

ISSN 1817–5457



ИжГСХА

ВЕСТНИК

Ижевской государственной
сельскохозяйственной академии

№ 2 (58) 2019



Адрес редакции, издательства
и типографии:
426069, Удмуртская Республика,
г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11,
кабинет 404 Б.
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном
каталоге «Пресса России» 40567



Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015.

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

Ответственность за содержание статей
несут авторы публикаций.

Редактор М.А. Дресвянникова
Верстка А.И. Трегубова
Перевод В.Г. Балтачев

Подписано в печать 25.06.2019.
Дата выхода в свет 28.06.2019.
Формат 60x84/8. Тираж 500 экз.
Заказ № 7783. Цена свободная.

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019

ISSN 1817-5457

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

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

Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *С.И. Коконев*

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

И.Ш. Фатыхов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

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 *S.I. Kokonov*

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

I.SH. Fatykhov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

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 University

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

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

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

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 Academy

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 Academy

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|--|----|
| А.А. Астраханцев. Влияние некоторых паратипических факторов на показатели инкубации куриных яиц | 3 |
| П.Н. Безбородов. Физические показатели фекалий в диагностике внутренних незаразных заболеваний пищеварительной системы молочных коров | 13 |
| Н.Х. Сергалиев, М.Г. Какишев, Н.С. Гинаятв, Е.Е. Андронов, А.Г. Пинаев. Изучение микробиома шипов, выращиваемых в условиях замкнутого водоснабжения с применением методов метагеномики. | 19 |
| И.Ш. Фатыхов, Ч.М. Исламова, Б.Б. Борисов. Реакция агрофитоценоза яровой пшеницы ирень на абиотические условия. | 29 |
| Е.В. Хардина, О.А. Краснова. Оптимизация сроков хранения охлаждённой свинины за счёт использования природных антиоксидантов. | 37 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

| | |
|---|----|
| А.Г. Ипатов, Е.В. Харанжевский, С.Н. Шмыков. Восстановление рабочих поясков золотников гидравлических распределителей лазерным напеканием порошковых материалов. | 45 |
| Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин, В.А. Баженов, И.А. Баранова, А.И. Багурин. Развитие средств автоматизации для управления световым режимом в птицеводстве | 52 |
| Е.А. Максимов. Динамика распределения отказов тракторов в зависимости от условий эксплуатации | 62 |
| В.И. Ширококов, О.С. Фёдоров, А. Г. Ипатов. Анализ качества измельчённого зерна при использовании дробилок открытого и закрытого типов | 69 |

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

| | |
|---|----|
| A.A. Astrakhansev. Influence of some paratypical factors on the indicators of chicken eggs incubation. | 3 |
| P.N. Bezborodov. Physical indicators of feces in diagnostics of the internal non-transmissible diseases of the dairy cows' digestive system | 13 |
| N.Kh. Sergaliev, N.S. Ginayatov, M.G. Kakishev, Y.E. Andronov, A.G. Pinaev. The study of the microbiome spiny sturgeon grown up under closed water supply with the metagenomic methods used. | 19 |
| I.Sh. Fatykhov, Ch.M. Islamova, B.B. Borisov. Reaction of the spring wheat iren' agrofytocenosis to abiotic conditions. | 29 |
| E.V. Hardina, O.A. Krasnova. Optimization of storage time of chilled pork through the use of natural antioxidants. | 37 |

TECHNICAL SCIENCES

| | |
|--|----|
| A.G. Ipatov, Y.V. Kharanzhevsky, S.N. Shmykov. Restoration of working belts for hydraulic distributors' valve spools by means of laser sintering powder materials | 45 |
| N.P. Kondratieva, I.R. Vladykin, I.A. Baranova, S.I. Yuran, V.A. Bazhenov, A.I. Baturin. Development of means of automatics for light-control management in poultry farming | 52 |
| E.A. Maksimov. Dynamics of tractors' failure distribution depending on running conditions. | 62 |
| V.I. Shirobokov, O.S. Fyodorov, A.G. Ipatov. Analysis of crushed grain quality when using crushers of open and closed types | 69 |

УДК 636.5.082.474

А.А. Астраханцев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИНКУБАЦИИ КУРИНЫХ ЯИЦ

Влияние паратипических факторов на ход эмбрионального развития и результаты инкубации представляется актуальным направлением исследований. В ходе исследования были изучены следующие паратипические факторы: влияние возраста кур родительского стада и сроков хранения на показатели инкубации яиц. Были сформированы 2 группы, куда входили партии инкубационных яиц кур кроссов «Ломанн-Браун-Классик» и «Ломанн-ЛСЛ-Классик». Внутри каждой группы выделили 3 варианта в зависимости от возраста кур-несушек. Каждый вариант характеризовали в зависимости от срока хранения яиц перед закладкой в инкубаторы. Возраст родительского стада как паратипический фактор, влияющий на показатели инкубации яиц кур, рассматривался в увязке со сроком их хранения. Данная увязка продиктована особенностями процесса подготовки яйца в инкубатории в зависимости от этих двух факторов. С увеличением возраста родительского стада кур рассматриваемых кроссов достоверно повышается потеря массы яиц при инкубации как на 7–7,5, так и на 18–18,5 сутки. У кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» было выявлено увеличение количества неоплодотворённого яйца с повышением возраста птицы. У кур кросса «Ломанн-ЛСЛ-Классик» количество неоплодотворённого яйца увеличивалось, но в возрасте родительского стада 42–58 недель уменьшалось, и эта тенденция выявлена во всех исследуемых вариантах сроков хранения. Возраст родительского стада кур кросса «Ломанн-ЛСЛ-Классик» не оказал значительного влияния на «раннюю эмбриональную смертность» и количество «замерших» эмбрионов. С повышением возраста кур наблюдалось увеличение категории «кровь-кольца» у партий яиц, хранившихся до 10 суток. У партий яиц, хранившихся свыше 10 суток, тенденция была обратной – большее количество «кровь-кольца» было у молодой птицы, и с возрастом данный показатель снижался. С увеличением возраста родительского стада кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» улучшается развитие на первом этапе эмбрионального периода, так как снижается РЭС. Срок хранения яиц кур не оказывает достоверного влияния на категории «ранняя эмбриональная смертность», «замершие», «задохлики», бой и выход массы цыплят.

Ключевые слова: инкубация, срок хранения, яйцо, возраст кур, эмбрионы.

Актуальность. Яйцо сельскохозяйственной птицы является уникальным биологическим объектом для исследования. Кроме того, куриное яйцо является ценным продуктом питания и основным материалом для инкубации. Использование искусственной инкубации является устоявшимся приёмом промышленного птицеводства, от которого зависят как темпы воспроизводства, так и качество ремонтного молодняка. Биологические особенности птицы предопределили полный контроль человека над процессом эмбрионального развития в ходе искусственной инкубации [1]. В связи с этим влияние паратипических факторов на ход эмбрионального развития и результаты инкубации представляется актуальным направлением исследований. По данному направлению имеется ряд научных исследований и практических результатов [2, 3, 4, 7]. Однако, ввиду быстрого совершенствования продуктивных качеств современных кроссов сельскохозяйственной птицы исследования такого рода должны быть продолжены.

Цель и задачи исследования. Целью научного исследования было выявление воздействия некоторых паратипических факторов на результаты инкубации яиц кур яичных кроссов.

В соответствии с целью исследования в работе поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние возраста родительского стада кур кроссов «Ломанн-Браун-Классик» и «Ломанн-ЛСЛ-Классик» на ход эмбрионального развития и результаты инкубации яиц;

2. Проанализировать влияние сроков хранения на ход эмбрионального развития и результаты инкубации яиц кур изучаемых кроссов.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в инкубатории ООО «Птицефабрика «Вараксино» Удмуртской Республики и лаборатории птицеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Объектом исследования были куры родительского стада кроссов «Ломанн-Браун-Классик» и «Ломанн-ЛСЛ-Классик», инкубационное яйцо и суточный мо-

лодняк, полученные от них. Использованное инкубационное яйцо полностью соответствовало нормативным требованиям [5]. В ходе исследования были изучены следующие паратипические факторы: влияние возраста кур родительского стада и сроков хранения на показатели инкубации яиц. Были сформированы 2 группы, куда входили партии инкубационных яиц в зависимости от принадлежности к кроссу. Внутри каждой группы выделили 3 варианта в зависимости от возраста кур-несушек. В первый вариант входили партии, полученные от кур в возрасте 25–41 недель жизни, во второй – 42–58 недель, в третий – 59–68 недель. Каждый вариант характеризовали в зависимости от срока хранения яиц перед закладкой в инкубаторы: до 5 суток хранения, от 6 до 10 суток, от 11 до 15 суток, от 16 до 23 суток.

