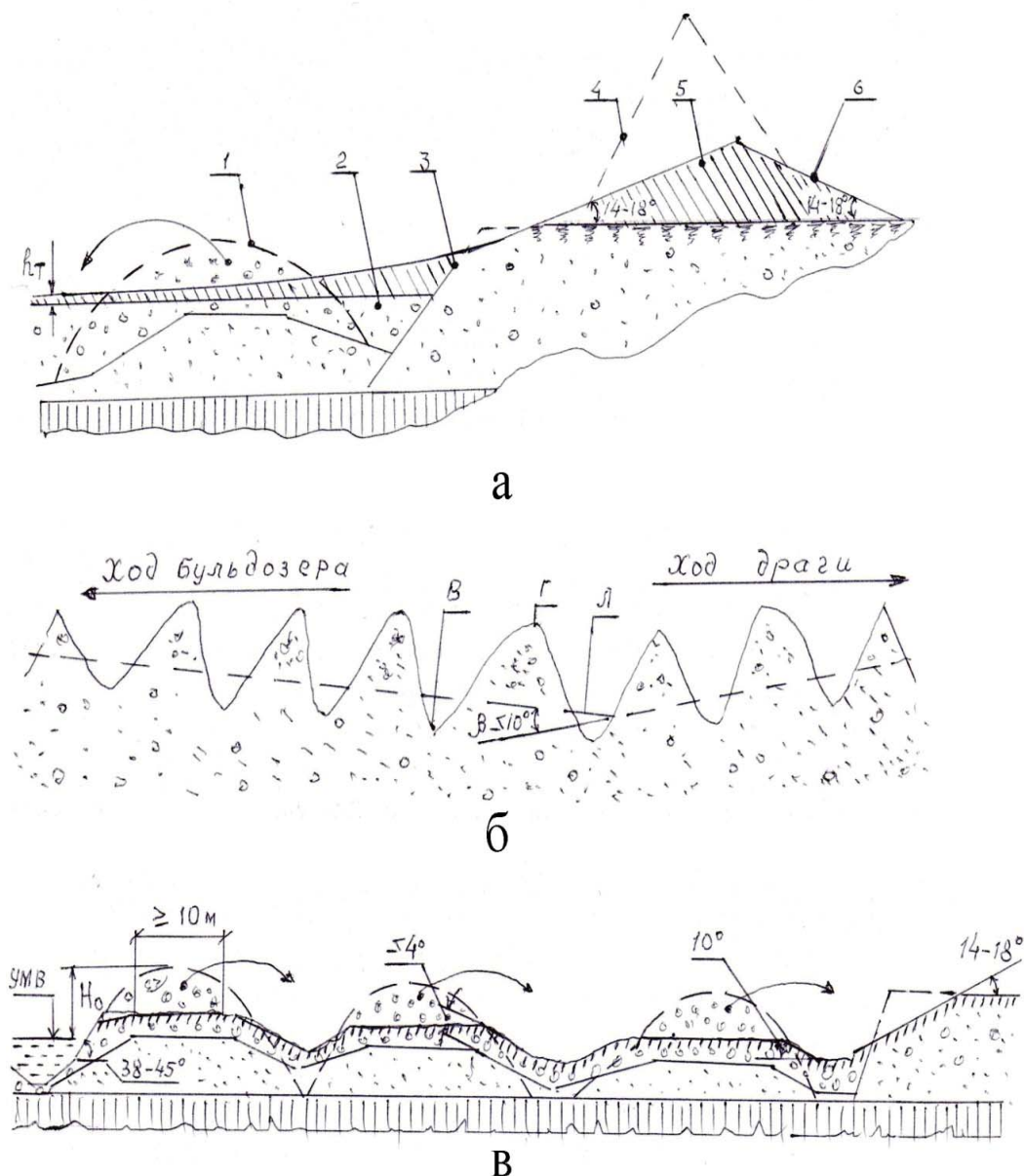


Рисунок 4 – Формирование рельефа отвалообразований дражных полей

- а – с экскаваторными насыпными отвалами на бортах выработки: 1 – галечники последражные; 2 – спланированные; 3 – отвалы выположенные; 4 – до выхолаживания; 5 – борта внутренние; 6 – внешние. h_T – слой поверхностно отсыпаемых «торфов» ($\geq 0,1$ м).
- б – с дражными намывными отвалами, срезанием гребней (Г) и засыпкой впадин (В) по линии планировки (Л) под углом наклона (β).
- в – с заиливанием отвалов в паводок или созданием каскада отстойных прудов с подъемом воды ($H_0 > 2$ м).

Заключение. Для экологически оптимального (по условиям поселения и развития растительности; предотвращения опасных эрозионных процессов на изменённых формах рельефа) отвалообразования руководящим должен являться показатель крутизны откоса, не превышающий $i \leq 0,1$, исходя из соотношения: $i = \frac{h}{d}$,

где h – превышение отвала, м;

d – заложение отвала, м.

При этом предельный параметр отсыпки вскрышных и вмещающих пород по высоте валового и селективного складирования на момент законченной просадки поверхности доходит до 15 м (в пойме минимальная высота вскрышных отвалов 3 м); предельная крутизна откосов принимается исходя из наклона не более 18–30°, с дифференциацией значений до углов устойчивого естественного откоса в зависимости от гранулометрического состава почвогрунтов: щебнисто-галечных (дражных) – до 30°, супесчано-глинистых (вскрышных) – до 18°. Отвалы с параметрами, превышающими указанные, подлежат разваловке и (или) террасированию. Оптимальными формами отвально-насыпного рельефа являются плосковершинные пологосклонные с общим выположенным поперечным профилем речной долины (рис. 4).

Дражные отвалы с естественным заиливанием их поверхности паводком не подлежат планировке; не заиленные низкие (до 2,0–2,5 м от УМВ) и средневысотные (3–5 м от УМВ) приводятся к уровню паводковых вод путём срезания гребней при частичной планировке; высокие безмелкоземные глыбистые отвалы (более 5 м от УМВ) в речных долинах с поперечником до 200 м остаются неразвалованными в качестве пожароразрывных полос, а при большей ширине – подлежат выполаживанию, планировке и землеванию.

Оптимизация территорий по формам рельефа на площадях открытых разработок россыпей проходит в три самостоятельных и вместе с тем взаимосвязанных этапа.

Первый этап представляет собой группировку посттехногенных территорий и их классификацию по степени нарушенности рельефа (рис. 2), второй – выполаживание отвалообразований и выравнивание выемок (рис. 4), третий (завершающий) – рациональную организацию земельного ресурса территории и ускоренный возврат в исходный хозяйственный оборот. Последний предполагает формирование устойчивых насаждений, использование восстановленных и реконструированных лесов, общий мониторинг площадей с оценкой состояния и динамики почвенного и растительного покрова на них.

Список литературы

1. Варламов, А.А. Земельный кадастр: Теоретические основы государственного земельного кадастра (Т. 1) / А.А. Варламов. – М.: Колосс, 2004. – 383 с.
2. Верещака, Т.В., Подобедев, Н.С. Полевая картография / Т.В. Верещака, Н.С. Подобедев. – М.: Недра, 1986. – 351 с.
3. Итешина, Н.М. Сравнительная оценка производительности древостоев сосны и ели в зависимости от почвенно-гидрологических условий в Среднем Предуралье: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / Н.М. Итешина. – Екатеринбург, 2004. – 24 с.
4. Касимов, А.К. Тахеометрический метод съемки при изучении корневых систем молодняков лесных культур фитоценозов // Перспективы развития исследований по естественным наукам на Зап. Урале. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1981 – С. 31–32.
5. Касимов, А.К., Итешина, Н.М. Проблемы рекультивации земель и территориальное землепользование в Предуралье // Актуальные проблемы обеспечения современного землеустройства. Материалы международного научно-практического форума, посвящённого 95-летию основания факультета и кафедры землеустройства Государственного университета по землеустройству / Сост. Т.В. Папаскири. – М.: ГУЗ, 2014. – С. 412–416.
6. Касимов, А.К., Галако, В.А. Экологические аспекты лесовосстановления отработанных россыпей Прикамья: монография / А.К. Касимов, В.А. Галако. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 228 с.
7. СНИП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства. – 1988. – 104 с.
8. Справочник геодезиста. Кн. 2. – М.: Недра, 1985.
9. Тихменев, Е.А., Пугачёв, А.А., Тихменев, П.Е. Экологические аспекты разработки золоторудных месторождений на Охотоморском склоне Верхнеколымского Нагорья / Е.А. Тихменев, А.А. Пугачёв, П.Е. Тихменев // Вестник Северо-Восточного государственного университета. – 2006. – № 6. – С. 92–100.
10. Трофимов, В.С. Основные закономерности разлома и образования алмазных месторождений на древних платформах и в геосинклинальных областях / В.С. Трофимов. – М.: Недра, 1967. – 299 с.
11. Шафрановский, И.И. Алмазы / И.И. Шафрановский. – М.: Наука, 1964. – 176 с.
12. Шилова, И.И., Капелькина, Л.П., Назирова, З.М. Мхи и лишайники техногенных местобитаний // Растения и промышленная среда. – Екатеринбург, 1992. – С. 52–78.
13. Chibrik, T.S., Lukina, N.V., Filimonova, E.I., Glazyrina, M.A., Rakov, E.A., Maleva, M.G., Prasad, M.N. Biological reclamation of mine industry deserts: facilitating the formation of phytocoenosis in the Middle Ural region, Russia // Bioremediation and Bioeconomy Amsterdam. – 2016. – P. 389–418.
14. Schack, H., Hildebrand, E.E. Einfluss der mechanischer Beanspruchung eines Sandbodens auf Wurzelwachstum von Forstpflanzen // All. Forst-Jagd-Ztg. – 1988. – Jg. 159, H. ½. – S. 27–34.

Spisok literatury

1. Varlamov, A.A. Zemel'ny kadastr: Teoreticheskie osnovy gosudarstvennogo ze-mel'nogo kadastra (T.1) / A.A. Varlamov / – M.: Koloss, 2004. – 383 s.
2. Vereshhaka, T.V., Podobedev, N.S. Polevaja kartografija / T.V. Vereshhaka, N.S. Podobedev. – M.: Nedra, 1986. – 351 s.
3. Iteshina, N.M. Sravnitel'naja ocenka proizvoditel'nosti drevostoev sosny i eli v zavisimosti ot pochvenno-gidrologicheskikh uslovij v Srednem Predural'e : avtoref. dis...kand. s.-h. nauk / N.M. Iteshina. – Ekaterinburg, 2004. – 24 s.
4. Kasimov, A.K. Taheometricheskij metod s'emki pri izuchenii kornevnykh system mo-lodnjakov lesnykh kul'tur fitocenzov // Perspektivy razvitiya issledovaniy po estestvennym naukam na Zap. Urale. – Perm' : Izd.-vo Perm. un-ta, 1981. – S. 31–32.
5. Kasimov, A.K., Iteshina, N.M. Problemy rekultivacii zemel' i territorial'noe zem-lepol'zovanie v Predural'e // Aktual'nye problemy obespecheniya sovremennogo zemleustrojstva. Materialy mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, posvjachennogo 95-letiju osnovaniya fakul'teta i kafedry zemleustrojstva Gosudarstvennogo universiteta po zemleustroystvu / Sost. T.V. Papaskiri. – M. : GUZ, 2014. – S. 412–416/
6. Kasimov, A.K., Galako V.A. Jekologicheskie aspekty lesovosstanovleniya otrabotannykh rossypej Prikam'ja : monografija / A.K.Kasimov, V.A. Galako. – Ekaterinburg : UrO RAN, 2002. – 228 s.
7. SNIP 1.02.07-87. Inzhenernye izyskanija dlja stroitel'stva. – 1988. – 104 s.
8. Spravochnik geodezista. Kn. 2. – M.: Nedra, 1985.
9. Tihmenev, E.A., Pugachev, A.A., Tihmenev, P.E. Jekologicheskie aspekty razrabotki zolotrudnykh mestorozhdenij na Ohotomorskom sklone Verhnekolym'skogo Nagor'ja / E.A. Tihmenev, A.A. Pugachev, P.E. Tihmenev // Vestnik Severo-Vostochnogo gosudarstvennogo universiteta. 2006. № 6. – S. 92-100.
10. Trofimov, V.S. Osnovnye zakonomernosti razloma i obrazovaniyaalmaznykh mestorozhdenij na drevnykh platformah i v geosinklinal'nykh oblastjakh / V.S. Trofimov. – M.: Nedra, 1967. – 299 s.
11. Shafranovskij, I.I. Almazny / I.I. Shafranovskij. – M.: «Nauka», 1964. – 176 s.
12. Shilova, I.I., Kapel'kina, L.P., Nazirova, Z.M. Mhi i lishajniki tehnogennykh mes-toobitanij // Rasteniya i promyshlennaja sreda. – Ekaterinburg, 1992. – S. 52–78.
13. Chibrik, T.S., Lukina, N.V., Filimonova, E.I., Glazyrina, M.A., Rakov, E.A., Ma-leva, M.G., Prasad, M.N. Biologicalrecultivation of mine industrydeserts: facilitating the formation of phitocoenosis in the Middle Ural region, Russia // B kn.: Bioremediationand Bioeconomy Amsterdam, 2016. – P. 389–418.
14. Schack, H., Hildebrand E.E. Einfluss der mechanischer Beanspruchung eines Sandbodens auf Wurzelwachstum von Forstpflanzen // All. Forst-Jagd-Ztg. – 1988. – Jg. 159, H. ½. – S. 27–34.

Сведения об авторах:

Касимов Абдулбар Касимович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры Лесоводства и лесных культур ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, тел.: (3412) 72-73-31).

Итешина Наталья Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой Лесоводства и лесных культур ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: n.iteshina@yandex.ru).

A.K. Kasimov, N.M. Iteshina
Izhevsk State Agricultural Academy

TOPOGRAPHIC-CARTOGRAPHIC FIELDWORK OPENCAST AND ALLUVIAL LAND IMPROVEMENT

Abstract. Particularities of formation and dynamics of relief under various conditions otvaloobrazovaniy. Morphometric studies conducted on experimental facilities have identified possibilities for laid off dumps, emerging in the process of development, reduce their height and optimal forms. Installed-but that for ecologically optimal dumping the basic indicator is the steepness of the slope-, limit value which is taken within 18-30° depending on the particle size distribution of soils. Provides recommendations for op-timizacii posttehnogennykh territories by forms of relief and accelerated return-economic turnover.

Keywords: man-made landscape; taheometricheskaja survey; topographical profiles; edafotop; otvaloobrazovanie; slope steepness; microrelief drazhnykh fields; optimization of posttehnogennykh territories.

Authors:

Kasimov Abdubar Kasimovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor (16, Kirova St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

Iteshina Natalia Mihailovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor (Izhevsk State Agricultural Academy, (16, Kirova St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: n.iteshina@yandex.ru)

И.Е. Припоров, А.А. Пищалов, К.В. Золотарёв
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКА ПРЕСС-ЭКСТРУДЕРА КМЗ-2 НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ РАССЫПНОГО ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА

Целью исследований является уменьшение энергоёмкости процесса получения экструдированного рассыпного подсолнечного жмыха путём обоснования конструктивных параметров шнека переменного шага пресс-экструдера КМЗ-2 за счёт планирования многофакторного эксперимента. Получена математическая модель в натуральных значениях, которая описывает плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде в зависимости от конструктивных параметров шнека переменного шага пресс-экструдера. Разработана методика определения плотности рассыпного подсолнечного жмыха на основе планирования трёхфакторного эксперимента. Для создания математической модели плотности подсолнечного жмыха в рассыпном виде использовали трёхфакторный трёхуровневый план Бокса–Бенкина и осуществляли обработку результатов по известным формулам. В результате получены математические модели в кодированных и натуральных значениях, которые описывают плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде (g/cm^3), и проведена проверка их адекватности по критерию Стьюдента и Фишера, а также однородности дисперсий полученных откликов опыта эксперимента по критерию Кохрена. По результатам исследований сделаны выводы: уменьшение угла конусности шнека, шага витков шнека 2-й и 1-й навивок приводят к увеличению плотности рассыпного подсолнечного жмыха после обработки семян шнеком пресс-экструдера КМЗ-2; применение математической модели в натуральных значениях позволяет получить продукт однородного состава с постоянными физико-механическими свойствами; разработанная методика для определения плотности рассыпного подсолнечного жмыха на основе планирования трёхфакторного эксперимента позволяет получить адекватную математическую модель как в кодированных, так и натуральных значениях при минимальном количестве опытов.

Ключевые слова: энергоёмкость процесса экструдирования; рассыпной подсолнечный жмых; математическая модель; планирование эксперимента; конструктивные параметры шнека переменного шага; пресс-экструдер.

Актуальность. Проведённый анализ эффективности способов подготовки кормового материала (экструдата) показал, что наибольший практический и научный интерес представляет тепловой способ его обработки к скармливанию [17], для которого используют пресс-экструдер [21, 22] КМЗ-2.

Проведённые исследования В.В. Новикова установили, что в процессе образования экструдата происходит его перемещение по всей длине рабочей камеры, образованной пространством между витками шнека и вну-

тренней поверхностью корпуса, за счет этого получаемая смесь нагревается и уплотняется [10, 13, 14].

По результатам проведённых теоретических исследований было установлено, что шнек пресс-экструдера должен быть с переменным уменьшающимся шагом (рисунок 1) по мере передвижения вдоль его оси, обрабатываемого кормового материала, происходит уплотнение и получаемый продукт принимает форму в соответствии с требованиями к процессу [10].

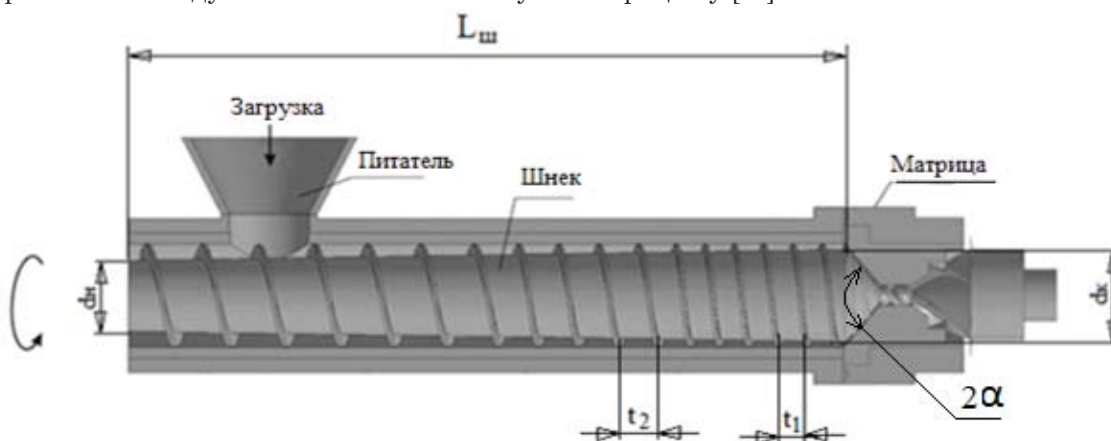


Рисунок 1 – Шнек переменного шага пресс-экструдера КМЗ-2 [10]

Кормовой материал, поступающий на переработку в пресс-экструдер [4, 15], имеет непостоянные физико-механические свойства [2, 3, 5–9, 11, 12, 16, 18–20], что вызывает колебания давления внутри него, приводит к нестабильному процессу, и сам продукт имеет неоднородные свойства, и как следствие этого повышается энергоёмкость процесса [10].

Цель исследования – уменьшение энергоёмкости процесса получения экструдированного рассыпного подсолнечного жмыха путём обоснования конструктивных параметров шнека переменного шага пресс-экструдера КМЗ-2 за счёт проведения планирования многофакторного эксперимента.

Материал и методика исследования. Критерием оптимизации многофакторного эксперимента является плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде на выходе из пресс-экструдера КМЗ-2.

В качестве функции, описываемые экспериментальные данные по изучению влияния конструктивных параметров шнека переменного шага на плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде, применяли математическую модель второго порядка и методику обработки статистических данных, описанную в [1].

Матрица планирования многофакторного эксперимента представлена в таблице.

Таблица – Матрица планирования трёхфакторного трёхуровневого плана Бокса–Бенкина для определения плотности подсолнечного жмыха в рассыпном виде

| № опыта | Факторы | | | | | |
|---------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | угол конусности шнека (x^1) | | шаг витка шнека 2-й навивки (x^2) | | шаг витка шнека 1-й навивки (x^3) | |
| | уровень | значение, (α), град. | уровень | значение (t_2), мм | уровень | значение, (t_1), мм |
| 1 | +1 | 40 | +1 | 36 | +1 | 48 |
| 2 | +1 | 40 | +1 | 36 | -1 | 24 |
| 3 | -1 | 20 | +1 | 36 | +1 | 48 |
| 4 | -1 | 20 | +1 | 36 | -1 | 24 |
| 5 | +1 | 40 | -1 | 20 | +1 | 48 |
| 6 | +1 | 40 | -1 | 20 | -1 | 24 |
| 7 | -1 | 20 | -1 | 20 | +1 | 48 |
| 8 | -1 | 20 | -1 | 20 | -1 | 24 |
| 9 | 0 | 30 | 0 | 28 | +1 | 48 |
| 10 | 0 | 30 | 0 | 28 | -1 | 24 |
| 11 | +1 | 40 | 0 | 28 | 0 | 36 |
| 12 | -1 | 20 | 0 | 28 | 0 | 36 |
| 13 | 0 | 30 | +1 | 36 | 0 | 36 |
| 14 | 0 | 30 | -1 | 20 | 0 | 36 |

Значимость коэффициентов регрессии b_i и b_{ij} проверяли с помощью построения доверительного интервала. Он считается значимым, если его абсолютное значение превышает величину доверительного интервала (Δb_i), определяемого по известной формуле.

Дисперсии коэффициентов регрессии определяли по выражениям, представленным в книге [1].

Проверку адекватности полученной математической модели осуществляли по критерию Фишера [1].

$$y_s = -1156,5 + 144x_1 + 123,3x_2 - 30,1x_3 - 0,13x_1x_2 - 0,79x_1x_3 - 0,16x_2x_3 - 1,95x_1^2 - 2,03x_2^2 + 0,83x_3^2.$$

Изменение угла конусности шнека и шага витка шнека 2-й навивки приводит к увеличению плотности рассыпного подсолнечного жмыха, после обработки семян шнеком пресс-экструдера КМЗ-2 и шага витка шнека 1-й навивки – к уменьшению.

Для принятия гипотезы об адекватности математической модели необходимо, чтобы расчётное значение критерия Фишера было меньше табличного. Табличное значение критерия Фишера выбирали по таблице [1] с числом степеней свободы числителя $f_1 = 6$, знаменателя $f_2 = 9$.

Результаты исследования. После обработки результатов эксперимента было получено уравнение регрессии, описывающее плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде (г/м^3), которое имеет следующий вид:

Провели исследование однородности дисперсий полученных откликов опыта эксперимента по критерию Кохрена, и значение которого составило $G_{\text{теор}} = 0,209$. Полученное теоретическое значение критерия Кохрена сравнивали с табличным $G_{\text{табл}} = 0,572$, при числе

степеней свободы $f_1 = 6, f_2 = 9$. Теоретическое значение критерия Кохрена меньше табличного, то дисперсии откликов опыта однородны.

Определим значения дисперсий воспроизводимости (S_y^2), неадекватности (S_{LF}^2) и критерия Фишера по известным формулам соответственно, представленных в книге [1]

$$S_y^2 = \frac{278493}{11} = 25318,$$

$$S_{LF}^2 = \frac{2 \cdot 278493}{6} = 92831,$$

$$F = \frac{92381}{25318} = 3,7.$$

При числе степеней свободы $f_1 = 6, f_2 = 5$ табличное значение критерия Фишера при 5%-ном уровне значимости составило 5,0. Так как теоретический критерий Фишера меньше табличного, то адекватность математической модели подтверждена.

Определим квадратичную ошибку коэффициента регрессии и доверительный интервал (Δb_i) по известным выражениям, представленным в книге [1]

$$S_{bi} = \sqrt{\frac{25318}{11}} = 48,$$

$$\Delta b_i = \pm 4,303 \cdot 48 = \pm 206,4.$$

После сравнения абсолютных значений коэффициентов регрессии с абсолютной величиной их доверительного интервала пришли к

заклучению, что существенное влияние на показатель [1] плотности подсолнечного жмыха в рассыпном виде оказывают линейные эффекты и их взаимодействия.

Осуществляем проверку нуль-гипотезы на достоверность разности $b_0 - \bar{y}_0$. Если разность $b_0 - \bar{y}_0$ не превышает ошибки эксперимента, то она принимается. Значимость различия ошибки эксперимента проверяли по критерию Стьюдента (t-критерию) [1]

$$t_{\text{расч}} = \frac{(b_0 - \bar{y}_0)\sqrt{N}}{\sqrt{S_y^2}}. \quad (1)$$

$$t_{\text{расч}} = \frac{(1156,5 - 710)\sqrt{11}}{\sqrt{25318}} = 9,32.$$

Расчётное значение критерия Стьюдента сравнивается с табличным. Если его табличное значение больше расчётного, то разность $b_0 - \bar{y}_0$ не достоверна и нуль-гипотезу принимают.

Коэффициенты регрессии при квадратичных членах отличаются от нуля, а исследуемая зависимость не является линейной.

Значимость различия $b_0 - \bar{y}_0$ проверяли по критерию Стьюдента (1).

Определим расчётное значение t-критерия по формуле [1].

В результате сравнения $t_{\text{расч}} = 9,32 > t_{0,05} = 4,30$ получаем, что различие $b_0 - \bar{y}_0$ значимо с 95%-ной вероятностью.

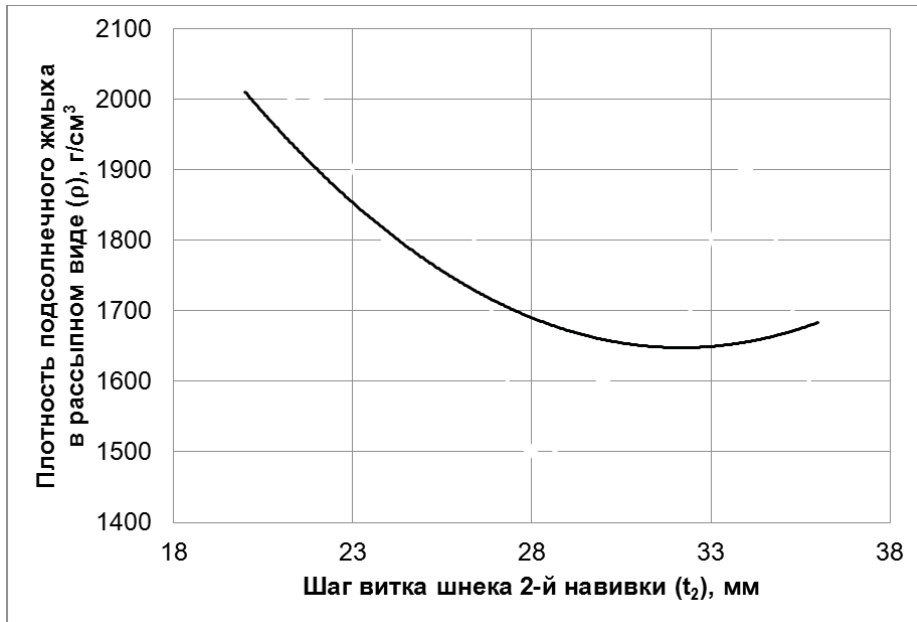


Рисунок 2 – График зависимости плотности подсолнечного жмыха в рассыпном виде от шага витка шнека 2-й навивки пресс-экструдера КМЗ-2 при $\alpha = 30^\circ, t_1 = 36$ мм

На основе выше изложенного приходим к выводу, что для описания результатов эксперимента линейная модель не может быть при-

нята. В дальнейших исследованиях с целью изучения и описания области оптимума линейного приближения недостаточно, то есть

необходимо использовать планирование второго порядка, позволяющее получить представление о функции отклика с помощью полинома второй степени [1].

Для использования математической модели в кодированном виде в качестве расчётной формулы и интерпретации результатов опытов перейдём к натуральным значениям в компьютерной программе Mathcad Professional.

В результате обработки в компьютерной программе Mathcad Professional получим математическую модель в натуральных значениях:

$$\rho = 2137,8 - 50,8\alpha - 0,32t_2 + 17,8t_1 - 10,4\alpha t_2 - 94,8\alpha t_1 - 15,6t_2 t_1 - 195\alpha^2 - 129,9t_2^2 + 119,52t_1^2, \quad (2)$$

где ρ – плотность подсолнечного жмыха в рассыпном виде, г/м³;

α – угол конусности шнека пресс-экструдера КМЗ-2, град;

t_2, t_1 – шаг витков шнека 2-й и 1-й навивки, мм.

Математическая модель (2), полученная в натуральных значениях, позволяет расчётным путём определить величину плотности рассыпного подсолнечного жмыха в пределах верхнего и нижнего уровня варьирования факторов эксперимента.

Пример исследования. Представим график зависимости плотности подсолнечного жмыха в рассыпном виде в зависимости от шага витка шнека 2-й навивки пресс-экструдера КМЗ-2 при $\alpha=30^\circ, t_1=36$ мм.