Применялся дифференцированный режим инкубации партий яиц в инкубатории пред-

приятия. В ходе инкубации и по её окончании были рассчитаны и оценены показатели, характеризующие течение и результат эмбрионального процесса. Расчёт показателей производили согласно методическим рекомендациям [6]. Весь экспериментальный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с использованием программно-обеспечения Microsoft Excel 2010.

Результаты исследования. Возраст родительского стада как паратипический фактор, влияющий на показатели инкубации яиц кур, рассматривался в увязке со сроком их хранения. Данная увязка продиктована особенностями процесса подготовки яйца в инкубатории в зависимости от этих двух факторов. Показатели инкубации яиц, полученных от кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения до 5 суток представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения до 5 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 2,8±0,13 | 2,8±0,27 | 4,1±0,30*** |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,4±0,07 | 11,3±0,13*** | 12,9±0,18*** |
| «Неоплодотворённое», % | 5,1±0,14 | 6,6±0,27*** | 8,6±0,55*** |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 5,0±0,16 | 1,6±0,16*** | 1,4±0,23*** |
| «Кровь-кольцо», % | 2,5±0,11 | 2,0±0,16** | 2,3±0,26 |
| «Замершие», % | 0,7±0,06 | 0,8±0,12 | 0,8±0,14 |
| «Задохлики», % | 4,7±0,22 | 4,6±0,26 | 2,9±0,19*** |
| Бой яиц, % | 1,4±0,09 | 2,2±0,22** | 4,0±0,34*** |
| Вывод молодняка, % | 80,6±0,44 | 82,2±0,98 | 80,0±1,20 |
| Выводимость яиц, % | 84,5±0,39 | 87,3±1,10 | 84,0±1,18 |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 67,2±0,08 | 67,0±0,12 | 67,4±0,16 |
| Средняя масса цыплят, г | 40,5±0,23 | 41,5±0,20** | 41,5±0,28* |

* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$ *** $P \geq 0,999$

В ходе инкубации яиц родительского стада кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» со сроком хранения до 5 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки с возрастом достоверно увеличивается на 1,3 %. Так же видно, что потеря массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом достоверно увеличивается на 0,9 % и 2,5 % соответственно. Это связано с тем, что с повышением возраста кур увеличивается масса яйца в основном за счёт повышения влаги. Данная влага в процессе инкубации испаряется, увеличивая потери массы яйца.

С возрастом количество неоплодотворённого яйца достоверно увеличивается на 1,5 и 3,5 % соответственно. По нормативным данным (5–8 %) только в возрасте 59–68 недель

мы видим превышение нормы. Это может быть связано с тем, что в конце срока эксплуатации птицы снижается половая активность петухов. Категория «ранняя эмбриональная смертность» достоверно и значительно уменьшается с увеличением возраста родительского стада на 3,4 и 3,6 %. «Кровь-кольцо» в рассматриваемых возрастных вариантах было на уровне 2–2,5 %. При этом достоверно меньшее его значение было в возрасте 42–58 недель. Количество «замерших» эмбрионов в вариантах имело практически равное значение 0,7–0,8 %. По нормативным данным (1–2 %) данный показатель входит в пределы нормы. «Задохлики» в возрастных периодах 25–41 и 46–58 недель были практически на одном уровне

4,6–4,7 %. В третьем возрастном варианте наблюдалось достоверное их снижение на 1,8 %. Очевидно, что с повышением возраста кур в рассматриваемых вариантах показатели развития эмбрионов в целом имеют тенденцию к улучшению.

С увеличением возраста кур достоверно увеличивается такая категория как «бой» яйца на 0,8 и 2,6 %. Повышение боя можно объяснить снижением толщины и крепости скорлупы яиц с возрастом. Вывод молодняка и выводимость яиц во всех возрастных вариантах не имели достоверной разности и были на уровне 80,6–82,2 % и 84–87,3 % соответственно. При этом вывод молодняка и выводимость яиц соответствовали нормативным данным, следовательно, при хранении яиц до 5 суток возрастной аспект ро-

дительского стада кур не оказал значительно влияния на результаты инкубации.

Выход массы цыплят по нормативным данным составляет не менее 63 %, по данным таблицы видно, что цыплята во всех вариантах превосходят рекомендуемый показатель. Средняя масса суточного цыпленка в первом возрастном варианте была 40,5 г, а в остальных вариантах цыплята были достоверно крупнее на 1 г. Во всех вариантах цыплята получились достаточно развитыми, так как их масса была значительно выше минимально рекомендуемых нормативов – не менее 32 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 6 до 10 суток представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 6 до 10 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 3,5±0,09 | 3,4±0,12 | 4,0±0,23* |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,2±0,05 | 11,2±0,07*** | 13,0±0,12*** |
| «Неоплодотворённое», % | 4,7±0,12 | 7,5±0,28*** | 9,4±0,36*** |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 5,5±0,19 | 2,6±0,13*** | 1,1±0,13*** |
| «Кровь-кольцо», % | 2,2±0,08 | 2,1±0,08 | 2,2±0,15 |
| «Замершие», % | 0,5±0,04 | 0,6±0,05 | 0,8±0,08** |
| «Задохлики», % | 4,9±0,29 | 4,3±0,21 | 2,9±0,21*** |
| Бой яиц, % | 1,3±0,07 | 1,9±0,11*** | 3,3±0,26*** |
| Вывод молодняка, % | 80,9±0,44 | 81,0±0,35 | 80,3±0,91 |
| Выводимость яиц, % | 84,5±0,46 | 83,1±0,35* | 86,2±0,72*** |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 67,2±0,07 | 67,8±0,06*** | 68,1±0,11*** |
| Средняя масса цыплят, г | 40,8±0,14 | 41,3±0,13* | 41,8±0,21*** |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99 ***P ≥ 0,999

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 6 до 10 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в последнем возрастном варианте достоверно увеличилась на 0,5 %. Также видно, что потеря массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом родительского стада достоверно увеличивается на 1 и 2,8 %. С возрастом неоплодотворённое яйцо достоверно увеличивается на 2,8 и 4,7 %. По нормативным данным (5–8 %) в возрастных вариантах 42–58 и 59–68 недель мы видим превышение нормы.

«Ранняя эмбриональная смертность» достоверно уменьшается с увеличением возраста родительского стада на 2,9 и 4,4 %. Показатель «кровь-кольцо» не имел достоверной разности и был в пределах 2,1–2,2 %. Количество «замерших» эмбрионов с возрастом повышалось на 0,1 и 0,3 % (P≥0,99), но не выходило за пределы нормативных данных (1–2 %). По категории «задохлики» зафиксировано сни-

жение с 4,7 до 2,9 % с повышением возраста птицы.

Количество «боя» имеет тенденцию к достоверному увеличению на 0,6 и 2 % с повышением возраста кур. Вывод молодняка и выводимость яиц во всех возрастных вариантах не имели достоверной разности и были на уровне 80,3–81,0 % и 83,1–86,2 % соответственно. При этом вывод молодняка и выводимость яиц соответствовали нормативным данным. Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 67,2–68,1 г. При этом достоверно большим выход массы был у цыплят, полученных от кур старшего возраста. По значению средней массы цыплят видно, что с повышением возраста кур родительского стада получают более крупных цыплят. Так, большей массой обладали цыплята в третьем возрастном варианте – 41,8 г, что достоверно выше на 0,3–1 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 11 до 15 суток представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 11 до 15 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 3,5±0,39 | 3,7±0,19 | 3,9±0,42 |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 11,0±0,15 | 11,5±0,14* | 12,8±0,23*** |
| «Неоплодотворённое», % | 4,3±0,48 | 8,0±0,54*** | 9,7±0,50*** |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 2,7±0,81 | 3,1±0,33 | 1,2±0,19 |
| «Кровь-кольцо», % | 3,3±0,45 | 2,7±0,14 | 3,0±0,33 |
| «Замершие», % | 0,6±0,22 | 0,7±0,07 | 0,9±0,20 |
| «Задохлики», % | 4,9±0,31 | 3,3±0,19*** | 3,9±0,19* |
| Бой яиц, % | 1,5±0,32 | 2,8±0,24** | 3,5±0,39*** |
| Вывод молодняка, % | 81,7±1,37 | 79,4±0,63 | 77,8±1,81 |
| Выводимость яиц, % | 86,2±1,65 | 83,2±0,55* | 83,7±1,35* |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 66,3±0,25 | 67,4±0,13*** | 68,2±0,21*** |
| Средняя масса цыплят, г | 40,2±0,46 | 40,9±0,16 | 42,7±0,33*** |

* $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$ *** $P \geq 0,999$

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 11 до 15 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в рассматриваемых возрастных вариантах не имела достоверных отличий и составила 3,5–3,9 %. Потеря же массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом родительского стада достоверно увеличивается на 0,5 и 1,8 %. С возрастом количество неоплодотворенного яйца достоверно и значительно увеличивается на 3,7 и 5,4 %. По нормативным данным (5–8 %) в возрастном варианте 59–68 недель видно превышение нормы на 1,7 %.