Анализ представленных данных (рисунок 2) показывает, что с увеличением шага витка уменьшается плотность подсолнечного жмыха и далее при шаге, равном 30 мм, происходит увеличение плотности.

Выводы

1. Согласно математической модели в кодированных значениях приходим к заключению, что уменьшения угла конусности шнека и шага витков шнека 2-й и 1-й навивок приводят к увеличению плотности рассыпного подсолнечного жмыха после обработки семян шнеком пресс-экструдера КМЗ-2.

2. Применение математической модели в натуральных значениях (2) позволяет получить продукт однородного состава с постоянными физико-механическими свойствами.

3. Разработанная методика для определения плотности рассыпного подсолнечного жмыха на основе планирования трёхфакторного эксперимента позволяет получить адекватную математическую модель как в кодированных, так и натуральных значениях при минимальном количестве опытов.

Список литературы

1. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алёшкин, П.М. Рошин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

2. Припоров, И.Е. Параметры усовершенствованного процесса разделения компонентов вороха семян крупноплодного подсолнечника в воздушно-решётных зерноочистительных машинах: автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук / Кубанский государственный аграрный университет. – Краснодар, 2012.

3. Припоров, Е.В. Повышение продольной устойчивости навесных агрегатов // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 5 (15). – С. 115–119.

4. Припоров, И.Е. Использование подсолнечного жмыха в рационе крупного рогатого скота // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 5 (15). – С. 184–187.

5. Припоров, Е.В. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток. / Е.В. Припоров, С.Н. Картохин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 112. – С. 1499–1511.

6. Припоров, И.Е. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса // Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур. Сборник материалов 8-й Международной конференции молодых учёных и специалистов. – 2015. – С. 138–141.

7. Припоров, И.Е. Усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника / И.Е. Припоров, М.А. Садыкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 112. – С. 1486–1498.

8. Припоров, И.Е. Повышение процесса разделения семян подсолнечника в универсальном семяочистительном комплексе на базе ЗАВ-20 / И.Е. Припоров, Д.Д. Кривогузов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (35). – С. 72–76.

9. Припоров, Е.В. Анализ дисковых агрегатов для поверхностной обработки почвы // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 5 (15). – С. 81–84.

10. Припоров, И.Е. Обоснование рациональных конструктивных параметров шнека переменного шага пресс-экструдера // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 27–30.

11. Припоров, И.Е. Механико-технологическое обоснование процесса разделения компонентов вороха семян подсолнечника на воздушно-решётных зерноочистительных машинах: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 212 с.

12. Припоров, Е.В. Анализ дисковых орудий с четырёхрядным расположением сферических дисков / Е.В. Припоров, В.Ю. Юдт // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1413–1427.

13. Припоров, И.Е. Обоснование винтовой поверхности шнека переменного шага пресс-экструдера // Известия Оренбургско-

го государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (63). – С. 67–70.

14. Припоров, И.Е. Оптимизация конструктивных параметров шнека переменного шага пресс-экструдера КМЗ-2 на основе планирования эксперимента / И.Е. Припоров, Т. Н. Бачу // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 3 (65). – С. 84–87.

15. Припоров И.Е. Теоретические исследования процесса прессования кормов на основе подсолнечного жмыха // Вестник Ижевской ГСХА. – 2017. – № 2 (51). – С. 58–63.

16. Трубилин, Е.И. Технические средства для послеуборочной обработки семян подсолнечника: учебное пособие // Е.И. Трубилин, И.Е. Припоров. – Краснодар, 2015.

17. Фролов, В.Ю. Теоретические и экспериментальные аспекты разработки технологий и технических средств, приготовления концентрированных кормов на основе соевого белка. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 140 с.

18. Шафоростов, В.Д. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро-решётных зерноочистительных машин / В.Д. Шафоростов, И.Е. Припоров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 1 (146–147). – С. 113–118.

19. Шафоростов, В.Д. Оптимизация конструктивных параметров подающего устройства воздушно-решётной зерноочистительной машины МВУ-1500 / В.Д. Шафоростов, И.Е. Припоров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 1 (150). – С. 106–109.

20. Шафоростов, В.Д. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения / В.Д. Шафоростов, И.Е. Припоров // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК. Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции в 2-х частях. – Зеленоград: СКНИИМЭСХ, 2014. – С. 162–167.

21. Sowitt, Ed. R. Extrusion cooking technology / Edward R. Sowitt. – New York, 1984. – P. 212.

22. Klemens K. Co-Rotating Twin Screw Extruders / Klemens Kohlgruber, James Lindsay White, Helmut Potente, U. Berghaus. – Hanser Gardner, 2007. – P. 362.

Spisok literatury

1. Mel'nikov, S.V. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyakh sel'skokhozyaystvennykh protsessov / S.V. Mel'nikov, V.R. Aleshkin, P.M. Roshchin. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.

2. Priporov, I.E. Parametry usovershenstvovannogo protsessa razdeleniya komponentov vorokha semyan krupnoplodnogo podsolnechnika v vozdušno-reshetnykh zernoochistitel'nykh mashinakh. avtore-ferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandid-ata tekhnicheskikh nauk / Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Krasnodar, 2012.

3. Priporov, E.V. Povyshenie prodol'noy ustoychivosti navesnykh agregatov // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. – 2015. – № 5 (15). – S. 115–119.

4. Priporov, I.E. Ispol'zovanie podsolnechnogo zhmykha v ratsione krupnogo rogatogo skota // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. – 2015. – № 5 (15). – S. 184–187.

5. Priporov, E.V. Tsentrobezhnyy apparat s podachey materiala vdol' lopatok / E.V. Priporov, S.N. Kartokhin // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 112. – S. 1499–1511.

6. Priporov, I.E. Obosnovanie primeneniya opticheskogo fotoelektronnogo separatora v sostave universal'nogo semyaochistitel'nogo kompleksa // Konkurentnaya sposobnost' otechestvennykh gibridov, sortov i tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh kul'tur. Sbornik materialov 8-y mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. – 2015. – S. 138–141.

7. Priporov, I.E. Uovershenstvovanie raboty fotoelektronnogo separatora pri razdelenii semyan podsolnechnika / I.E. Priporov, M.A. Sadykova // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 112. – S. 1486–1498.

8. Priporov, I.E. Povyshenie protsessa razdeleniya semyan podsolnechnika v universal'nom semyaochistitel'nom komplekse na baze ZAV-20 / I.E. Priporov, D.D. Krivoguzov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 3 (35). – S. 72–76.

9. Priporov, E.V. Analiz diskovykh agregatov dlya poverkhnostnoy obrabotki pochvy // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. – 2015. – № 5 (15). – S. 81–84.

10. Priporov, I.E. Obosnovanie ratsional'nykh konstruktivnykh parametrov shneka peremennogo shaga press-ekstrudera // Traktory i sel'khoz mashiny. – 2016. – № 12. – S. 27–30.

11. Priporov, I.E. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie protsessa razdeleniya komponentov vorokha semyan podsolnechnika na vozdušno-reshetnykh zernoochistitel'nykh mashinakh: monografiya. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 212 s.

12. Priporov, E.V. Analiz diskovykh orudiy s chetyrekhradnym raspolozheniem sfericheskikh diskov / E.V. Priporov, V.Yu. Yudt // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 118. – S. 1413–1427.

13. Priporov, I.E. Obosnovanie vintovoy poverkhnosti shneka peremennogo shaga press-ekstrudera // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 1 (63). – S. 67–70.

14. Priporov, I.E. Optimizatsiya konstruktivnykh parametrov shneka peremennogo shaga press-ekstrudera КМЗ-2 na osnove planirovaniya eksperimenta / I.E. Priporov, T.N. Bachu // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – 2017. – №3(65). – S. 84–87.

15. Priporov, I.E. Teoreticheskie issledovaniya protsessa pressovaniya kormov na osnove podsolnechnogo zhmykha // Vestnik Izhevskoy GSKhA. – 2017. – № 2(51). – S. 58–63.

16. Trubilin, E.I. Tekhnicheskie sredstva dlya posleuborochnoy obrabotki semyan podsolnechnika: uchebnoe posobie // E.I. Trubilin, I.E. Priporov. – Krasnodar, 2015.

17. Frolov, V.Yu. Teoreticheskie i eksperimental'nye aspekty razrabotki tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv, prigotovleniya kotsentrirovannykh kormov na osnove soevogo belka. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 140 s.

18. Shaforostov, V.D. Modelirovanie protsessa separirovaniya semyan podsolnechnika v vertikal'nom pnevmokanale vetroreshetnykh zernoochistitel'nykh mashin / V.D. Shaforostov, I.E. Priporov // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vseros-siyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslich-nykh kul'tur. – 2011. – № 1 (146–147). – S. 113–118.

19. Shaforostov, V.D. Optimizatsiya konstruktivnykh parametrov podayushchego ustroystva vozdušno-reshetnoy zernoochistitel'noy mashiny MVU-1500 / V.D. Shaforostov, I.E. Priporov // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-

issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. – 2012. – № 1 (150). – S. 106–109.

20. Shaforostov, V.D. Kachestvennye pokazateli raboty universal'nogo semyaochistitel'nogo kompleksa na baze otechestvennykh semyaochistitel'nykh mashin novogo pokoleniya / V.D. Shaforostov, I.E. Priporov // Razrabotka innovatsionnykh tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya APK Sbornik nauchnykh trudov 9-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v 2-kh chastyakh. Zernograd: SKNIIMESKh, 2014. – S. 162–167.

21. Sowitt, Ed.R. Extrusion cooking technology / Edward R. Sowitt. – New York, 1984. – P. 212.

22. Klemens K. Co-Rotating Twin Screw Extruders / Klemens Kohlgruber, James Lindsay White, Helmut Potente, U. Berghaus. – Hanser Gardner, 2007. – P. 362.

Сведения об авторах:

Припоров Игорь Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры тракторов, автомобилей и технической механики. ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

Пицалов Андрей Александрович – студент Учебного военного центра. ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

Золотарёв Константин Владимирович – студент Учебного военного центра. ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

I.E. Priporov, A.A. Peschalov, K.V. Zolotarev, D.P. Usachev, A.S. Frolenko
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE SCREW PRESS EXTRUDER KMZ-2 ON THE PROCESS OF OBTAINING LOOSE SUNFLOWER CAKE

The aim of the research is to reduce the energy intensity of the process of obtaining loose extruded sunflower cake by study design parameters of the screw with variable step of press-extruder KMZ-2 through the holding of multifactor experiment planning. To achieve the goal of research is necessary to solve following tasks: to obtain a mathematical model in natural values, which describes the density of sunflower cake in the loose form based on design parameters of the screw with variable step of press-extruder; to develop a method of determining the density of loose sunflower cake based on the design of the three-factor experiment. To obtain the mathematical model of density of sunflower cake in the loose form used a three-factor three-level plan Box-Bencina and carried out processing of results according to the known formulas. The results of processing experiments the experiment was semi-trated mathematical models in coded and natural values, which describe the density of sunflower cake in the loose form (g/cm^3), and checking of its adequacy according to student's criterion and Fisher, as well as the homogeneity of variance of the feedback experience of the experiment on the criterion of Cochran's. The results about the conducted research was the following conclusions: reducing the taper angle of the screw, the screw pitch of the 2nd and 1st navilock lead to an increase in density rasiption of sunflower meal after processing of seed by screw press-extruder KMZ-2; application of mathematical model in natural values allows to obtain a product of uniform composition with constant physico-mechanical properties; the developed method for determining the density of loose sunflower cake based on the design of the three-factor experiment allows to obtain an adequate mathematical model in coded and natural values with minimal number of experiments.

Key words: energy consumption of the extrusion process; loose sunflower cake; mathematical model; experiment planning; design parameters of the screw with variable step; the extruder.

Authors:

Priporov Igor Evgenievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Tractors, Auto and Technical Mechanics, Kuban State Agrarian University after I.T. Trubilin (13, Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

Pischalov Andrey Aleksandrovich – Student of the Military training centre, Kuban State Agrarian University after I.T. Trubilin (13, Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

Zolotaryov Konstantin Vladimirovich – Student of the Military training centre, Kuban State Agrarian University after I.T. Trubilin (13, Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation, e-mail: ya.krip10@ya.ru).

УДК 631.172

Н.П. Кочетков, Р.И. Гаврилов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАВНОВЕСНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Основная проблема озонаторов воздуха помещений – необходимость ограничения времени их работы и контроль концентрации озона с учётом норм ПДК. Моделирование процессов образования и распада озона в воздухе помещений позволяет определить конкретные значения сверхнизких концентраций озона при непрерывной работе озонатора, что является актуальной задачей. Цель работы – разработка и исследование математической модели оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещений. Задачи: сформулировать основные положения и принимаемые допущения; провести выбор основных реакций образования и распада озона; предложить систему дифференциальных уравнений оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения; провести математическое моделирование оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещений. Материал и методы исследования: 1) физическая химия озона; 2) методы химической кинетики гомогенных сред; 3) дифференциальное и интегральное исчисление. Реакции образования и распада озона протекают через промежуточное вещество – атом кислорода. Реакция образования и распада атомарного кислорода является обратимой реакцией, причём равновесие в этой реакции достигается практически мгновенно. Это позволяет применить метод квазистационарных концентраций для атомарного кислорода. При этом исходная система трёх дифференциальных уравнений, описывающих сложные реакции диссоциации молекулярного кислорода, образования и распада озона, упрощается до системы двух дифференциальных уравнений, описывающих реакцию первого порядка. Путём решения системы дифференциальных уравнений, соответствующих задаче Коши для концентраций молекулярного кислорода и озона, получены уравнения зависимостей концентраций озона и молекулярного кислорода от времени. Введено понятие и определены значения активной концентрации молекулярного кислорода для диапазона оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения (0,03...0,04 мг/м³). Определён диапазон скоростей образования озона, обеспечивающий через 2-3 часа работы озонатора на коронном разряде 94...98 % оптимальную равновесную концентрацию озона в воздухе помещения. Определены конкретные значения сверхнизких концентраций озона (мг/час) при непрерывной работе озонатора с учётом объёма помещения, которые изменяются от 0,68...0,91 (50 м³) до 13,6...18,2 (1000 м³).

Ключевые слова: озонирование воздуха помещений; оптимальная концентрация озона; моделирование оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещений.

Актуальность. Озон широко применяется в различных технологических процессах сельского хозяйства, в том числе и для озонирования воздуха помещений обслуживающего персонала [1, 2, 3, 4]. Большинство озонаторов воздуха помещений вырабатывают озон с концентрациями, намного превышающими существующие нормы ПДК [6, 8, 9, 10, 11, 12]. В связи с этим возникает необходимость ограничения времени их работы и контроля концентрации озона в воздухе помещений. Задача может быть решена, если количество производимого озона будет уравновешено количеством распадающегося озона. Для определения конкретных значений сверхнизких концентраций озона при непрерывной работе озонатора необходима математическая модель оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения. В связи с этим моделирование оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения актуально.