«Ранняя эмбриональная смертность» в рассматриваемых вариантах не имела достоверных отличий с увеличением возраста родительского стада, но была в разы выше нормативного значения (0,1–0,5 %) Показатель «кровь-кольцо» также не имел достоверной разности и был в пределах 3,0–3,3 %. Количество «замерших» эмбрионов с возрастом повышалось на 0,1 и 0,3 %, но не выходило за пределы нормативных данных (1–2 %) и не имело достоверной разности. По категории «задохлики» зафиксировано сначала достоверное снижение с 4,9 до 3,3 % в возрастном варианте 42–58 недель. Далее анализируемый показатель несколько увеличивался на 0,3 %.

Количество «боя» имеет тенденцию к достоверному увеличению на 1,3 и 2 % с повышением возраста кур. Вывод молодняка во всех возрастных вариантах не имел достоверной разности и был на уровне 77,8–81,7 %. При этом во втором и третьем возрастных вариантах зафиксировано снижение данного показателя относительно рекомендуемых значений

(не менее 80 %). Выводимость яиц в группах также не имела достоверных отличий и составила 83,2–86,2%. Выводимость яиц во всех вариантах была ниже нормативных данных (87–92 %), что указывает на снижение уровня развития эмбрионов в рассматриваемых вариантах.

Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 66,3–68,2 %. При этом достоверно большим выход массы был у цыплят, полученных от кур старшего возраста. Масса цыплят в первом и втором варианте составила 40,2–40,9 г, а с повышением возраста кур родительского стада до 59–68 недель получили более крупных цыплят – 42,7 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 16 до 23 суток представлены в таблице 4.

При таком длительном хранении яиц – от 16 до 23 суток нам не удалось сформировать в нужном количестве партии инкубационного яйца, полученного от кур в возрасте 25–41 недель жизни. Поэтому ниже приведён анализ только в разрезе двух возрастных вариантов.

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 16 до 23 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в рассматриваемых возрастных вариантах достоверно повышалась на 1,3 %. Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом родительского стада также достоверно увеличивалась на 1,7 %. Количество неоплодотворённого яйца в рассматриваемых вариантах

Таблица 4 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 16 до 23 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|-----------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | – | 4,0±0,22 | 5,3±0,09*** |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | – | 11,7±0,11 | 13,4±0,19*** |
| «Неоплодотворённое», % | – | 9,0±0,55 | 10,1±1,13 |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | – | 3,2±0,26 | 1,3±0,21*** |
| «Кровь-кольцо», % | – | 3,0±0,47 | 3,2±0,51 |
| «Замершие», % | – | 1,5±0,16 | 1,0±0,56 |
| «Задохлики», % | – | 3,4±0,16 | 2,9±0,41 |
| Бой яиц, % | – | 3,2±0,32 | 3,3±0,38 |
| Вывод молодняка, % | – | 76,7±1,24 | 78,2±1,59 |
| Выводимость яиц, % | – | 80,1±1,11 | 85,4±0,87** |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | – | 67,9±0,16 | 67,6±0,39 |
| Средняя масса цыплят, г | – | 41,4±0,25 | 41,0±1,35 |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99 ***P ≥ 0,999

было ниже максимально допустимого нормативного показателя на 1–2,1 %.

«Ранняя эмбриональная смертность» в рассматриваемых вариантах достоверно снижалась почти в 2,5 раза с увеличением возраста родительского стада, но осталась в разы выше нормативного значения (0,1–0,5 %) Показатели «кровь-кольцо» и «замершие» эмбрионы не имели достоверной разности и были в пределах 3,0–3,2 % и 1–1,5 % соответственно. По категории «задохлики» также не зафиксировано достоверных отличий между вариантами.

Количество «боя» в возрастных вариантах практически не отличалось и составило 3,2–3,3 %. Вывод молодняка во всех возрастных вариантах не имел достоверной разности

и был на уровне 76,7–78,2 %. При этом зафиксировано снижение данного показателя относительно рекомендуемых значений (не менее 80 %). Выводимость яиц была на минимальной границе во втором возрастном варианте – 80,1 %, что достоверно ниже на 5,3 %, чем в третьем варианте. Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 67,6–67,9 %. Масса цыплят также была практически одинаковой и составила 41–41,4 г.

Аналогичный анализ был проведен и на птице белого кросса «Ломанн-ЛСЛ-Классик». Показатели инкубации яиц в исследуемые возрастные периоды при сроке их хранения до 5 суток представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения до 5 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 3,2±0,25 | 4,4±0,06*** | 4,4±0,13*** |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,2±0,16 | 11,6±0,21*** | 10,9±0,15** |
| «Неоплодотворённое», % | 9,5±0,64 | 6,9±0,49** | 10,1±0,61*** |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 0,6±0,14 | 1,5±0,33* | 1,0±0,22 |
| «Кровь-кольцо», % | 2,3±0,23 | 2,4±0,40 | 2,8±0,20 |
| «Замершие», % | 0,6±0,12 | 0,8±0,13 | 0,4±0,13 |
| «Задохлики», % | 3,1±0,19 | 5,1±0,56** | 4,9±0,36*** |
| Бой яиц, % | 0,6±0,15 | 1,4±0,29* | 1,9±0,42** |
| Вывод молодняка, % | 82,8±0,83 | 81,9±1,35 | 78,9±1,06** |
| Выводимость яиц, % | 87,3±0,81 | 88,9±0,29 | 82,9±1,12** |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 65,7±0,15 | 67,5±0,21*** | 68,7±0,25*** |
| Средняя масса цыплят, г | 43,3±0,29 | 42,6±0,57 | 41,5±0,50** |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99 ***P ≥ 0,999

В ходе инкубации яиц родительского стада кур со сроком хранения до 5 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки с возрастом достоверно увеличивается на 1,2 %. Так же видно, что потеря массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом достоверно увеличивается на 1,4 % и 0,7 % соответственно. Это связано с тем, что с повышением возраста кур увеличивается масса яйца в основном за счёт повышения влаги. Данная влага в процессе инкубации испаряется, увеличивая потери массы яйца.

В возрасте 25–41 недель показатель «неоплодотворённое яйцо» составил 9,5 %. В возрасте родительского стада 42–58 недель он достоверно снизился на 2,6 %. В возрастном варианте 59–68 недель количество неоплодотворённого яйца выросло до 10,1 %. Это может быть связано с тем, что в конце срока эксплуатации птицы снижается половая активность петухов. В начале продуктивного периода половая активность петухов так же была недостаточной. Категория «ранняя эмбриональная смертность» достоверно повышается с увеличением возраста родительского стада на 0,9 и 0,4 %. «Кровь-кольцо» в рассматриваемых возрастных вариантах было на уровне 2–2,8 %. При этом достоверной разности не было выявлено. Количество «замерших» эмбрионов в вариантах имело практически равное значение 0,4–0,8 %. По нормативным данным (1–2 %) данный показатель входит в пределы нормы. Показатель «задохлики» с возрастом родительского стада достоверно увеличивается на 2 и 0,2 %. Очевидно, что с повышением возраста

кур в рассматриваемых вариантах показатели развития эмбрионов в целом имеют тенденцию к улучшению.

С увеличением возраста кур достоверно увеличивается такая категория как «бой» яйца на 0,8 и 1,3 %. Повышение боя можно объяснить снижением толщины и крепости скорлупы яиц с возрастом. Вывод молодняка и выводимость яиц в возрасте 59–68 недель имеет достоверное понижение на 3,9 и 4,4 %. По нормативным данным вывод и выводимость молодняка составляет 80–85 % и 87–92 %, однако в возрасте 59–68 недель меньше нормативных данных. При этом вывод молодняка и выводимость яиц соответствовали нормативным данным в возрасте до 59 недель, следовательно, при хранении яиц до 5 суток возрастной аспект родительского стада кур не оказал значительного влияния на результаты инкубации.