Цель работы – разработка и исследование математической модели оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе поме-

щений обслуживающего персонала в сельском хозяйстве.

Задачи: 1) сформулировать основные положения и принимаемые допущения; 2) провести выбор основных реакций образования и распада озона; 3) предложить систему дифференциальных уравнений оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения; 4) провести математическое моделирование оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещений.

Материал и методы исследования: 1) физическая химия озона; 2) методы химической кинетики гомогенных сред; 3) дифференциальное и интегральное исчисление.

Для теоретического рассмотрения процессов озонирования воздуха помещений приняты следующие исходные положения и допущения:

- 1) объём воздуха в помещении постоянен;
- 2) температура воздуха в помещении неизменна и равна +20°C;
- 3) воздух помещения состоит из 78 % азота, 21 % кислорода, 1 % других газов и водяного пара;

4) количество газа в одном моле равно $6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹;

5) молярный объём газа равен 22,4 л;

6) концентрация газа измеряется в л⁻¹ (число молекул/л) и обозначается в квадратных скобках;

7) молярная масса (г/моль) основных газов воздуха: азота (N₂)=28, атома кислорода (O)=16, молекулы кислорода (O₂)=32; озона (O₃)=48;

8) при нормальных условиях азот, содержащийся в 1 л воздуха, имеет объём и концентрацию в молях и л⁻¹: $V_{N_2} = 78/0,01 = 0,78$ л;

$$[N_2] = 0,78/22,4 = 0,0348 \text{ моль/л};$$

$$[N_2] = 0,0348 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,1 \cdot 10^{22} \text{ л}^{-1};$$

9) при нормальных условиях молекулярный кислород, содержащийся в 1 л воздуха, имеет объём и концентрацию в молях и л⁻¹: $V_{O_2} = 21/0,01 = 0,21$ л; $[O_2] = 0,21/22,4 = 0,0094$ моль/л; $[O_2] = 0,0094 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 5,66 \cdot 10^{21} \text{ л}^{-1}$;

10) предельно допустимая концентрация (ПДК) озона равна

$$[O_3]_{\text{ПДК}} = 0,1 \text{ мг/м}^3 = (0,1/1000)/(1000 \cdot 48) = 2,083 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л} = 2,083 \cdot 10^{-9} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль/л} \cdot \text{моль} = 12,5 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}, [10];$$

11) оптимальная концентрация озона (30...40 % ПДК) равна

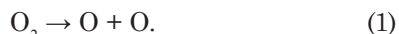
$$[O_3]_{\text{опт}} = (0,3 - 0,4) \cdot [O_3]_{\text{ПДК}} = (3,75 - 5) \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}, [9];$$

12) образующийся озон равномерно перемешивается в неизменном по объёму воздухе помещения.

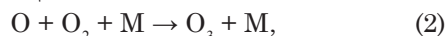
По современным представлениям озон образуется в газовой среде, содержащей кислород, если возникнут условия, при которых кислород диссоциирует на атомы. Это возможно во всех формах электрического разряда, в том числе и коронного. Основной причиной диссоциации является столкновение молекулярного кислорода O₂ с ускоренными в электрическом поле электронами [6]. Озон образуется начиная с энергии пучка электронов, равной ~ 6 эВ, что соответствует диссоциации молекулы O₂.

Наиболее известными и общепринятыми гомогенными реакциями являются [5, 6]:

1. Мономолекулярные реакции, приводящие к диссоциации кислорода, обозначают следующим образом:

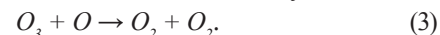


2. Тримолекулярная реакция образования озона в результате тройного столкновения атома и молекулы кислорода, а также дополнительной частицы:



M – любая частица, например молекула кислорода, озона, молекула азота, атом кислорода и т.д. Тройное столкновение обязательно, поскольку необходимо отвести избыток энергии.

3. Бимолекулярная реакция разложения озона, изученная в большинстве случаев:



Практически во всех источниках образования озона существует группа реакций, в результате которых озон разлагается. Они мешают образованию озона, но реально существуют, и их иногда учитывают.

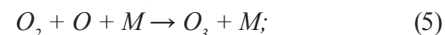
Каждая из трех групп реакций – диссоциация кислорода, образование озона и его распад – может состоять из нескольких, иногда многих реакций, так что полный механизм состоит из значительного числа стадий, параллельных каналов и реакций. При составлении кинетической схемы химических реакций озонирования воздуха подобными осложнениями пренебрегаем.

Таким образом, при использовании коронного разряда образование и распад озона, с учетом выражений (1), (2), (3), можно описать тремя основными уравнениями химических реакций:

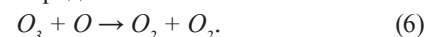
1) диссоциация молекулы кислорода на два атома кислорода при воздействии электрона с определенной энергией



2) образование молекулы озона в результате тройного столкновения атома кислорода, молекулы кислорода и какой-либо частицы



3) разложение озона в результате столкновения молекулы озона с атомом кислорода и с образованием двух молекул кислорода



Скорость реакции (4) пропорциональна концентрации молекулярного кислорода [5, 6]:

$$w_1 = k_1 [O_2]. \quad (7)$$

Скорости реакций (5) и (6) равны произведению концентраций реагирующих веществ [5]:

$$w_2 = k_2 [O][O_2][M], \quad (8)$$

$$w_3 = k_3 [O][O_3], \quad (9)$$

где w_1, w_2, w_3 – скорость реакции, л⁻¹·час⁻¹;

k_1 – константа первой реакции, час⁻¹;

k_2 – константа второй реакции, л²·час⁻¹;

k_3 – константа третьей реакции, л·час⁻¹.

В первой реакции молекула кислорода распадается на два атома кислорода. Один из атомов кислорода совместно с молекулой кислорода участвует в образовании одной молекулы озона, другой атом кислорода совместно с молекулой озона участвует в образовании двух молекул кислорода. При этом в уравнениях (4), (5), (6) выполняется равенство молекул и атомов реагирующих веществ и продуктов реакций. Зависимость скорости протекания реакций (4), (5), (6) от изменения concentra-

ций каждого из реагирующих веществ по времени [5, 6] выражается производной.

Таким образом, исходная система дифференциальных уравнений, описывающих изменение концентраций участников реакций

$$\frac{d[O]}{dt} = 2w_1 - w_2 - w_3 = 2k_1[O_2] - k_2[O][O_2][M] - k_3[O][O_3]. \quad (10)$$

Молекулярный кислород расходуется в первой (4) и во второй (5) реакциях и образуется в третьей (6) реакции:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -w_1 - w_2 + 2w_3 = -k_1[O_2] - k_2[O][O_2][M] + 2k_3[O][O_3]. \quad (11)$$

Озон образуется во второй (5) реакции и расходуется в третьей (6) реакции:

$$\frac{d[O_3]}{dt} = w_2 - w_3 = k_2[O][O_2][M] - k_3[O][O_3]. \quad (12)$$

Концентрацию нейтральных молекул принимаем равной концентрации молекулярного кислорода в помещении [6]:

$$[M] = [O_2] = 0,0094 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 5,66 \cdot 10^{21} \text{ л}^{-1}.$$

Значения констант тримолекулярной и бимолекулярной реакций выбираем из [6]:

$$\begin{aligned} k_2 &= 6,6 \cdot 10^{-35} \cdot \exp(510/293) = 6,6 \cdot 10^{-35} \cdot \exp(1,74) = 6,6 \cdot 10^{-35} \cdot 5,697 = \\ &= 1,73,76 \cdot 10^{-34} = 6,39 \cdot 10^{-34} \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1} = 23011 \cdot 10^{-34} \text{ см}^6 \cdot \text{час}^{-1} = 2,3 \cdot 10^{-36} \text{ л}^2 \cdot \text{час}^{-1}; \\ k_3 &= 1,9 \cdot 10^{-11} \cdot \exp(-2300/293) = 1,9 \cdot 10^{-11} \cdot \exp(-7,85) = 1,9 \cdot 10^{-11} \cdot 0,00039 = \\ &= 0,000741 \cdot 10^{-11} = 7,41 \cdot 10^{-15} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 26676 \cdot 10^{-15} \text{ см}^3 \cdot \text{час}^{-1} = 2,67 \cdot 10^{-14} \text{ л} \cdot \text{час}^{-1}. \end{aligned}$$

Атомарный кислород обладает большой реакционной способностью, его распад происходит очень быстро. Он образуется в первой реакции и расходуется во второй и третьей реакциях, то есть в сравнении с другими участниками сложной реакции, описываемой уравнениями (4)...(6), равновесие достигается практически мгновенно. Это позволяет применить метод квазиравновесных концентраций [5] и избавиться от производной в выражении (10), приравняв скорости образования и распада атомарного кислорода:

$$2k_1[O_2] = k_2[O][O_2][M] + k_3[O][O_3]. \quad (13)$$

Молекулярный кислород расходуется в первой и второй реакциях, образуется в третьей реакции:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k_1[O_2] - k_2[O][O_2][M] + 2k_3[O][O_3]. \quad (14)$$

Озон образуется во второй реакции и расходуется в третьей реакции:

$$\frac{d[O_3]}{dt} = k_2[O][O_2][M] - k_3[O][O_3]. \quad (15)$$

Из выражения (13) получаем

$$[O] = \frac{2 \cdot k_1 \cdot [O_2]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]}. \quad (16)$$

Подставим выражение (16) в формулу (15):

$$\begin{aligned} \frac{d[O_3]}{dt} &= k_2 \cdot \frac{2 \cdot k_1 \cdot [O_2]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]} \cdot [O_2][M] - \\ &- k_3 \cdot \frac{2 \cdot k_1 \cdot [O_2]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]} \cdot [O_3] = \frac{2 \cdot k_1 \{k_2 [O_2]^2 [M] - k_3 [O_2][O_3]\}}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]}. \end{aligned} \quad (17)$$

Упростим выражение (17):

$$\text{Так как } k_2 [O_2][M] \gg k_3 [O_3], \quad (18)$$

то пренебрегаем малым членом в неравенстве (18):

$$\begin{aligned} \frac{d[O_3]}{dt} &= \frac{2 \cdot k_1 k_2 [O_2]^2 [M] - 2 \cdot k_1 k_3 [O_2][O_3]}{k_2 [O_2][M]} = \\ &= 2 \cdot k_1 [O_2] - \frac{2 \cdot k_1 k_3}{k_2 [M]} [O_3]. \end{aligned} \quad (19)$$

Подставим выражение (16) в формулу (14):

$$\begin{aligned} \frac{d[O_2]}{dt} &= -k_1[O_2] - k_2 \cdot \frac{2 \cdot k_1 \cdot [O_2]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]} \cdot [O_2][M] + \\ &+ 2k_3 \cdot \frac{2 \cdot k_1 \cdot [O_2]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]} \cdot [O_3] = \\ &= \frac{-3k_1k_2[O_2]^2[M] + 3k_1k_3[O_2][O_3]}{k_2 \cdot [O_2][M] + k_3 \cdot [O_3]}. \end{aligned} \quad (20)$$

Упростим выражение (20) аналогично выражению (17), тогда:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -3k_1[O_2] + 3 \frac{k_1k_3}{k_2[M]} [O_3]. \quad (21)$$

После избавления от промежуточного атомарного кислорода имеем обратимую реакцию первого порядка, описываемую системой двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{d[O_2]}{dt} &= -3k_1[O_2] + 3 \frac{k_1k_3}{k_2[M]} [O_3], \\ \frac{d[O_3]}{dt} &= 2k_1[O_2] - 2 \frac{k_1k_3}{k_2[M]} [O_3], \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= 2k_1(a-x) - 2k_{-1}(b+x), \\ \frac{dx}{dt} &= 2k_1a - 2k_{-1}b - 2(k_1+k_{-1})x, \\ x(t=0) &= 0. \end{aligned} \quad (28)$$

Обозначим константу обратной реакции, имеющую размерность час⁻¹:

$$k_{-1} = \frac{k_1k_3}{k_2[M]}. \quad (23)$$

Получим

$$\begin{aligned} \frac{d[O_2]}{dt} &= -3k_1[O_2] + 3k_{-1}[O_3], \\ \frac{d[O_3]}{dt} &= 2k_1[O_2] - 2k_{-1}[O_3]. \end{aligned} \quad (24)$$

Уравнение материального баланса запишем в виде:

$$[O_2] + [O_3] = a + b. \quad (25)$$

Введём переменную x , равную убыли концентрации молекулярного кислорода и приращению концентрации озона:

$$[O_2] = a - x; \quad [O_3] = b + x. \quad (26)$$

Задача Коши для концентраций молекулярного кислорода и озона будет представлена следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \frac{d[O_2]}{dt} &= -3k_1[O_2] + 3k_{-1}[O_3], \\ \frac{d[O_3]}{dt} &= 2k_1[O_2] - 2k_{-1}[O_3], \\ [O_2]_0 &= a, \quad [O_3]_0 = b. \end{aligned} \quad (27)$$

Из двух дифференциальных уравнений (27) независимым является только одно. Если известна концентрация озона, то концентрация молекулярного кислорода определяется из уравнения материального баланса (25).

Уравнения (27) и начальные условия примут вид:

Проведём преобразования уравнения (28):

$$\frac{dx}{dt} = 2 \left\{ (k_1 + k_{-1}) \left(\frac{k_1a - k_{-1}b}{k_1 + k_{-1}} - x \right) \right\}. \quad (29)$$

Введём обозначение

$$x_\infty = \frac{k_1a - k_{-1}b}{k_1 + k_{-1}}. \quad (30)$$

Тогда уравнение (29) можно записать в виде:

$$\frac{dx}{dt} = 2(k_1 + k_{-1})(x_\infty - x). \quad (31)$$

Найдём решение уравнения (31), удовлетворяющее начальному условию (28). Произведём разделение переменных:

$$\frac{dx}{(x_\infty - x)} = 2(k_1 + k_{-1})dt. \quad (32)$$

Проинтегрируем выражение (32):

$$\int \frac{dx}{(x_\infty - x)} = 2(k_1 + k_{-1}) \int dt \quad (33)$$

$$-\ln(x_\infty - x) = 2(k_1 + k_{-1})t + const.$$

Определим постоянную интегрирования.

$$\text{При } t = 0 \quad x = 0 \quad const = -\ln(x_\infty). \quad (34)$$

Решение уравнения (33) с учётом выражения (34):

$$\begin{aligned} -\ln(x_\infty - x) &= 2(k_1 + k_{-1})t - \ln(x_\infty) \\ \ln(x_\infty - x) &= \ln(x_\infty) + [-2(k_1 + k_{-1})t] \end{aligned} \quad (35)$$

$$x_\infty - x = x_\infty \exp[-2(k_1 + k_{-1})t]$$

$$x = x_\infty \{1 - \exp[-2(k_1 + k_{-1})t]\}$$

$$x = \frac{k_1a - k_{-1}b}{k_1 + k_{-1}} \{1 - \exp[-2(k_1 + k_{-1})t]\}.$$

Значения текущих концентраций O₃ и O₂ рассчитываются с помощью выражений (35) и (26).