Выход массы цыплят по нормативным данным составляет не менее 63 %, по данным таблицы видно, что цыплята во всех вариантах превосходят рекомендуемый показатель. Данный показатель так же достоверно увеличивается на 1,8 и 3 %. Средняя масса суточного цыпленка с возрастом снижалась на 1 г. Во всех вариантах цыплята получились достаточно развитыми, так как их масса была значительно выше минимально рекомендуемых нормативов – не менее 32 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 11 до 15 суток представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 6 до 10 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 2,9±0,14 | 4,1±0,19*** | 3,9±0,19*** |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,4±0,06 | 11,5±0,12*** | 11,5±0,11*** |
| «Неоплодотворённое», % | 8,1±0,30 | 7,4±0,26 | 9,6±0,41** |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 1,1±0,10 | 1,5±0,26 | 0,9±0,13 |
| «Кровь-кольцо», % | 2,4±0,11 | 2,4±0,19 | 3,4±0,21*** |
| «Замершие», % | 0,5±0,05 | 0,7±0,11 | 0,7±0,10 |
| «Задохлики», % | 3,5±0,21 | 4,9±0,36** | 3,2±0,22 |
| Бой яиц, % | 0,6±0,07 | 1,6±0,21*** | 1,9±0,17*** |
| Вывод молодняка, % | 82,3±0,43 | 81,5±0,95 | 80,3±0,93 |
| Выводимость яиц, % | 86,7±0,43 | 87,1±0,80 | 86,8±0,83 |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 68,5±0,07 | 67,8±0,10*** | 67,9±0,18** |
| Средняя масса цыплят, г | 41,9±0,19 | 41,8±0,32 | 41,1±0,28* |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99; ***P ≥ 0,999

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 6 до 10 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в рассматриваемых возрастных вариантах достоверно увеличивалась на 1,2 и 1 % соответственно. Потеря же массы яйца на 18–18,5 сутки в возрасте 42–68 и 59–68 недель достоверно увеличивается на 1,1 %. В возрасте 25–41 недель количество неоплодотворённого яйца составило 8,1 %. С увеличением возраста до 42–58 недель наблюдаем снижение показателя на 0,7 %. Далее количество неоплодотворённого яйца достоверно увеличивается на 1,5 %. По нормативным данным (5–8 %) в возрастном варианте 59–68 недель видно превышение нормы на 1,5 %.

«Ранняя эмбриональная смертность» в рассматриваемых вариантах не имела достоверных отличий с увеличением возраста родительского стада, но была в разы выше нормативного значения (0,1–0,5 %). Показатель «кровь-кольцо» в первых двух возрастных вариантах составил 2,4 %, а далее достоверно увеличивался в возрастном периоде 59–68 недель на 1 %. Количество «замерших» эмбрионов с возрастом повышалось на 0,2 %, но не выходило за пределы нормативных данных (1–2 %) и не имело достоверной разности. По ка-

тегории «задохлики» зафиксировано сначала достоверное увеличение на 1,4 % в возрастном варианте 42–58 недель. Далее анализируемый показатель несколько уменьшался на 1,7 %.

Количество «боя» имеет тенденцию к достоверному увеличению на 1 и 1,3 % с повышением возраста кур. Вывод молодняка во всех возрастных вариантах не имел достоверной разности и был на уровне 80,3–82,3 %. При этом наблюдалось плавное снижение вывода молодняка с возрастом. Выводимость яиц в группах также не имела достоверных отличий и составила 86,7–87,1 %. Выводимость яиц во всех вариантах была ниже нормативных данных (87–92 %), что указывает на снижение уровня развития эмбрионов в рассматриваемых вариантах.

Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 67,8–68,5 %. При этом достоверно больший выход массы был у цыплят, полученных от кур молодого возраста. Масса цыплят в анализируемых возрастных вариантах не имела достоверных отличий и составила 41,1–41,9 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 11 до 15 суток представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 11 до 15 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 3,6±0,13 | 3,8±0,23 | 4,2±0,24* |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,2±0,07 | 11,4±0,11*** | 11,5±0,14*** |
| «Неоплодотворённое», % | 7,8±0,35 | 6,8±0,32* | 9,5±0,61* |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 0,9±0,09 | 1,3±0,19 | 0,9±0,19 |
| «Кровь-кольцо», % | 4,3±0,22 | 3,0±0,23*** | 3,4±0,38 |
| «Замершие», % | 0,8±0,08 | 0,7±0,11 | 1,0±0,14 |
| «Задохлики», % | 3,5±0,26 | 4,9±0,45* | 3,4±0,4 |
| Бой яиц, % | 0,4±0,06 | 1,4±0,18*** | 1,7±0,27*** |
| Вывод молодняка, % | 83,3±0,44 | 81,9±0,56 | 80,1±0,62*** |
| Выводимость яиц, % | 88,2±0,41 | 88,7±0,51 | 89,6±0,50* |
| Выход массы цыплят от массы яйца, % | 68,1±0,10 | 67,2±0,13*** | 67,4±0,21 |
| Средняя масса цыплят, г | 42,5±0,18 | 40,6±0,31*** | 40,4±0,33*** |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99 ***P ≥ 0,999

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 11 до 15 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в рассматриваемых возрастных вариантах достоверно увеличивалась на 0,2–0,4 %. Потеря же массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом родительского стада достоверно увеличивается на 1,2 и 1,3 %. В возрасте 25–41 недель показатель «неоплодотворённое яйцо» составил 7,8 %. Однако, в последующем возрастном периоде 42–58 недель количество

неоплодотворённого яйца достоверно снизилось на 1 %. Далее наблюдается достоверное и значительное увеличение на 1,7 % в возрасте 59–68 недель. По нормативным данным (5–8 %) в возрастном варианте 59–68 недель видно превышение нормы на 1,5 %.

«Ранняя эмбриональная смертность» в рассматриваемых вариантах не имела достоверных отличий с увеличением возраста родительского стада, но была выше нор-

мативного значения (0,1–0,5 %). Показатель «кровь-кольцо» в возрасте 42–58 недель имеет достоверное уменьшение на 1,3 %, а затем незначительно повышается до 3,4 %. Количество «замерших» эмбрионов в рассматриваемых возрастных вариантах не имело достоверной разности, но не выходило за пределы нормативных данных (1–2 %). По категории «задохлики» зафиксировано сначала достоверное увеличение на 1,4 % в возрастном варианте 42–58 недель. Далее анализируемый показатель снижается на 1,5 %.

Количество «боя» имеет тенденцию к достоверному увеличению на 1 и 1,3 % с повышением возраста кур. Вывод молодняка имеет тенденцию к снижению и в возрасте 59–68 недель достоверно снижается на 3,2 %. При этом данные показатели были не ниже рекомендуемых значений (не менее 80 %). Выводимость

яиц в группах достоверно увеличивалась с повышением возраста кур. Выводимость яиц во всех вариантах была в пределах нормативных данных (87–92 %), что указывает на хороший уровень развития эмбрионов в рассматриваемых вариантах.

Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 67,2–68,1 %. При этом достоверно большим выход массы был у цыплят, полученных от кур в возрасте 25–41 недель. Масса цыплят в первом варианте составила наибольшее значение 42,5 г, а с повышением возраста кур родительского стада до 59–68 недель получили более мелких цыплят – 40,6–40,4 г.

Показатели инкубации яиц, полученных от кур в исследуемые возрастные периоды, при сроке их хранения от 16 до 23 суток представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели инкубации яиц при сроке хранения от 16 до 23 суток

| Показатели | Возраст родительского стада кур, недель | | |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 25–41 | 42–58 | 59–68 |
| Потеря массы яйца на 7–7,5 сутки, % | 3,7±0,18 | 3,7±0,35 | 5,0±0,13*** |
| Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки, % | 10,4±0,15 | 11,6±0,23*** | 12,8±0,04*** |
| «Неоплодотворённое», % | 8,9±0,54 | 7,6±0,43 | 10,2±0,43 |
| «Ранняя эмбриональная смертность», % | 1,4±0,18 | 1,5±0,24 | 0,9±0,21 |
| «Кровь-кольцо», % | 7,4±0,52 | 3,7±0,41*** | 3,8±0,92** |
| «Замершие», % | 0,8±0,10 | 0,9±0,25 | 1,8±0,53** |
| «Задохлики», % | 3,6±0,39 | 4,9±0,41* | 3,5±0,24 |
| Бой, % | 0,4±0,09 | 2,0±0,30*** | 1,8±0,31*** |
| Вывод, % | 82,9±0,48 | 80,0±0,72** | 78,5±2,80 |
| Выводимость, % | 88,2±0,46 | 85,2±0,73** | 91,1±3,48 |
| Выход массы цыплят, % | 68,3±0,13 | 68,6±0,13 | 65,7±0,36*** |
| Средняя масса цыплят, г | 42,9±0,24 | 39,8±0,40*** | 41,9±0,27* |

* P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99 ***P ≥ 0,999

В ходе инкубации яиц со сроком хранения от 16 до 23 суток видно, что потеря массы яйца на 7–7,5 сутки в рассматриваемых возрастных вариантах достоверно повышалась на 1,3 % к возрастному варианту 59–68 недель. Потеря массы яйца на 18–18,5 сутки с возрастом родительского стада также достоверно увеличивалась на 1,2 и 2,4 %. Количество неоплодотворённого яйца в рассматриваемых вариантах достоверной разности не имеет и в возрасте 25–41 и 59–68 недель превышает нормативные данные (5–8 %).

«Ранняя эмбриональная смертность» в рассматриваемых вариантах достоверной разности не имела и была на уровне 0,9–1,5 %. Показатель «кровь-кольцо» в возрастном периоде 25–41 недель составил 7,4 %. Однако в других

возрастных периодах видим достоверное снижение на 3,7 и 3,6 %. Эмбрионы «замершие» в возрастной период 25–41 и 42–58 недель находятся на одном уровне – 0,8–0,9 %. В возрасте 59–68 недель этот показатель достоверно увеличился на 1 %. По категории «задохлики» также зафиксировано достоверное увеличение на 1,3 % в возрастном периоде 42–58 недель, а далее количество «задохликов» не превышало нормативных данных (3–4 %).

Количество «боя» с возрастом достоверно увеличилось с 0,4 % в первом возрастном варианте до 1,8–2 % в остальные варианты. Вывод молодняка в исследуемых вариантах достоверно снижался на 2,9 и 1,5 %. При этом зафиксировано снижение данного показателя относительно рекомендуемых значений (не менее

80 %) в возрасте 59–68 недель на 1,5 %. Выводимость яиц была на минимальной границе во втором возрастном варианте – 85,2 %, что достоверно ниже на 1,5 %, чем нормативные данные (87–92 %). В первом и третьем возрастном вариантах выводимость яиц соответствовала нормативным данным.

Выход массы цыплят во всех вариантах был выше нормативных данных и составил 68,3–68,6 %, однако в возрасте 59–68 недель он достоверно снижался на 2,6 %. Средняя масса цыплят в возрастном периоде 25–41 недель составила 42,9 г. Однако во втором анализируемом периоде – 42–58 недель – показатель достоверно снижался на 3,1 г. В третьем возрастном периоде (59–68 недель) показатель имел тенденцию достоверного роста на 2,1 г.

Выводы. По результатам проведенного анализа влияния возраста родительского стада кур на показатели инкубации яиц в разрезе сроков хранения можно сделать выводы:

1. С увеличением возраста родительского стада кур кроссов «Ломанн-Браун-Классик» и «Ломанн-ЛСЛ-Классик» достоверно повышается потеря массы яиц при инкубации как на 7–7,5, так и на 18–18,5 сутки.

2. У кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» было выявлено увеличение количества неоплодотворённого яйца с повышением возраста птицы. У кур кросса «Ломанн-ЛСЛ-Классик» количество неоплодотворённого яйца увеличивалось, но в возрасте родительского стада 42–58 недель уменьшалось и эта тенденция выявлена во всех исследуемых вариантах сроков хранения.

3. Возраст родительского стада кур кросса «Ломанн-ЛСЛ-Классик» не оказал значительного влияния на «раннюю эмбриональную смертность» и количество «замерших» эмбрионов. С повышением возраста кур наблюдалось увеличение категории «кровь-кольца» у партий яиц, хранившихся до 10 суток. У партий яиц, хранившихся свыше 10 суток, тенденция была обратной – большее количество «кровь-кольца» было у молодой птицы, и с возрастом данный показатель снижался.

4. С увеличением возраста родительского стада кур кросса «Ломанн-Браун-Классик» улучшается развитие на первом этапе эмбрионального периода, так как снижается РЭС. Увеличение возраста родительского стада кур не выявило четкой тенденции по такой категории как «задохлики».

5. С увеличением возраста родительского стада кур получают более крупных цыплят по всем исследуемым кроссам.

6. Срок хранения яиц кур кроссов «Ломанн-Браун-Классик» и «Ломанн-ЛСЛ-Классик» не оказывает достоверного влияния на «раннюю эмбриональную смертность», «замершие», «задохлики», бой и выход массы цыплят.

Список литературы

1. Астраханцев, А.А. Оценка качества инкубационных яиц мясных кур кросса «Кобб 500» / А.А. Астраханцев // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – С. 112–114.

2. Дядичкина, Л.Ф. Инкубационные качества яиц кур разного возраста в зависимости от продолжительности хранения / Л.Ф. Дядичкина, Н.М. Антонова // Инновационные решения в яичном птицеводстве: материалы Международной конференции. – Геленджик: Кубанский ГАУ, 2007. – С. 226–232.

3. Кириллов, Н.К. Комплексное воздействие физических факторов на инкубационные яйца / Н.К. Кириллов // Ветеринарный врач. – № 1. – 2001. – С. 73–76.

4. Наумова, В.В. Влияние качества и сроков хранения инкубационных яиц на вывод и качества молодняка / В. В. Наумова // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: материалы Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина, 2015. – С. 218–220.

5. ОСТ 10321-2003. Яйца куриные инкубационные. Технические условия. – Введ. 01.04.2003. – Сергиев Посад: ВНИТИП. – 12 с.

6. Руководство по биологическому контролю при инкубации яиц сельскохозяйственных птиц: методические рекомендации / Сост. Л.Ф. Дядичкина [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2001. – 79 с.

7. The effects of oviposition time on egg weight loss during storage and incubation, fertility, and hatchability of broiler hatching eggs / A.H. Zakaria, P.W. Plumstead, H. Romero-Sanchez, N. Leksrisompong, J. Brake // Poultry Science. – № 12 (Т. 88). – 2009. – P. 2712–2717.

Spisok literatury

1. Astrahancev, A.A. Ocenka kachestva inkubacionnyh yaic myasnyh kur krossa «Kobb 500» / A.A. Astrahancev // Agrarnaya nauka – innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennyh usloviyah: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2013. – S. 112–114.

2. Dyadichkina, L.F. Inkubacionnye kachestva yaic kur raznogo vozrasta v zavisimosti ot prodolzhitel'nosti hraneniya / L.F. Dyadichkina, N.M. Antonova //

Innovacionnye resheniya v yaichnom pticevodstve: materialy Mezhdunarodnoj konferencii. – Gelendzhik: Kubanskij GAU, 2007. – S. 226–232.

3. Kirillov, N.K. Kompleksnoe vozdejstvie fizicheskikh faktorov na inkubacionnye jajca / N.K. Kirillov // Veterinarnyj vrach. – № 1. – 2001. – S. 73–76.

4. Naumova, V.V. Vliyanie kachestva i srokov hraneniya inkubacionnyh yaic na vyvod i kachestva molodnyaka / V. V. Naumova // Fundamental'nye i prikladnye problemy povysheniya produktivnosti zhivotnyh i kon-kurentosposobnosti produkcii zhivotnovodstva v sovremennyh ekonomicheskikh usloviyah APK RF: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Ul'yanovsk:

Ul'yanovskaya GSKHA imeni P.A. Stoly-pina, 2015. – S. 218–220.

5. OST 10321-2003. YAjca kurinye inkubacionnye. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 01.04.2003. – Sergiev Posad: VNITIP. – 12 s.

6. Rukovodstvo po biologicheskomu kontrolyu pri inkubacii yaic sel'skohozyajstvennyh ptic: metodicheskie rekomendacii / Sost. L.F. Dyadichkina [i dr.]. – Sergiev Posad: VNITP, 2001. – 79 s.

7. The effects of oviposition time on egg weight loss during storage and incubation, fertility, and hatchability of broiler hatching eggs / A.H. Zakaria, P.W. Plumstead, H. Romero-Sanchez, N. Leksrisompong, J. Brake // Poultry Science. – № 12 (T. 88). – 2009. – P. 2712–2717.

Сведения об авторе:

Астраханцев Антон Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан зооинженерного факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: antonzif@list.ru).

A. A. Astrakhantsev
Izhevsk State Agricultural Academy

INFLUENCE OF SOME PARATYPICAL FACTORS ON THE INDICATORS OF CHICKEN EGGS INCUBATION

The influence of paratypical factors on the course of embryonic development and the results of incubation is a quite relative area of research. The following paratypical factors have been studied: the influence of the age of the chickens from the parent herd and of the shelf life on the indicators of egg incubation. Two groups were formed, which included the batch of hatching eggs of chicken crosses "Lomann-brown-classic" and "Lomann-LSL-classic". Within each group, 3 variants were identified based on the age of laying hens. Each variant was characterized depending on the period of storage of eggs before laying into incubators. The age of the parent stock as a paratypical factor affecting the incubation rates of chicken eggs was considered in relation to their shelf life. This linkage had been dictated by the characteristics of the egg preparation process in the hatchery, based on these two factors. With the increase of the parent flock's age there significantly increases the loss of eggs' weight during incubation as 7–7,5th, and 18–18,5th day. The increase in the number of unfertilized eggs with an increase in the age of the bird has been revealed for the chickens of the cross "Lomann-brown-classic". In chickens cross "Lomann-LSL-classic" the number of unfertilized eggs has increased, but at the age of the parent herd 42–58 weeks it has decreased, and this trend has been revealed in all the studied variants of the shelf life. The age of the parent stock of the cross-country course "Lomann-LSL-classic" did not have a significant impact on the "early embryonic mortality" and the number of "frozen" embryos. With an increase in the age of chickens, there was an increase in the category of "blood-rings" in batches of eggs stored up to 10 days. In batches of eggs stored for more than 10 days, the trend was reversed – a greater number of "blood-rings" was in the young bird and with age this figure decreased. With the increase in the age of the parent herd of cross-country "Loman-brown-classic" improves the development of the first stage of the embryonic period because of RES reduction. The shelf life of chicken eggs does not have a significant impact on the categories of "early embryonic mortality", "frozen", "suffocations", cracking and the yield of the mass of chickens.