Исследуем свойства решения (35) при достаточно больших значениях времени реакции ($t \rightarrow \infty$). В этом случае

$$\begin{aligned} \exp[-2(k_1 + k_{-1})t] &\rightarrow 0 \\ x &\rightarrow \frac{k_1 a - k_{-1} b}{k_1 + k_{-1}} = x_{\infty}, \end{aligned} \quad (36)$$

т. е. величина x достигает постоянного значения x_{∞} и дальше не изменяется.

Соответственно достигают постоянных значений концентрация исходного вещества (молекулярного кислорода) и продукта (озона):

$$[O_2]_{\infty} = a - x_{\infty}, \quad [O_3]_{\infty} = b + x_{\infty}. \quad (37)$$

Химическое равновесие при $t \rightarrow \infty$ характеризуется параметрами

$$[O_2]_{\infty} = a - x_{\infty}, \quad [O_3]_{\infty} = b + x_{\infty}. \quad (38)$$

Необходимая концентрация озона ничтожно мала в сравнении с концентрацией молекулярного кислорода в помещении, то есть производство озона в воздухе происходит при избыточной концентрации кислорода.

Введём понятие активной концентрации молекулярного кислорода, необходимой для производства оптимальной концентрации озона. При $x \rightarrow \infty$ для выражения (30) с учётом выражения (23) константы обратной реакции имеем:

$$x_{\infty} = \frac{k_1 a - k_{-1} b}{k_1 + k_{-1}} = \frac{a k_1 - \frac{b k_1 k_3}{k_2 [M]}}{k_1 + \frac{k_1 k_3}{k_2 [M]}} = \frac{a k_2 [M] - b k_3}{k_2 [M] + k_3}. \quad (39)$$

Откуда получаем начальное значение активной концентрации кислорода:

$$a = x_{\infty} + \frac{k_3 (x_{\infty} + b)}{k_2 [M]}. \quad (40)$$

Примем начальную концентрацию озона равной нулю ($b = 0$). С учётом диапазона оптимальной концентрации озона принимаем значения x_{∞} , равные границам оптимальной концентрации $x_{\infty} = x_{\text{опт1}} = 3,75 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}$ и $x_{\infty} = x_{\text{опт2}} = 5,0 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}$, тогда значения активной концентрации молекулярного кислорода будут равны

$$\begin{aligned} a_1 &= x_{\text{опт1}} + \frac{k_3 x_{\text{опт1}}}{k_2 [M]} = x_{\text{опт1}} \left(1 + \frac{k_3}{k_2 [M]} \right) = \\ &= 3,75 \cdot 10^{14} \left(1 + \frac{2,67 \cdot 10^{-14}}{2,3 \cdot 10^{-36} \cdot 5,66 \cdot 10^{21}} \right) = \\ &= 3,75 \cdot 10^{14} (1 + 2,05) = 11,4 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}, \end{aligned} \quad (41)$$

$$\begin{aligned} a_2 &= x_{\text{опт2}} + \frac{k_3 x_{\text{опт2}}}{k_2 [M]} = x_{\text{опт2}} \left(1 + \frac{k_3}{k_2 [M]} \right) = \\ &= 5,0 \cdot 10^{14} \left(1 + \frac{2,67 \cdot 10^{-14}}{2,3 \cdot 10^{-36} \cdot 5,66 \cdot 10^{21}} \right) = \\ &= 5,0 \cdot 10^{14} (1 + 2,05) = 15,25 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}. \end{aligned}$$

Определим значения констант прямой и обратной реакций. По известным данным [7], период полураспада озона при температуре воздуха + 20° С в помещении составляет 1,5 часа, тогда константа обратной реакции будет равна [5, 6].

$$k_{-1} = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{0,693}{1,5} = 0,462 \text{ час}^{-1}. \quad (42)$$

Таким образом, из выражения (23) константа прямой реакции:

$$k_1 = \frac{k_{-1} k_2 [M]}{k_3} = \frac{0,462 \cdot 2,3 \cdot 10^{-36} \cdot 5,66 \cdot 10^{21}}{2,67 \cdot 10^{-14}} = 0,225 \text{ час}^{-1}. \quad (43)$$

Значения начальных концентраций молекулярного кислорода и озона принимаем равными

$$[O_2]_{01} = a_1 = 11,4 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}, \quad [O_3]_0 = b = 0. \quad (44)$$

$$[O_2]_{02} = a_2 = 15,25 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1}, \quad [O_3]_0 = b = 0.$$

Уравнения для концентрации озона (35) принимают вид:

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{k_1 a_1}{k_1 + k_{-1}} \{1 - \exp[-2(k_1 + k_{-1})t]\} = \\ &= \frac{0,225 \cdot 11,4 \cdot 10^{14}}{0,225 + 0,462} \{1 - \exp[-2(0,225 + 0,462)t]\} = \\ &= 3,73 \cdot 10^{14} \{1 - \exp[-1,374 \cdot t]\} \\ x_2 &= \frac{k_1 a_2}{k_1 + k_{-1}} \{1 - \exp[-2(k_1 + k_{-1})t]\} = \\ &= \frac{0,225 \cdot 15,25 \cdot 10^{14}}{0,225 + 0,462} \{1 - \exp[-2(0,225 + 0,462)t]\} = \\ &= 5,0 \cdot 10^{14} \{1 - \exp[-1,374 \cdot t]\}. \end{aligned} \quad (45)$$

Зависимости концентрации озона от времени принимаем равными

$$\begin{aligned} x_1 &= 3,73 \cdot 10^{14} [1 - \exp(-1,374 \cdot t)], \\ x_2 &= 5,0 \cdot 10^{14} [1 - \exp(-1,374 \cdot t)]. \end{aligned} \quad (46)$$

Зависимости концентрации молекулярного кислорода от времени с учётом выражения (26) имеют вид:

$$\begin{aligned} y_1 &= 11,4 \cdot 10^{14} - 3,73 \cdot 10^{14} [1 - \exp(-1,374 \cdot t)], \\ y_2 &= 15,25 \cdot 10^{14} - 5,0 \cdot 10^{14} [1 - \exp(-1,374 \cdot t)]. \end{aligned}$$

Кривые зависимостей молекулярного кислорода (y_1, y_2) и озона (x_1, x_2) от времени при установлении равновесной концентрации озона в воздухе помещения приведены на рисунке 1. Сплошные линии соответствуют нижней границе (x_1, y_1), штриховые – верхней границе (x_2, y_2) оптимальной концентрации озона, линии $x_{1\infty}$ и $x_{2\infty}$ – границам равновесной концентрации.

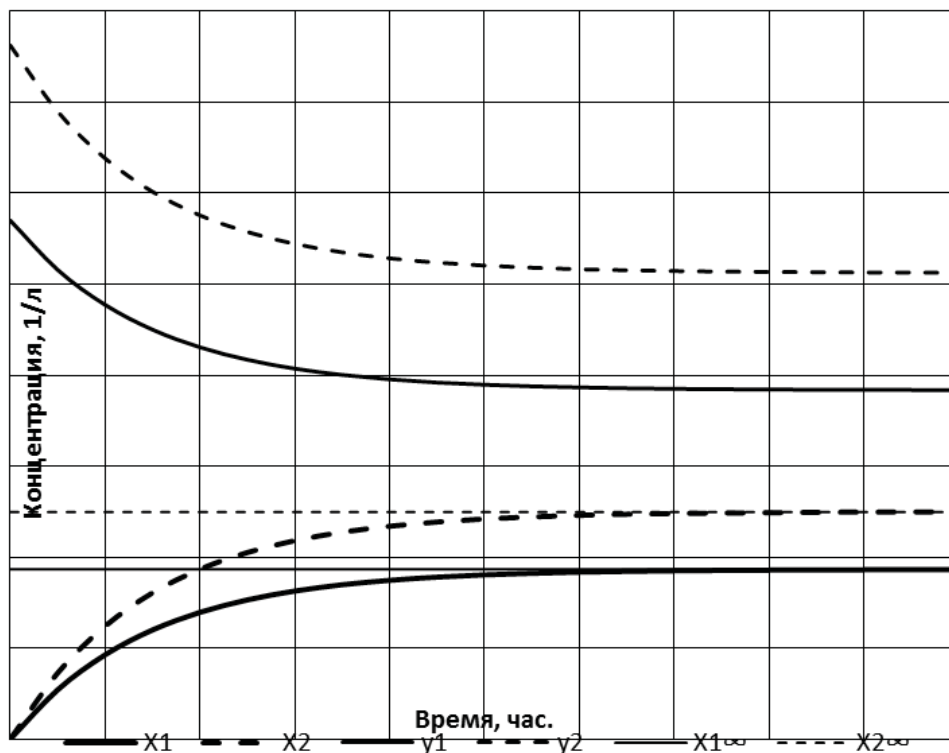


Рис. 1 – Зависимости установления равновесной концентрации озона и кислорода в воздухе помещения

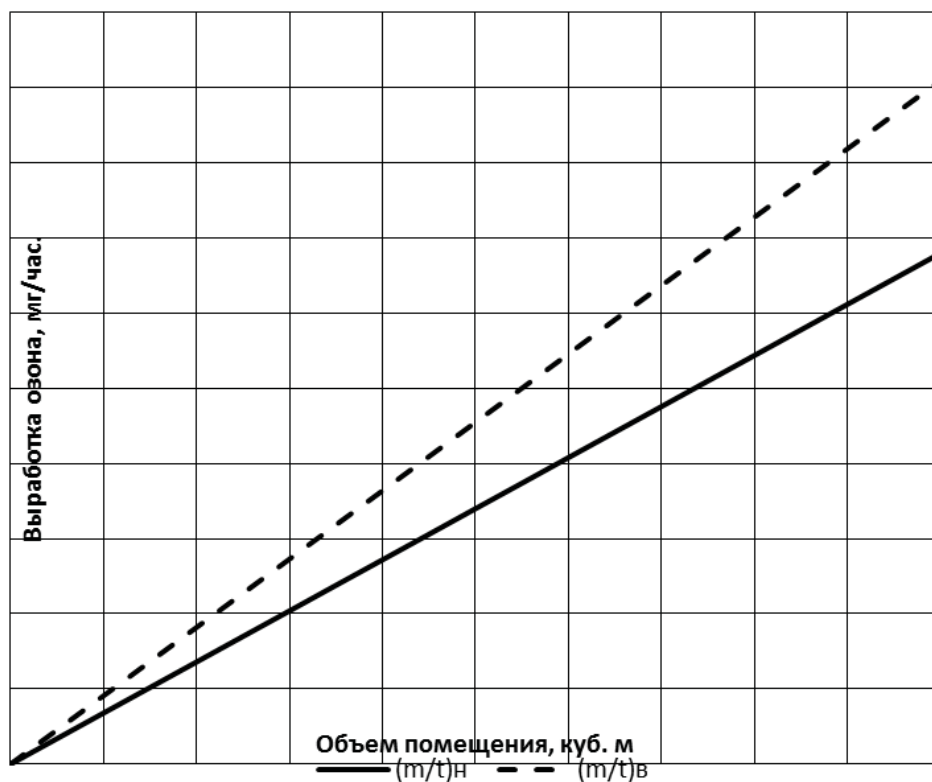


Рис. 2 – Зависимость продуктивности озонатора (мг/час) от объема помещения для получения оптимальной равновесной концентрации озона

Необходимый интервал значений скорости образования озона может быть определён по значению константы k_1 (43) скорости диссоци-

ации активной концентрации (41) молекулярного кислорода

$$\begin{aligned}
 w_{\text{ин}} &= k_1[\text{O}_2]_01 = 0,225 \cdot 11,4 \cdot 10^{14} = 2,57 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1} \text{ час}^{-1} = \\
 &= (2,57 \cdot 10^{14}) / (6,022 \cdot 10^{23}) = 0,426 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л} \cdot \text{час} = \\
 &= 0,426 \cdot 10^{-9} \cdot 32 \text{ г/л} \cdot \text{час} = 13,6 \cdot 10^{-9} \text{ г/л} \cdot \text{час} = 1,36 \cdot 10^{-5} \text{ мг/л} \cdot \text{час} = \\
 &= 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ мг/м}^3 \cdot \text{час}. \\
 w_{\text{ив}} &= k_1[\text{O}_2]_02 = 0,225 \cdot 15,25 \cdot 10^{14} = 3,43 \cdot 10^{14} \text{ л}^{-1} \text{ час}^{-1} = \\
 &= (3,43 \cdot 10^{14}) / (6,022 \cdot 10^{23}) = 0,57 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л} \cdot \text{час} = \\
 &= 0,57 \cdot 10^{-9} \cdot 32 \text{ г/л} \cdot \text{час} = 18,2 \cdot 10^{-9} \text{ г/л} \cdot \text{час} = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ мг/л} \cdot \text{час} = \\
 &= 1,82 \cdot 10^{-2} \text{ мг/м}^3 \cdot \text{час}.
 \end{aligned}
 \tag{48}$$

С учётом выражений (48) на рисунке 2 и в таблице 1 приведены интервалы значений вырабатываемого озона в зависимости от объёма помещения, чтобы получить оптимальную равновесную концентрацию озона в воздухе помещения $[\text{O}_3]_{\text{опт}} = 0,03 \dots 0,04 \text{ мг/м}^3$ при ус-

ловии равномерного перемешивания воздуха помещения. Сплошной линией на рисунке 2 показана минимальная (м/т)н продуктивность озонатора (мг/час), штриховой линией – максимальная (м/т)в продуктивность озонатора.

Таблица 1 – Производство озона при непрерывной работе озонатора для получения оптимальной равновесной концентрации озона

| № п/п | Объём помещения, м ³ | Производительность озонатора, мг/час |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 50 | 0,68 ... 0,91 |
| 2 | 100 | 1,36 ... 1,82 |
| 3 | 200 | 2,72 ... 3,64 |
| 4 | 300 | 4,08 ... 5,46 |
| 5 | 400 | 5,44 ... 7,28 |
| 6 | 500 | 6,8 ... 9,1 |
| 7 | 600 | 8,16 ... 10,92 |
| 8 | 700 | 9,52 ... 12,74 |
| 9 | 800 | 10,88 ... 14,56 |
| 10 | 900 | 12,24 ... 16,38 |
| 11 | 1000 | 13,6 ... 18,2 |

Выводы.