Key words: incubation, shelf life, egg, age of chickens, embryos.

Author:

Astrakhantsev Anton Anatolievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail antonzif@list.ru).

УДК 619:616.3-07:636.2

П.Н. Безбородов

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет
им. В.Я. Горина

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФЕКАЛИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ВНУТРЕННИХ НЕЗАРАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Посредством метода анализа и синтеза данных отечественных и зарубежных литературных источников в статье анализируется клинико-диагностическая роль физических показателей фекалий крупного рогатого скота: количество, окраска, консистенция, запах фекалий, степень их измельчения, наличие визуально различимых примесей в фекалиях. Вышеперечисленные физические показатели широко применяются при проведении макроскопической неинструментальной качественной оценки физических свойств фекалий органолептическим способом и являются важной составной частью копрологических исследований у молочных коров в практике ветеринарии. Материалы статьи в дальнейшем могут использоваться при составлении таблицы-определителя состояния вышеперечисленных физических показателей фекалий у коров для проведения их качественной органолептической макроскопической оценки в практической деятельности ветеринарных специалистов, при проведении научных исследований пищеварительной системы коров, а также в образовательной деятельности.

Ключевые слова: корова, бьюатрика, фекалии, макроскопическая оценка фекалий, физические показатели фекалий.

Актуальность. Копрологические исследования играют важную роль в изучении функции пищеварительной системы и диагностике внутренних незаразных заболеваний высокопродуктивных коров. Доступным в полевых условиях составным элементом копрологических исследований является макроскопическая неинструментальная качественная оценка физических свойств фекалий органолептическим способом, которая проводится посредством ректального обследования и оценки фекалий по физическим показателям: количеству, запаху, окраске, консистенции, степени измельчения, наличию визуально различимых примесей.

Посредством изучения материалов отечественных и зарубежных научных источников, целью работы являлся анализ клинико-диагностической роли физических показателей фекалий крупного рогатого скота в диагностике нарушений функции пищеварения, внутренних незаразных болезней пищеварительной системы коров.

Актуальность данных анализа клинико-диагностической роли физических показателей фекалий коров обусловлена дальнейшей необходимостью составления на их основе таблицы-определителя состояния вышеперечисленных показателей фекалий у коров при проведении их качественной органолептической макроскопической оценки в процессе исследования органов пищеварения.

Физиологические особенности дефекации у молочных коров. Методом осмотра у коров

возможно установить частоту наступления дефекации, позу животного при дефекации, продолжительность акта дефекации, количество и физические свойства фекалий [4]. Организмом здоровых высокопродуктивных молочных коров с нормальным уровнем кормопотребления производится 10–24 актов дефекации/сут, всего выделяется 30–50 кг (13–35 [6], 15–45 кг [7]) каловых масс/сут [14]. У крупного рогатого скота физиологически обусловленным считается интервал наступления дефекации – каждые 1,5–2 ч (1–3 ч [7]), (15 раз/сут, с выделением 1-2 кг фекалий/дефекацию [8]), длительность акта дефекации – 3–10 с. Известно, что период осуществления полного пассажа кормовых масс через пищеварительный тракт коров составляет от 36 ч до 4-х сут [13, 15 в цит. 16]. В норме прямая кишка умеренно наполнена полужидкими (кашицеобразными [4]) фекальными массами, слизистая оболочка её на всём протяжении гладкая, влажно-скользящая и тёплая [10]. Симптомами нарушения акта дефекации являются: диарея, обстипация (запор), непровольная дефекация, проявление болевой реакции при дефекации [4].

Рассмотрим физические показатели фекалий, особенности их оценки и клинико-диагностическое значение в ветеринарной практике.

Физические показатели фекалий коров и их оценка.

1. Количество каловых масс у коров, помимо количественной (весовой) оценки, в ветеринарных целях, возможно определять и при помо-

щи качественных шкал, посредством визуального контроля за естественной дефекацией у животных или осмотра фекалий, извлечённых из кишечника путем проведения ректального исследования.

А. Отсутствие / малое количество фекалий в кишечнике. Отсутствие при наблюдении актов дефекации у животного, отсутствие кала или наличие незначительных его следов в толстом отделе кишечника коровы при ректальном исследовании, с учётом наличия данных о характере кормопотребления животным, свидетельствует о значительном нарушении пассажа кормового содержимого в желудочно-кишечном тракте, возникшем вследствие непроходимости в одном из отделов многокамерного желудка или кишечника, механической или паралитической (функциональной) этиологии [3, 2, 11, 10]. При механической непроходимости кишечника в полости прямой кишки нередко обнаруживают большое количество слизи в виде комков или пленок, а при фибринозном и дифтеритическом энтероколите – плёнки или нити фибрина. При параличах прямой кишки тонус её стенок совершенно исчезает и рука врача свободно продвигается при ректальном исследовании, не вызывая сокращения мышц [10]. Нарушение пассажа кормовых и каловых масс в желудочно-кишечном тракте способствует образованию токсических веществ, интоксикации организма животного. Ректальное исследование у молочных коров помогает специалистам также установить заболевания кишечника, связанные с изменением его физиологически обусловленной дислокации, выявить сдавливание кишечника увеличенными лимфатическими узлами, абсцессы стенки кишечника, местный и общий метеоризм, застой каловых масс, а также определить особенности перистальтики кишечника, степень его наполнения [4]. Кроме слишком длительной голодной выдержки, возможной причиной отсутствия каловых масс у взрослого животного может быть тяжёлое общее состояние больного организма вследствие остропротекающих заболеваний других систем органов, сопровождающееся прекращением кормопотребления в течение как минимум нескольких суток. Наличие малого количества каловых масс (объем не более, чем с ладонь) черного цвета и жидкой консистенции в совокупности с различными симптомами ухудшения общего состояния организма животного может быть важным индикатором гемморагического абомазита (*Abomasitis haemorrhagica*), что, однако не исключает и одновременного протекания у

коров других вышеперечисленных патологий пищеварительной системы, сопровождающихся симптомами гастроэнтерита.

Малое количество каловых масс черного цвета и характерная сгорбленная поза животного в положении стоя при дефекации встречается у коров также при тенезмах (*Tenesmus anisive alvi*), вызванных гастроэнтеритами инфекционной, инвазионной или незаразной этиологии, выпадением прямой кишки (*Prolapsus recti*) у стельных коров. Обнаружение кала чёрно-красной окраски, а также наличие крови на полиэтиленовой одноразовой перчатке после проведения ректального обследования прямой кишки у коров может свидетельствовать о протекании инвагинации кишечника [11].

Б. Значительное количество фекалий в кишечнике. При заболеваниях, связанных с болезненностью при дефекации, например, при перитоните, спинномозговых параличах, прямая кишка заполнена большим количеством кала и настолько растянута, что заполняет собой почти всю полость таза и сдавливает соседние органы [10]. Частое выделение фекалий, протекающее в форме диареи, наблюдается у здоровых коров при смене рациона кормления (*Diarrhoea functionalis*), при вскармливании больших объёмов свежескошенной травы пастбищ, но кроме того и при острой (*Tympania ruminis acuta*) [11] или периодической тимпании (*Tympania ruminis periodica*) [1]. Развитие диареи характерно также для многих заболеваний крупного рогатого скота заразной этиологии.

2. Окраска фекалий у взрослых коров зависит от структуры кормов, количества желчи в кормовых массах и интенсивности их пассажа в пищеварительном тракте, от возможного содержания примесей. У взрослых коров при стойловом содержании физиологически обусловленной является коричнево-оливковая, а при пастбищном содержании – тёмно-зелёная окраска каловых масс. Светло-коричневая окраска кала отмечается при ацидозе рубца, при перекармливании животных шротом [11]. При кормлении животных грубыми кормами может наблюдаться желтовато-бурая окраска каловых масс. У больных животных фекалии приобретают сероватый или глинистый цвет вследствие угнетения секреторной функции печени, особенно при обструкции желчных путей [4]. Серовато-оливковая окраска каловых масс отмечается при диарее различной этиологии [11], однако, при вскармливании коровам зерновых кормов, кукурузы, окраска фекалий животных может также иметь сероватый отте-

нок. При гнилостных воспалительных процессах в кишечнике фекалии приобретают землистую окраску. При ускоренной перистальтике кишечника, введении антибиотиков и других ветеринарных препаратов, влияющих на микрофлору кишечника, в организме больных животных происходит лишь частичное восстановление билирубина, что придает фекалиям золотисто-жёлтую окраску, которую часто отмечают у телят раннего возраста [4]. Важное диагностическое значение имеет выявление у коров каловых масс черной окраски, красноватых примесей крови в фекалиях [11]. Если кровь поступает из более отдалённых участков кишечника, то она успеет претерпеть изменения и утратит её характерный цвет [9]. В различных источниках отмечается разница в клинической интерпретации изменений окраски фекалий, связанных с выделением в них крови. Так, при кровотечениях в толстом отделе кишечника несвернувшаяся кровь придает фекалиям вишнёво-красный [9, 4, 6] (вишнёво-чёрный [5]), а при кровотечениях в тонком отделе кишечника – тёмно-коричневый [4, 6] (тёмно-чёрный [11, 5]), от коричневого до чёрного цвет [9].

3. Консистенция и форма каловых масс при её оценке методами осмотра и пальпации в одноразовых полиэтиленовых перчатках для ректального обследования у здоровых животных связана, главным образом, с долей воды в фекалиях, которая, в зависимости от кормления скота и доступности воды для питья составляет у взрослых коров 80–90 % (75–89 % [8]), а также с уровнем резорбции воды в толстом отделе кишечника [14]. Таким образом, на консистенцию фекалий влияет соотношение воды и сухого вещества рациона [12, 17]. Известно, что фекалии телят приобретают консистенцию и форму, характерные для взрослых животных лишь к 15–20-м сут жизни [9]. В ходе акта дефекации взрослые молочные коровы, содержащиеся в условиях коровника, выделяют во внешнюю среду 1-2 порции кашицеобразных каловых масс, при падении на землю приобретающих форму «лепёшки», размером сопоставимую с тарелкой стандартного размера. Путем осмотра у взрослых коров отмечается физиологически обусловленная – кашицеобразная консистенция фекалий со средней и равномерной степенью их измельчения. Известно, что уплотнение каловых масс в кишечнике приводит к выделению сформированных фекалий твёрдой консистенции более тёмной, по сравнению с кашицеобразными, окраски. Сформированные каловые массы тёмной

окраски нередко имеют у коров глянецкую поверхность (могут быть покрыты слизью). При диарее коров алиментарно-токсической или заразной этиологии, содержание воды в фекалиях коров превышает 90 %, обуславливая жидкий характер каловых масс. При наличии в фекалиях слизи и фибрина их консистенция приобретает при пальпации липкий характер [14]. При усиленном процессе брожения в кишечнике, фекалии приобретают пенистую консистенцию [4]. Г. Дирксен отметил у коров с лево- и правосторонними смещениями сычуга пастообразную консистенцию фекалий высокой степени измельчения, маслянистую на поверхности (кишечная слизь), липкую при пальпации [14]. Для оценки эффективности кормления скота, голландские специалисты предложили пятибалльную неинструментальную систему органолептической оценки консистенции фекалий крупного рогатого скота (от жидкой – к твёрдой), в которой наиболее оптимальной с точки зрения усвоения животными рациона кормления для молочных коров считаются несформированные фекалии, попадая на землю, образующие лепёшку полужидкой консистенции с краями, толщина – примерно 2 см (оценочный балл консистенции – 3). После наступления подошвы сапога на лепёшку фекалий данной консистенции – рисунок протектора подошвы не остается на фекалиях [17].

4. Запаху фекалий коров, в отличие от кала свиней, присуща значительно меньшая физиологически обусловленная интенсивность. Наряду с выявлением в фекалиях примесей – продуктов воспаления (эпителиальные или гнойно-некротические участки ткани, фибрин и кровь), в случае выявления органолептическим путем запаха, присущего процессам брожения или гниения, ветеринарным специалистам следует учитывать возможность развития у животных гемморагического, катарального энтерита. Резкий кислый запах фекалий у взрослых коров может свидетельствовать об ацидозе рубца (переизбыток в рационе кормления легкопереваримых углеводов). У взрослых коров иногда встречается нехарактерный запах фекалий (например, запах нефтепродуктов или фенола), который может свидетельствовать о попадании в желудочно-кишечный тракт животных чужеродных химических соединений с кормом [14]. При обстипации интенсивность запаха фекалий может снижаться [5].

5. Степень измельчения каловых масс взрослых коров зависит от частоты и продолжительности жвачки (Ruminatio), от функции преджелудков, активности процессов резорбции

питательных веществ в преджелудках и в толстом отделе кишечника, особенно – в слепой кишке. При проведении общей качественной органолептической оценки степени измельчения фекалий, в качестве физиологически обусловленной у взрослых коров принята средняя степень измельчения каловых масс, при которой максимальная длина растительных волокон кала составляет 0,5 см. Низкая степень измельчения фекалий отмечается у коров при наличии большого количества растительных волокон кала длиной 1-2 см и может являться симптомом нарушения жвачки, а также пассажа кормовых масс в преджелудках [14]. Низкую и неравномерную степень измельчения каловых масс у коров возможно выявить неинструментальным (путём пальпации и осмотра порции фекалий в одноразовых перчатках для ректального обследования) [14] или инструментальным (чаще в зоотехнических целях, путём промывания порции фекалий через металлическое сито) способом [17]. Известно, что при наличии у животных травматического ретикулоперитонита (*Reticuloperitonitis traumatica*) посреди участков кала средней консистенции обнаруживаются клубки растительных волокон размером с грецкий орех или куриное яйцо практически неизмельченного характера.

Установлено, что в результате быстрого пассажа кормовых масс в желудочно-кишечном тракте, зерна кормовых культур часто обнаруживаются в фекалиях также практически в неизменённом виде, что, однако не является патологией при отсутствии симптомов ацидоза рубца (*Acidosis ruminis*) или других заболеваний пищеварительной системы. Низкая степень измельчения растительных волокон кала (их длина может достигать длины спички) также отмечается у коров при болезнях зубов, функциональной непроходимости в одном из отделов многокамерного желудка (синдром Хофлунда, *Hoflund's syndrome*), язвенной болезни сычуга (*Ulcus abomasi*), лейкозе стенки сычуга (*Leuchaemia abomasi*), флегмонозе сетки (*Reticulitis phlegmonosa*) [14].

6. Наличие визуально различимых примесей в фекалиях взрослых коров, таких, как слизь, фибрин, кровь, пузырьки газа (эндогенные примеси), а также песок, частицы волосяного покрова животного, гельминты, инородные тела (посторонние примеси [10]) играют важную роль в макроскопическом исследовании каловых масс животных. В небольшом количестве, в виде малозаметного блестящего налёта, слизь является постоянной

примесью фекалий коров, однако, при воспалительных процессах в кишечнике слизь выделяется обильно [4]. Так, выявление в фекалиях коров прозрачной или серо-белой слизи, слизи с примесью крови является симптомом энтерита, возможной обструкции кишечника с нарушением пассажа в нём кормовых масс. При остром энтерите (*Enteritis acuta*) заразной или токсической этиологии, при воспалении желчного пузыря инфекционной этиологии, в фекалиях коров также выявляются хлопья и нити фибрина [14]. Выделение в ходе акта дефекации небольшого количества черного кала свидетельствует о патологии сычуга или тонкого отдела кишечника [14]. Примесь крови находят в кале при инвагинации кишечника, геморрагическом абомазите, кокцидиозе и других заболеваниях [10]. Выявление в фекалиях коров светло- или тёмно-красных полос крови, помимо механических травм стенки кишечника, может свидетельствовать о патологии толстого отдела кишечника коров [14]. Неизменившуюся кровь обнаруживают при поражении слизистого и мышечного слоёв толстого отдела кишечника и особенно прямой кишки и анального сфинктера [9]. Кишечное кровотечение отмечается не только при глубоких ранениях толстого отдела кишечника, но и при сибирской язве [10]. Кровь в массе кала указывает на патологический процесс в более отдалённых от анального сфинктера отдела кишечника, а кровь на поверхности кала – на поражение дистального отдела прямой кишки или анального сфинктера. Гной обнаруживают в фекалиях при язвенных поражениях толстого отдела кишечника или при вскрытии абсцессов в просвет кишечника [9].