1. Выбраны основные схемы химических реакций диссоциации молекулярного кислорода, образования и распада озона для разработки модели оптимального равновесного содержания озона в воздухе помещения.

2. Предложены дифференциальные уравнения математической модели оптимального равновесного содержания озона в воздухе помещения.

3. Исходная система трёх дифференциальных уравнений, описывающая сложные реакции диссоциации кислорода, образования и распада озона, упрощена до системы двух дифференциальных уравнений, описывающих реакцию первого порядка.

4. Выполнено аналитическое решение дифференциальных уравнений, позволяющее оценить влияние различных параметров участников реакций на оптимальную равновесную концентрацию озона в воздухе помещения.

5. Введено понятие активной концентрации молекулярного кислорода, то есть доли молекул кислорода – участников реакций диссоциации кислорода, образования и распада озона. Определено значение активной концентрации молекулярного кислорода для принятых значений констант мономолекулярной реакции диссоциации молекулярного кислорода, три-молекулярной реакции образования озона и бимолекулярной реакции распада озона.

6. Получены интегральные уравнения зависимости концентрации молекулярного кислорода и озона от времени для воздуха помещений.

7. Определён диапазон скоростей образования озона, обеспечивающий через 2-3 часа работы озонатора 94...98 % оптимальной равновесной концентрации озона при температуре воздуха помещения 20 °С.

8. Определена зависимость продуктивности озона от объёма помещения при непрерывной работе озонатора для получения оптимальной равновесной концентрации озона в воздухе помещения, которая изменяется от 0,68...0,91 мг/час (для 50 м³) до 13,6...18,2 мг/час (для 1000 м³).

Список литературы

1. Гаврилов, Р.И. Электротехнологии озонирования в сельском хозяйстве / Р.И. Гаврилов // Роль молодых учёных-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской НПК 27–29 октября 2015. – С. 149–153.

2. Кочетков, Н.П. Виды коронного разряда для озонирования воздуха / Н.П. Кочетков, Р.И. Гаврилов // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской НПК. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. Т. 2. – С. 210–213.

3. Кочетков, Н.П. Разработка схемы измерения малых токов коронного разряда переменного тока промышленной частоты / Н.П. Кочетков, Р.И. Гаврилов // Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной НПК 14-17.02.2017. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 1. – С. 274–277.

4. Кочетков, Н.П. Исследование вольтамперной характеристики коронного разряда переменного тока промышленной частоты / Н.П. Кочетков, Р.И. Гаврилов // Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной НПК 14-17.02.2017. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 1. – С. 278–281.

5. Леванов, А.В. Введение в химическую кинетику / А.В. Леванов, Э.Е. Антипенко. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 51 с.

6. Лунин, В.В. Физическая химия озона / В.В. Лунин, М.П. Попович, С.Н. Ткаченко. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 480 с.

7. Методические указания: методические рекомендации по применению озона. ЭКОНАУ. ООО «Свежие технологии». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekonow.ru>, свободный.

8. Райзер, Ю.П. Физика газового разряда: учеб. руководство для вузов / Ю.П. Райзер. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1992. – 536 с.

9. Криштафович, И.А. Ионный ветер и его применение / И.А. Криштафович, Ю.А. Криштафович. – 2013. – Режим доступа: <http://www.treeair.com/ion.pdf>

10. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 71 с.

11. Ono, Ryo; Oda, Tetsuji. Dynamics of ozone and OH radicals generated by pulsed corona discharge in humid-air flow reactor measured by laser spectroscopy // Journal of Applied Physics. – 2003. – Vol.93. – Issue 10. – P. 5876–5883.

12. Ma, Hongbin; Qiu, Yuchang. A study of Ozone Synthesis in Coaxial Cylinder Pulse Streamer Corona Discharge Reactors // Ozone: Science & Engineering. – 2003. – Vol.25. – Issue 2. – P. 127–136.

Spisok literatury

1. Gavrilov, R.I. Jelektrotehnologii ozonirovanija v sel'skom hozjajstve / R.I. Gavrilov // Rol' molodyh uchenyh – innovatorov v reshenii zadach po uskorenному импортозамещению sel'skoho zjajstvennoj produkcii: materialy Vserossijskoj NPK 27–29 oktjabrja 2015. – S. 149–153.

2. Kochetkov, N.P. Vidy koronnogo razrjada dlja ozonirovanija vozduha / N.P. Kochetkov, R.I. Gavrilov // Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK dlja prodovol'stvennogo importozameshhenija: materialy Vserossijskoj NPK. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA, 2016. – T. 2. – S. 210-213.

3. Kochetkov, N.P. Razrabotka shemy izmerenija malyh tokov koronnogo razrjada peremennogo toka promyshlennoj chastoty / N.P. Kochetkov, R.I. Gavrilov // Nauchno obosnovannye tehnologii dlja intensivkacii sel'skoho zjajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj NPK 14-17.02.2017. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA, 2017. – T. 1. – S. 274-277.

4. Kochetkov, N.P. Issledovanie vol'tampernoj harakteristiki koronnogo razrjada peremennogo toka promyshlennoj chastoty / N.P. Kochetkov, R.I. Gavrilov // Nauchno obosnovannye tehnologii dlja intensivkacii sel'skoho zjajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj NPK 14-17.02.2017. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA, 2017. – T. 1. – S. 278-281.

5. Levanov, A.V. Vvedenie v himicheskiju kinetiku / A.V. Levanov, Je.E. Antipenko. – M.: Izd-vo MGU, 2006. – 51 s.

6. Lunin, V.V. Fizicheskaja himija ozona / V.V. Lunin, M.P. Popovich, S.N. Tkachenko. – M.: Izd-vo MGU, 1998. – 480 s.

7. Metodicheskie ukazanija: metodicheskie rekomendacii po primeneniju ozona. JeKONAU. ООО «Svezhie tehnologii». [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ekonow.ru>, svobodnyj.

8. Rajzer, Ju.P. Fizika gazovogo razrjada: uceb. rukovodstvo dlja vuzov / Ju.P. Rajzer. – M.: Nauka, gl. red. fiz.-mat. lit., 1992. – 536 s.

9. Krishtafovich, I.A. Ionnyj veter i ego primenenie / I.A. Krishtafovich, Ju.A. Krishtafovich. – 2013. URL: <http://www.treeair.com/ion.pdf>

10. GOST 12.1.005-88. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovanija k vozduhu rabochej zony. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. – 71 s.

11. Ono, Ryo; Oda, Tetsuji. Dynamics of ozone and OH radicals generated by pulsed corona discharge in humid-air flow reactor measured by laser spectroscopy // Journal of Applied Physics, 2003. – Vol. 93, Issue 10. – S. 5876–5883.

12. Ma, Hongbin; Qiu, Yuchang. A study of Ozone Synthesis in Coaxial Cylinder Pulse Streamer Corona Discharge Reactors // Ozone: Science & Engineering, 2003. – Vol. 25, Issue 2. – S. 127–136.

Сведения об авторах:

Кочетков Николай Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, электрооборудования и электроснабжения. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nkochetkof@mail.ru).

Гаврилов Роман Иванович – аспирант кафедры электротехники, электрооборудования и электроснабжения. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: romanfildef@gmail.com).

N.P. Kochetkov, R.I. Gavrilo
Izhevsk State Agricultural Academy

**MODELLING OF OPTIMAL EQUILIBRIUM OZONE CONCENTRATION
IN THE ROOM AIR**

The main problem of ozone indoor air is the need to limit the time of their operation and control ozone concentrations with the given the norms set up. Modelling of processes of formation and decay of ozone in indoor air allows you to define specific values of ultra-low ozone concentrations in continuous operation of the ozonator, which is an urgent task. The aim of the work is mathematical modelling of the optimal equilibrium concentrations of ozone in indoor air. The tasks are are: to formulate the basic provisions and admitting assumptions; the selection of the main reactions of formation and decay of ozone; provide a system of differential equations to optimal equilibrium concentrations of ozone in the air; to carry out mathematical modelling of optimal equilibrium concentrations of ozone in indoor air. Material and methods: 1) physical chemistry of ozone; 2) methods of chemical kinetics of homogeneous environments; 3) differential and integral calculations. Reactions of formation and decay of ozone flow through the intermediate – atom of oxygen. The reaction of formation and decay of atomic oxygen is a feedback reaction, and the equilibrium in this reaction is achieved almost instantly. This allows to apply the method of quasistationary concentrations for atomic oxygen. Thus, the initial system of three differential equations, describing complex reaction of dissociation of molecular oxygen, formation and decay of ozone, is simplified to a system of two differential equations describing the first stage reaction. By solving the system of differential equations corresponding to the Cauchy problem for the concentrations of molecular oxygen and ozone equations for the dependencies of ozone and molecular oxygen on time. Introduced is the concept and the values of the activity concentration of molecular oxygen for a range of optimal equilibrium ozone concentration in the room air (0,03... 0,04 mg/m³) has been defined. The range of speeds for the formation of ozon has been also determined, that provides after 2-3 hours of operation of the ozonator 94...98 % of the optimal equilibrium ozone concentration at the room air temperature 20 0C. Determined are the specific values of ultralow concentrations of ozone (mg/hr) with continuous operation of the ozonator in a particular space volume varying from 0,68...0,91 (50 m³) to 13,6 ...18,2 (1000 m³).

Key words: ozonation of indoor air; optimum ozone concentration; modeling optimal equilibrium concentrations of ozone in indoor air.

Authors:

Kochetkov Nikolay Petrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electroengineering and Power Maintenance. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: nkochetkof@mail.ru).

Gavrilo Roman Ivanovich – Undergraduate student, Department of Electroengineering and Power Maintenance, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426029, Russian Federation, e-mail: romanfildef@gmail.com).

УДК 631.53.027.34:621.384.2

Н.П. Кондратьева, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая, Р.И. Корепанов,
И.Р. Ильясов, А.И. Батулин, В.М. Литвинова, О.М. Филатова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СВЕТОДИОДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Ввиду того, что до 95 % урожая формируется под действием фотосинтетически активной радиации (ФАР), поэтому при выращивании растений из южных стран у нас в стране с помощью искусственных источников излучения необходимо особенно внимательно относиться к подбору спектра излучения ламп. В противном случае эффективность использования искусственных источников излучения снижается, а себестоимость продукции повышается. Нами разработана светодиодная облучательная установка с возможностью имитации спектральной плотности излучения конкретного региона. Техническая реализация этого возможна с помощью программируемых логических контроллеров, а также микропроцессоров.

С появлением разноцветных светодиодов и светодиодных лент появилась возможность создавать наиболее эффективный для конкретной культуры спектр излучения. При этом эти фитоустановки являются экологически чистыми, пожаро- и электробезопасными и энергоэффективными.

Разработанная нами система управления работой светодиодных облучательных установок позволяет получить требуемую дозу спектральной плотности излучения зоны ФАР и снизить потребление электрической энергии на 40...50 %.

Ключевые слова: алгоритм работы; микропроцессорная система дозирования; программируемые логические контроллеры (ПЛК); система автоматического управления; фотосинтетически активная радиация (ФАР); спектральные составляющие зоны ФАР; светодиодные облучательные установки.

Актуальность. Анализ специальной литературы показал, что имеется широкий ассортимент облучательных установок для растений, но в них не регулируется спектральная плотность составляющих зоны ФАР. С появлением разноцветных светодиодов появилась возможность создавать наиболее эффективный и изменяющийся спектр излучения [1]. При грамотном управлении разноцветными светодиодными облучательными установками микропроцессорными системами дозирования (МСД) можно получать требуемую дозу спектральной плотности излучения зоны ФАР. Поэтому разработка МСД для экологически чистых, пожаро- и электробезопасных, эффективных интеллектуальных светодиодных установок, позволяющих существенно снизить расход электрической энергии и повысить продуктивность растений, является актуальной задачей [11, 12, 13, 14, 15].

Целью работы является разработка системы микропроцессорного дозирования (МСД), позволяющей повысить продуктивность биологических объектов и существенно снизить потребление электроэнергии на электрооблучение.

Задачи исследования:

1. Разработать структурную схему работы МСД.

2. Провести анализ существующих программируемых логических контроллеров (ПЛК).

3. Разработать конструктивное решение, аппаратное и программное обеспечение для реализации МСД.

Методы. На кафедре «Автоматизированный электропривод» ФГБОУ ВО Ижевской ГСХА с 2009 по настоящее время аспирантами, магистрами, бакалаврами кафедры проводятся исследования по влиянию спектрального состава излучения LED-фитоустановок на рост и развитие растений с целью разработки интеллектуальных светодиодных фитоустановок [16, 17, 18, 19, 20, 21].

Для этой светодиодной фитоустановки нами была разработана МСД на базе ПЛК реле Zelio Logic фирмы Schneider Electric (рисунок 1).

МСД автоматически включает установки при уменьшении освещённости (облучённости) менее 4 клк, что позволяет поддерживать необходимую освещённость в течение суток.

В опытах 2016 и 2017 гг. нами разработаны фитоустановки на светодиодных лентах. В светодиодной ленте находятся три вида диодов: красные, зеленые и синие, соединенные последовательно. Излучение имеет лилово-бордовый цвет, аналогичное излучению разрядных фитоламп типа ЛФ40-1 и ЛФ-40-2, разработанных учёными Ю.М. Жилинским и В.Д. Куминым в 60-х годах прошлого столетия.

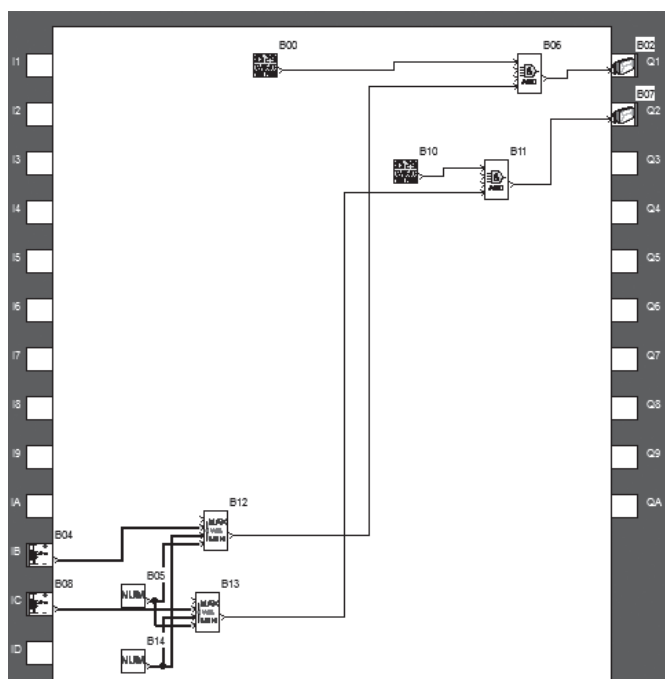


Рисунок 1 – МСД, реализованная на интеллектуальном реле ZelioLogic

Для реализации МСД для светодиодных лент также целесообразно использовать ПЛК. Например, интеллектуальное реле Zelio Soft фирмы Schneider Electric или, с учётом политики импортозамещения, фирмы ОВЕН. Оба ПЛК обладают широкими возможностями, что объясняет их достаточно высокую стоимость. Поэтому для разработки интеллектуальной светодиодной фитоустановки мы использовали для смешивания цветов в требуемой пропорции микроконтроллер ATmega328, который прост в использовании и имеет доступную цену в пределах 250...450 руб.

Для получения требуемого для растений спектра излучения мы с помощью микропроцессора стали смешивать цвета.

Существует два способа смешивания цветов: аддитивный и субтрактивный.

Аддитивное смешение цветов – метод синтеза цвета, основанный на сложении цветов непосредственно излучающих объектов. Стандартом для аддитивного смешения цветов является модель цветового пространства RGB. Смешивая в определённом соотношении три основных цвета – красный (red), зелёный (green) и синий (blue), можно воспроизвести большинство воспринимаемых человеком цветов (рисунок 2). Аддитивное смешение используется в компьютерных мониторах или телевизионных экранах, цветное изображение на которых получается из красных, зелёных и синих точек.



Рисунок 2 – Аддитивное смешение цветов: слева по часовой стрелке: G (зелёный) → R (красный) → B (синий)

В противоположность аддитивному смешению цветов существуют схемы субтрактивного синтеза. В этом случае цвет формируется за счёт вычитания определённых цветов из белого света. Самая распространённая модель субтрактивного синтеза – СМΥК (рисунок 3).

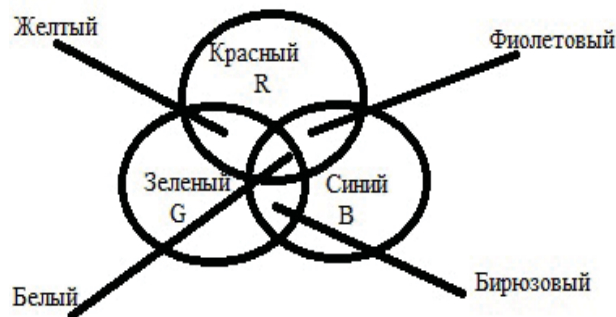


Рисунок 3 – Модель субтрактивного смешивания цветов: слева по часовой стрелке: синий → красный → жёлтый

Заключительная стадия процесса цветовоспроизведения по субтрактивному методу используется, например, для определения цвета (модели СМΥК и RYB), или для получения звука (вычитание волн, к примеру синтезатор Subtractor из популярной музыкальной программы Propellerhead Reason).

Белый свет – это электромагнитное излучение видимого диапазона, которое вызывает у наблюдателя с нормальным цветовым зрением световое ощущение, нейтральное по отношению к цвету. Спектр белого света может быть как непрерывным (например, тепловое излучение тела, нагретого до температуры, близкой к температуре фотосферы Солнца, около 6000 К), так и линейчатым. В последнем случае спектр белого света составляют как минимум три монохроматических излучения, вызывающих отклик у светочувствительных клеток человеческого глаза трёх различных типов. Белый свет может быть также получен в результате смешения двух излучений с дополнительными цветами. Осветительные приборы, кроме специальных случаев, должны создавать белый свет.

Для реализации нашей задачи мы использовали аддитивное смешение цветов, при помощи которого были получены необходимые дозы спектральных составляющих зоны ФАР. В таблице 1 приведены расчёты, где на основе аддитивного смешивания цветов мы получаем необходимые значения для написания САУ.

На основе закона аддитивного смешения мы разработали математическую модель по смешиванию цветов [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27].

Таблица 1 – Разложение цветов жёлтого и пурпурного

| Цвета | Требуемое процентное содержание цветов | Процентное содержание цветов после первого этапа | Процентное содержание цветов после второго этапа | Фактическое процентное содержание цветов в излучении от LED-фитооблучателя | Значение каждого цвета в контроллере по цветовой модели RGB |
|-------------|--|--|--|--|---|
| Обозначение | – | – | С | К | З |
| Размерность | % | % | % | % | о. е. |
| Красный | 28 | 39 | 43 | 100 | 255 |
| Жёлтый | 22 | | | | |
| Зелёный | 20 | 31 | 31 | 72,09 | 183 |
| Синий | 16 | 16 | 22 | 51,16 | 130 |
| Фиолетовый | 8 | 8 | | | |

Из таблицы 1 видно, что на первом этапе происходит разложение жёлтого света по закону смешивания цветов, на втором этапе – разложение фиолетового света по закону аддитивного смешения цветов. Далее мы вычисляем фактическое процентное содержание цветов в излучении от LED-фитооблучателя. Делаем это при помощи пропорции. Ввиду того, что красный свет преобладает, то принимаем его процентное содержание в фактическом излучении фитооблучателя равным 100 %. Это оз-

начает, что светодиоды красного цвета будут гореть своим максимальным накалом. Далее рассчитываем процентное содержание для зелёного и синего светодиодов.

$$K_{\text{ЗЕЛ}} = \frac{C_{\text{ЗЕЛ}} \cdot K_{\text{КР}}}{C_{\text{КР}}} = \frac{31 \cdot 100}{43} = 72,09;$$

$$K_{\text{СИН}} = \frac{C_{\text{СИН}} \cdot K_{\text{КР}}}{C_{\text{КР}}} = \frac{22 \cdot 100}{43} = 51,16,$$

где С – процентное содержание цвета в дозе после разложения цветов по закону аддитивного смешения,

K – фактическое процентное содержание цветов в излучении от фитооблучателя.

Далее рассчитываем внутреннее значение для управления светодиодами. Это значение выдает аналоговую величину (ШИМ волну) на порт выхода. Период рабочего цикла значение между 0 (полностью выключено) и 255 (сигнал подан постоянно) определяется из выражения:

$$Z_{\text{ЗЕЛ}} = \frac{K_{\text{ЗЕЛ}} \cdot Z_{\text{КР}}}{K_{\text{КР}}} = \frac{72,09 \cdot 255}{100} = 72,09:$$

$$Z_{\text{СИН}} = \frac{K_{\text{СИН}} \cdot Z_{\text{КР}}}{K_{\text{КР}}} = \frac{51,16 \cdot 255}{100} = 130,$$

где Z – значение каждого цвета в контроллере по цветовой модели RGB.

Полученные расчётным путем значения были внесены в программу контроллера, который управляет светодиодным фитооблучателем. На рисунке 4 показана схема МСД для автоматического управления облучательной установкой.

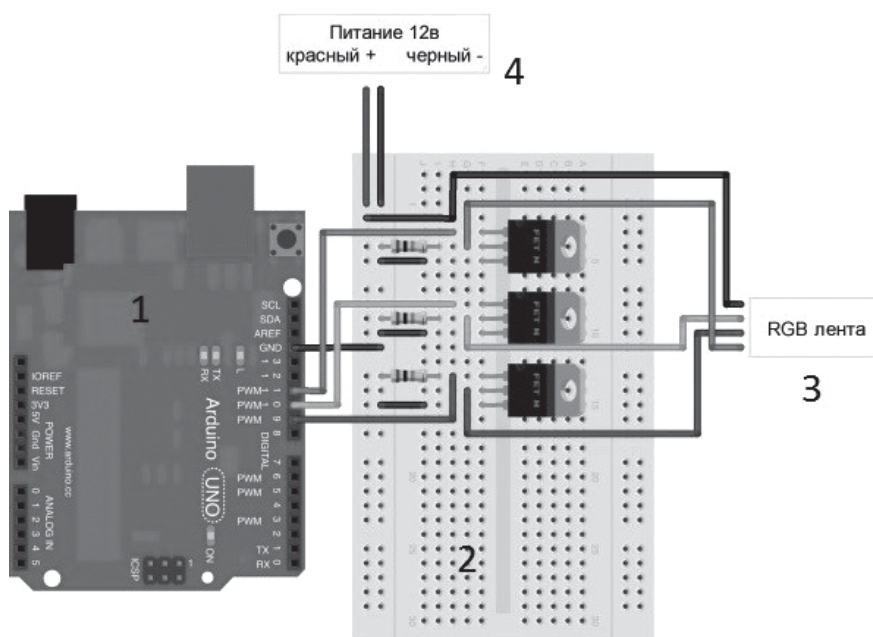


Рисунок 4 – Схема МСД для управления светодиодной облучательной установкой:
1 – плата Arduino uno (Ардуино уно) с вмонтированным в него микроконтроллером ATmega328;

2 – макетная плата с установленными транзисторами; 3 – светодиодная облучательная фитоустановка; 4 – источник питания 12 В.

Исходя из удобства загрузки программы в контроллер и удобства написания алгоритма программы была выбрана плата Ардуино уно с вмонтированным в нее микроконтроллером ATmega328.

Существует несколько методов написания программы для микроконтроллера:

Написание программы на платформе Arduino UNO (Ардуино уно). Этот способ более экономичен, но для его реализации необходима покупка дополнительного модуля, который дает возможность отслеживать время работы, т. к. у самого контроллера функций настройки и сохранения времени нет.

Написание программы на персональном компьютере (ПК) для передачи на микроконтроллер временных характеристик. В этом случае микроконтроллер получает данные

о времени от ПК. Однако для реализации этого способа необходимо составление алгоритмов для двух программ, что делает этот способ более трудоемким.

Написание программы на ПК. В этом случае микроконтроллер полностью управляется от ПК. В микроконтроллер загружается базовый протокол Firmata, который предоставляет возможность для коммуникации между микроконтроллером и программным обеспечением (ПО) компьютера.

Для реализации проекта микропроцессорной системы дозирования (МСД) мы выбрали именно третий способ составления программы, несмотря на то, что он менее экономичен, но, принимая во внимание то, что этот вариант более удобен для процедуры отладки программы, чем остальные, и на этапе проверки и первичного внедрения программы является менее затратным. Программа работает в фоновом режиме и не влияет на работоспособность ПК.

Для создания ПО для компьютера был выбран открытый язык программирования Processing, основанный на Java. Язык программирования Processing позволяет программировать изображения, анимацию и интерфейсы.

На рисунке 5 приведена структурная схема управления LED-фитооблучателем, в которой ПК через USB-интерфейс управляет дозирование ФАР через микроконтроллер. В свою очередь микроконтроллер при помощи ШИМ управляет транзисторами, собранными на плате. База транзисторов подключается к выходам микроконтроллера, коллектор подключается к светодиодной ленте определённого цвета, а эмиттер подключается к земле «GND».

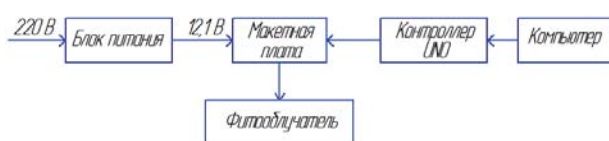


Рисунок 5 – Структурная схема управления LED-фитооблучателем с помощью МСД

Между базой и выводом контроллера установлен резистор сопротивлением 100–220 Ом. К микроконтроллеру UNO подключается источник питания напряжения 9–12 Вольт, а +12 В от светодиодной ленты необходимо подключить к выводу Vin контроллера. Можно использовать два отдельных источника питания, только нельзя соединить «GND» источника и контроллера. Управление транзисторами осуществляется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Это позволит транзисторам открывать свой затвор в зависимости от полученного задания (0–5 В) и этим управлять накалом светодиодов. Питание LED-фитооблучателя осуществляется от компьютерного блока питания IW – P250A2 – 0. Для удобства регулирования напряжения в цепочку управления блока питания IW – P250A2 – 0 был вмонтирован переменный резистор.

На рисунке 6 показана виртуальная часть программы МСД спектральных составляющих зоны ФАР.



Рисунок 6 – Виртуальная часть программы МСД спектральными составляющими зоны ФАР

Программа представляет собой циклический алгоритм работы с контролем времени облучения растений, а также с датой начала и окончания облучения.

Программа занесена в папку автозапуска компьютера. Это даст возможность при перезапуске системы компьютера запустить программу без помощи человека, соответственно восстановить работу облучателя самостоятельно, т. к. время и дату программа берет из системы компьютера.

Результаты и выводы. Разработанная МСД для управления работой светодиодных облучательных фитоустановок прошла испытания и показала следующие результаты, выражающиеся в экономии электроэнергии на 40...50 % [2, 17].

Выводы

1. Выращивание растений с помощью искусственных источников излучения заставляет особенно внимательно относиться к подбору спектральной плотности излучения ламп.

Иначе эффективность использования искусственных источников излучения снижается, а себестоимость продукции повышается.

2. Разработанные МСД работой разноцветных светодиодных облучательных установок позволяют обеспечить требуемый спектр в течение периода выращивания растений.

3. Разработанные ленточные светодиодные облучательные установки являются электро- и пожаробезопасными, экологически чистыми и энергоэффективными, позволяющими на 40...50 % снизить расход электрической энергии.

Список литературы

1. Каюмов, М.К. Программирование урожая с/х культур // М.К. Каюмов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
2. Большин, Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодными (LED) фитоустановками / Автореферат на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М.: ВИЭСХ. – 2016. – С. 136.
3. Кондратьева, Н.П., Валеев, Р.А. Анализ солнечного спектра // В сборнике: Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – С. 37–40.
4. Большина, Н.П. Облучательные установки с газоразрядными в промышленном цветоводстве / Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства. Москва: МИИСП им. В.П. Горячкина, 1985. – 137 с.
5. Кондратьева, Н.П. Повышение эффективности электрооблучения растений в защищенном грунте / Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Москва: ВИЭСХ, 2003. – 250 с.
6. Кондратьева, Н.П., Юран, С.И., Владыкин, И.Р., Баранова, И.А., Козырева, Е.А., Баженов, В.А. Прогрессивные электротехнологии и электрооборудование // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 2 (57). С. 49–57.
7. Кондратьева, Н.П., Стерхова, Т.Н., Владыкин, И.Р. Прогрессивные электротехнологии для защищенного грунта на предприятиях АПК Удмуртской Республики // Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings Proceedings of the 3th International scientific conference. Editor Ludwig Siebenberg. – 2013. – С. 103–106.
8. Кондратьева, Н.П., Краснолуцкая, М.Г., Большин, Р.Г. Прогрессивные электротехнологии электрооблучения для меристемных растений // Актуальные вопросы и тенденции развития в современной науке: материалы II Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 55–63.
9. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А.А. Ничипорович. – М.: Наука, 1963. – 158 с.
10. Кондратьева, Н.П., Коломиец, А.П., Большин, Р.Г., Краснолуцкая, М.Г. Энергосберегающие электротехнологии электрооблучения меристемных растений // Актуальные проблемы энергетики АПК: VI Международная научно-практическая конференция. Под общей редакцией В.А. Трушкина. – 2015. – С. 104–107.
11. Кондратьева, Н.П., Краснолуцкая, М.Г., Лещев, А.С., Большин, Р.Г. Обоснование параметров комбинированного режима облучения растений на основе особенностей фотосинтеза // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2016. – С. 431–435.
12. Кондратьева, Н.П., Большин, Р.Г., Краснолуцкая, М.Г. Энергоэффективные энергосберегающие светодиодные облучательные установки // Вестник ВИЭСХ. – 2016. – № 3 (24). – С. 48–53.
13. Кондратьева, Н.П., Валеев, Р.А., Кондратьева, М.Г., Литвинова В.М. Светодиодная система для облучения меристемных растений // Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». – 2014. – Т. 2. – С. 167–170.
14. Кондратьева, Н.П., Валеев, Р.А. Возможность использования светодиодных RGB-технологий в тепличных комплексах // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – 2013. – С. 44–46.
15. Кондратьева, Н.П., Коломиец, А.П., Большин, Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Повышение эффективности светодиодных фитоустановок (LED-фитоустановок) в защищенном грунте // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (49). – С. 59–69.
16. Кондратьева, Н.П., Корепанов, Р.И., Краснолуцкая, М.Г., Большин, Р.Г. Обоснование параметров светокультуры меристемных растений // Научно-образовательная среда как основа развития АПК и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2016. – С. 425–431.
17. Кондратьева, Н.П., Корепанов, Р.И., Краснолуцкая, М.Г., Большин, Р.Г. Обоснование параметров светодиодных фитоустановок // Электротех-

нологии, оптические излучения и электрооборудование в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти ведущего электротехнолога России академика Ивана Фёдоровича Бородин. – 2016. – С. 81–87.

18. Кондратьева, Н.П., Корепанов, Р.И., Ильясов, И.Р., Сомова, Е.Н., Маркова, М.Г. Результаты опытов по выращиванию меристемных растений под светодиодной фитоустановкой с меняющимся спектральным составом излучения // *Агротехника и энергообеспечение*. – 2017. – Т. 1. – № 14 (1). – С. 5–10.

19. Кондратьева, Н.П., Владыкин, И.Р., Баранова, И.А., Большин, Р.Г., Краснолуцкая, М.Г. Энергосберегающие электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2016. – № 4 (19). – С. 11–16.

20. Кондратьева, Н.П., Широбокова, Т.А., Ильясов, И.Р. Разработка программы управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата на предприятиях АПК // *Роль молодых учёных-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – 2015. – С. 197–199.

21. Соколов, М.Г., Кондратьева, Н.П. Обоснование освоения языков программирования при разработке автоматизированных систем для реализации инновационных электротехнологий на предприятиях АПК // *Инновационные электротехнологии и электрооборудование – предприятиям АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 35-летию факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, 20 апреля 2012 г. ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА*. – 2012. – С. 68–71.

22. Vladykin, I., Riabova, O. Mathematical model of temperature mode for protected ground // *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. – 2017. – Vol. 11. – P. 124–129.

23. Filatova, O.M., Bolshin, R.G., Krasnolutskaia, M.G., Energiesparende Elektrotechnologie mit Nutzung vor RGB-Leds für die meristem Pflanzen. // *Applied Sciences and technologies in the United States and Europe papers of the 1st International Scientific Conference*. edited by Ludwig Siebenberg; technical editor: Peter Meyer, 2015. – S. 50–52.

24. Kondrat'eva, N.P., Koval', N.N., Korolev, Yu.D., Schanin P.M. Spectroscopic Investigation of the Near-Cathode Regions in a low-pressure ARC // *Journal of Physics D: Applied Physics*. – 1999. – T. 32. № 6. – P. 699–705.

25. Kondrat'eva, N.P., Korolev, Yu.D., Koval', N.N., Rabotkin, V.G., Schanin, P.M., Shemyakin, I.A. Nonmonotonic Potential Distribution and Current Quenching Mechanism in Plasma-Filler Diode // *International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV Proceedings of the 17th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV. Part 1 (of 2)*. sponsors: IEEE, American Physical Society, American Vacuum Society, Cooper Power Systems, Lawrence Berkeley

National Laboratory, et al. Berkeley, CA, USA, 1996. – P. 684–687.

Spisok literatury

1. Kajumov, M.K. Programirovanie urozhaev s/h kul'tur // M.K. Kajumov – M.: Agropromizdat, – 1989. – 320 s.

2. Bol'shin, R.G. Povyshenie jeffektivnosti obluchenija meristemnyh rastenij kartofelja svetodiodnymi (LED) fitoustanovkami / Avtoreferat na soisk. Uch.step. kand. tehn. nauk., Moskva: VIJeSH, 2016. – S. 136

3. Kondrat'eva, N.P., Valeev, R.A. Analiz solnechnogo spektra // *Nauchnoe obespechenie APK. Itogi i perspektivy materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 70-letiju FGBOU VPO Izhevskaja GSHA. FGBOU VPO Izhevskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija*. – 2013. – S. 37–40.

4. Bol'shina, N.P. Obluchatel'nye ustanovki s gazozarjadnymi v promyshlennom cvetovodstve / Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk / Moskovskij institut in-zhenerov sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. Moskva: MIISP im. V.P. Gorjachkina, 1985. – 137 s.

5. Kondrat'eva, N.P. Povyshenie jeffektivnosti jelektroobluchenija rastenij v zashhishhennom grunte / Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskikh nauk / Izhevskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija. Moskva: VIJeSH, 2003. – 250 s.

6. Kondrat'eva, N.P., Juran, S.I., Vladykin, I.R., Baranova, I.A., Kozyreva, E.A., Bazhenov, V.A. Progressivnye jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie // *Vestnik NGIJeI*. – 2016. – № 2 (57). – S. 49–57.

7. Kondrat'eva, N.P., Sterhova, T.N., Vladykin, I.R. Progressivnye jelektro-tehnologii dlja zashhishhenного grunta na predpriyatijah APK Udmurtskoj Respubliki // *Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings Proceedings of the 3th International scientific conference*. Editor Ludwig Siebenberg. – 2013. – S. 103–106.

8. Kondrat'eva, N.P., Krasnoluckaja, M.G., Bol'shin, R.G. Progressivnye jelektrotehnologii jelektroobluchenija dlja meristemnyh rastenij // *Aktual'nye voprosy i tendencii razvitija v sovremennoj nauke: Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – 2015. – S. 55–63.

9. Nichiporovich, A.A. Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij / A.A. Nichiporovich. – M.: Nauka, 1963. – 158 s.

10. Kondrat'eva, N.P., Kolomic, A.P., Bol'shin, R.G., Krasnoluckaja, M.G. Jenergosberegajushhie jelektrotehnologii jelektroobluchenija meristemnyh rastenij // *Aktual'nye problemy jenergetiki APK: VI Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. Pod obshhej redakciej Trushkina V.A.* – 2015. – S. 104–107.

11. Kondrat'eva, N.P., Krasnoluckaja, M.G., Leshhev, A.S., Bol'shin, R.G. Obosnovanie parametrov

комбинированного режима облучения растений на основе особенностей фотосинтеза // Научно-образовательная среда как основа развития APK и социальной инфраструктуры села: Материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГША). ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2016. – С. 431–435.

12. Kondrat'eva, N.P., Bol'shin, R.G., Krasnoluckaja, M.G. Jenergojefektivnoe jenergosberegajushhie svetodiodnye obluchatel'nye ustanovki // Vestnik VIJeSH. – 2016. – № 3 (24). – С. 48–53.

13. Kondrat'eva, N.P., Valeev, R.A., Kondrat'eva, M.G., Litvinova, V.M. Svetodiodnaja sistema dlja oblucheniya meristemnyh rastenij // Trudy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii Jenergoobespechenie i jenergosberezhenie v sel'skom hozjajstve. – 2014. – Т. 2. – С. 167–170.

14. Kondrat'eva, N.P., Valeev, R.A. Vozmozhnost' ispol'zovaniya svetodiodnyh RGB-tehnologij v teplichnyh kompleksah // Agrarnaja nauka – innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennyh uslovijah: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – 2013. – С. 44–46.

15. Kondrat'eva, N.P., Kolomic, A.P., Bol'shin, R.G., Krasnoluckaja, M.G. Povysenie jeffektivnosti svetodiodnyh fitoustanovok (LED-fitoustanovok) v zashhishennom grunte // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozjajstvennoj akademii. – 2016. – № 4 (49). – С. 59–69.

16. Kondrat'eva, N.P., Korepanov, R.I., Krasnoluckaja, M.G., Bol'shin, R.G. Obosnovanie parametrov svetokul'tury meristemnyh rastenij // Nauchno-образовательная среда как основа развития агропрмышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГША). ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2016. – С. 425–431.

17. Kondrat'eva, N.P., Korepanov, R.I., Krasnoluckaja, M.G., Bol'shin, R.G. Obosnovanie parametrov svetodiodnyh fitoustanovok // Jelektrotehnologii, opticheskie izlucheniya i jelektrooborudovanie v APK: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati vedushhego jelektrotehnologa Rossii akademika Ivana Fjodorovicha Borodina. – 2016. – С. 81–87.

18. Kondrat'eva, N.P., Korepanov, R.I., Il'jasov, I.R., Somova, E.N., Markova, M.G. Rezul'taty opytov po vyrashhivaniyu meristemnyh rastenij pod svetodiodnoj

fitoustanovkoj s menjajushhimsja spektral'nyim sostavom izlucheniya // Agrotehnika i jenergoobespechenie. – 2017. – Т. 1. – № 14 (1). – С. 5–10.

19. Kondrat'eva, N.P., Vladykin, I.R., Baranova, I.A., Bol'shin, R.G., Krasnoluckaja, M.G. Jenergosberegajushhie jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie v sel'skom hozjajstve. // Innovacii v sel'skom hozjajstve. – 2016. – № 4 (19). – С. 11–16.

20. Kondrat'eva, N.P., Shirobokova, T.A., Il'jasov, I.R. Razrabotka programmy upravleniya PLK dlja regulirovaniya parametrov mikroklimata na predpriyatijah APK // Rol' molodyh uchenyh-innovatorov v reshenii zadach po uskorennomu importozameshheniju sel'skohozjajstvennoj produkcii: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2015. – С. 197–199.

21. Sokolov, M.G., Kondrat'eva, N.P. Obosnovanie osvoeniya jazykov programmirovaniya pri razrabotke avtomatizirovannyh sistem dlja realizacii innovacionnyh jelektrotehnologij na predpriyatijah APK // Innovacionnye jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie – predpriyatijah APK: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 35-letiju fakul'teta jelektrifikacii i avtomatizacii sel'skogo hozjajstva, 20 aprelja 2012 g. ФГБОУ ВПО Ижевская ГША. – 2012. – С. 68–71.

22. Vladykin, I., Riabova, O. Mathematical model of temperature mode for protected ground // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. – 2017. – Т. 11. – С. 124–129.

23. Filatova, O.M., Bolshin, R.G., Krasnolutsкая, M.G. Energiesparende Elektrotechnologie mit Nutzung vor RGB-Leds für die meristem Pflanzen. // Applied Sciences and technologies in the United States and Europe papers of the 1st International Scientific Conference. edited by Ludwig Siebenberg; technical editor: Peter Meyer. – 2015. – С. 50–52.

24. Kondrat'eva, N.P., Koval', N.N., Korolev, Yu.D., Schanin, P.M. Spectroscopic Investigation of the Near-Cathode Regions in a low-pressure ARC // Journal of Physics D: Applied Physics. – 1999. – V. 32. – № 6. – P. 699–705.

25. Kondrat'eva, N.P., Korolev, Yu.D., Koval', N.N., Rabotkin, V.G., Schanin, P.M., Shemyakin, I.A. Nonmonotonic Potential Distribution and Current Quenching Mechanism in Plasma-Filler Di-ode // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV Proceedings of the 17th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV. Part 1 (of 2). sponsors: IEEE, American Physical Society, American Vacuum Society, Cooper Power Systems, Lawrence Berkeley National Laboratory, et al. Berkeley, CA, USA, 1996. – P. 684–687.

Сведения об авторах:

Кондратьева Надежда Петровна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизированного электропривода. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Большин Роман Геннадьевич – кандидат технических наук. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Краснолуцкая Мария Геннадьевна – исследователь. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Корепанов Роман Игоревич – аспирант кафедры «Автоматизированный электропривод». ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Ильясов Ильнур Рависович – аспирант кафедры «Автоматизированный электропривод». ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Батурин Андрей Иванович – аспирант кафедры «Автоматизированный электропривод». ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Литвинова Вера Михайловна – кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Филатова Ольга Михайловна – кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep_isha@mail.ru).

N.P. Kondratieva, G.G. Bolshin, M.G. Krasnolutsкая, R.I. Korepanov, I.R. Ilyasov, A.I. Baturin, V.M. Litvinova, O.M. Filatova

Izhevsk State Agricultural Academy

DEVELOPMENT OF MICROPROCESSOR SYSTEMS FOR AUTOMATIC CONTROL OF THE LED IRRADIATING INSTALLATIONS' WORK

The system of microprocessor dosing exposure of electricity is designed, allowing to increase the productivity of biological objects and significantly reduce the consumption of electricity. While experimenting in 2016 and 2017, we have set up phytostanols on the led strips, which are red, green and blue diodes, connected in series. Radiation is a purple-Burgundy color similar to bit fitolamp of type LF-40-1 and LF-40-2. Irradiation facility mimics the spectral irradiance of a particular region. Technically, this process is implemented, using programmable logic controllers and microprocessors. To obtain the desired spectrum of emission for the plants with microprocessors an additive color mixing is used. Thus, the system automatically admits the installation to reduce illumination (irradiation) by less than 4 kilolux to maintain required illumination during the daytime. The above control system also allows to obtain the required dose of the spectral density of the radiation zone of photosynthetic-active radiation and to reduce the electrical energy consumption by some 40...50%.

Key words: *algorithm; microprocessor dispensing system; programmable logic controllers; automatic control system; the spectral zone photosynthetic active radiation; led irradiator.*

Authors:

Kondratieva Nadezhda Petrovna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Automated Electric Drive Department. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, 426069, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Bolshin Roman Gennadievich – Candidate of Technical Sciences. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, 426069, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Krasnolutsкая Maria Gennadievna – Researcher. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Korepanov Roman Igorevich – Postgraduate student of Automatic Electric Drive Department. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Ilyasov Ilnur Ravisovich – Postgraduate of Automatic Electric Drive Department. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Baturin Andrey Ivanovich – Postgraduate of Automatic Electric Drive Department. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Litvinova Vera Mikhailovna – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign Languages. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).

Filatova Olga Mikhailovna – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign Languages. Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: aep_isha@mail.ru).