Небольшие кровотечения в пищеварительном тракте могут быть обнаружены только путём применения инструментальных исследований, основанных на химических методах [4]. Важной проблемой полевой диагностики наличия крови в фекалиях коров и клинической интерпретации результатов её обнаружения, является отсутствие массово производимой, недорогой и удобной для применения в условиях ферм ветеринарной тест-системы для экспресс-диагностики наличия скрытой крови (малых количеств крови) в фекалиях коров. В настоящее время даже в условиях высококлассных специализированных клиник по лечению крупного рогатого скота применение подобных ветеринарных тест-систем, а также специальных методов диагностики заболеваний кишечника, таких, как ректоскопия [4], ещё не получило широкого распространения.

Заключение. Наряду с возрастанием роли инструментальных методов исследования пищеварительной системы животных и постепенным улучшением технической оснащённости и методической базы специализированных ветеринарных клиник, широко распространёнными, доступными в полевых условиях в мировой практике остаются также неинструментальные методы оценки функции пищеварительной системы.

Приведённые в статье данные в дальнейшем могут использоваться при составлении таблицы-определителя состояния вышеперечисленных физических показателей фекалий у коров для проведения их качественной органолептической макроскопической оценки в практической деятельности ветеринарных специалистов, при проведении научных исследований пищеварительной системы коров, а также в образовательной деятельности.

Список литературы:

1. Безбородов, П.Н. Периодическая тимпания рубца у молодняка крупного рогатого скота – фактор дифференциальной диагностики синдрома Хофлунда // *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – Вып. 3 (56), т. 2, ч. 2. – 2010. – С. 3–17.
2. Безбородов, П.Н. Синдром Хофлунда – малоизвестная патология пищеварительного тракта у высокопродуктивных коров // *Вестник Брянской гос. с.-х. академии*. – № 4. – 2010. – С. 64–74.
3. Безбородов, П.Н. Дисфункция блуждающего нерва в патологии преджелудков у крупного рогатого скота // *Основные направления развития ветеринарной науки: материалы Международной научно-практической конференции, посвящ. 90-летию РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»*. – Минск: Изд-во РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», 2013. – С. 356–363.
4. Беляков, И.М. Практикум по клинической диагностике с рентгенологией / И.М. Беляков, Г.Л. Дугин, В.С. Кондратьев и др. – М.: Колос, 1992. – 286 с.
5. Влізло В.В. Лабораторна діагностика у ветеринарній медицині (довідник) / В.В. Влізло, І.А. Максимович, В.Л. Галяс, и др. – Львів., 2008. – С. 112.
6. Исследование фекалий и их клиническое значение. Методические указания. – 2-е изд., перераб. и доп. / Составитель В.М. Усевич. – Екатеринбург: Уральская ГСХА, 2007. – 32 с.
7. Максимюк, Н.Н., Скопичев В.Г. Физиология кормления животных: Теории питания, приема корма, особенности пищеварения. – СПб.: Издательство «Лань», 2004. – 256 с.
8. Мотузко, Н.С. Физиологические показатели животных: справочник. / Н.С. Мотузко, Ю.И. Никитин, В.К. Гусаков и др. – Минск: Техноперспектива, 2008. – 95 с.

9. Практикум по клинической диагностике с рентгенологией: учеб. пособие / Под общ. ред. Е.С. Воронина, Г.В. Сноза. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 336 с.

10. Смирнов, А.М. Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней сельскохозяйственных животных / А.М. Смирнов, П.Я. Конопелько, В.С. Постников и др. – Л.: Колос. Ленингр. отделение, 1981. – 447 с.

11. Dirksen, G. Innere Medizin und Chirurgie des Rindes / G. Dirksen, H.D. Gründer, M. Stöber. – Parey, 5. Aufl., 2006. – 1325 s.

12. Hulsen, J. Cow Signals. A practical guide for dairy farm management // «Rood Bont Publ.», «Vetvice BV», Netherlands. – 2008. – 96 p.

13. Guard, C.L. The farm visit. // *Herd Health and Production Management in Dairy Practice* / C.L. Guard, A. Brand, J.P.T.M. Noordhuizen, Y.H. Schukken. – Wageningen: Wageningen Press Publishers. – 1996. – P. 29–37.

14. Rosenberger G. Die klinische Untersuchung des Rindes / G. Rosenberger, G. Dirksen, H.D. Gründer, M. Stöber. – Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey, 3. Aufl., 1990. – 718 s.

15. Skidmore, A.L. Monitoring milk production: defining preset targets and execution // *Herd Health and Production Management in Dairy Practice* / A.L. Skidmore, A. Brand, J.P.T.M. Noordhuizen, Y.H. Schukken. – Wageningen: Wageningen Press Publishers. – 1996. – P. 223–253.

16. Zaaier, D., Noordhuizen Jos P.T.M. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows // *Irish Veterinary Journal*, Vol. 56, 2003. – P. 145-151.

17. Zaaier, D., Noordhuizen Jos P.T.M. Fast information by rumen fill and looking at faeces // *Veeopro dairy management*. – Vol. 54 (Aug. 2004). – P. 9–12.

Spisok literatury:

1. Bezborodov, P.N. Periodicheskaya timpaniya rubca u molodnyaka krupnogo rogatogo skota – faktor differencial'noj diagnostiki sindroma Hoflunda // *Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ya*. – Vyr. 3 (56), t. 2, ch. 2. – 2010. – С. 3–17.
2. Bezborodov, P.N. Sindrom Hoflunda – maloizvestnaya patologiya pishchevaritel'nogo trakta u vysokoproduktivnyh korov // *Vestnik Bryanskoj gos. s.-h. akademii*. – № 4. – 2010. – S. 64–74.
3. Bezborodov, P.N. Disfunkciya bluzhdayushchego nerva v patologii predzheludkov u krupnogo rogatogo skota // *Osnovnye napravleniya razvitiya veterinarnoj nauki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashch. 90-letiyu RUP «Institut eksperimental'noj veterinarii im. C.N. Vyshellesskogo»*. – Minsk: Izd-vo RUP «Institut eksperimental'noj veterinarii im. C.N. Vyshellesskogo», 2013. – S. 356–363.
4. Belyakov, I.M. Praktikum po klinicheskoi diagnostike s rentgenologiej / I.M. Belyakov, G.L. Dugin, V.S. Kondrat'ev i dr. – М.: Kolos, 1992. – 286 s.

5. Vlizlo, V.V. Laboratorna diagnostika u veterinarnij medicini (dovidnik) / V.V. Vlizlo, I.A. Maksimovich, V.L. Galyas i dr. – L'viv, 2008. – S. 112.
6. Issledovanie fekalij i ih klinicheskoe znachenie. Metodicheskie ukazaniya. – 2-e izd., pererab. i dop. / Sostavitel' V.M. Usevich. – Ekaterinburg: Ural'skaya GSKHA, 2007. – 32 s.
7. Maksimyuk, N.N., Ckopichev B.G. Fiziologiya kormleniya zhivotnyh: Teorii pitaniya, priema korma, osobennosti pishchevareniya. – SPb.: Izdated'stvo «Lan'», 2004. – 256 s.
8. Motuzko, N.S. Fiziologicheskie pokazateli zhivotnyh: spravochnik / N.S. Motuzko, YU.I. Nikitin, V.K. Gusakov i dr. – Minsk: Tekhnoperspektiva, 2008. – 95 s.
9. Praktikum po klinicheskoy diagnostike s rentgenologiej: ucheb. posobie / Pod obshch. red. E.S. Voronina, G.V. Snoza. – M.: INFRA-M, 2014. – 336 s.
10. Smirnov, A.M. Klinicheskaya diagnostika vnutrennih nezaraznyh boleznej sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh / A.M. Smirnov, P.YA. Konopel'ko, V.S. Postnikov i dr. – L.: Kolos. Leningr. otdelenie, 1981. – 447 s.
11. Dirksen, G. Innere Medizin und Chirurgie des Rindes / G. Dirksen, H.D. Gründer, M. Stöber. – Parey, 5. Aufl., 2006. – 1325 s.
12. Hulsen, J. Cow Signals. A practical guide for dairy farm management // «Rood Bont Publ.», «Vetvice BV», Netherlands. – 2008. – 96 p.
13. Guard, C.L. The farm visit // Herd Health and Production Management in Dairy Practice / C.L. Guard, A. Brand, J.P.T.M. Noordhuizen, Y.H. Schukken. – Wageningen: Wageningen Press Publishers, 1996. – P. 29–37.
14. Rosenberger, G. Die klinische Untersuchung des Rindes / G. Rosenberger, G. Dirksen, H.D. Gründer, M. Stöber. – Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey, 3. Aufl., 1990. – 718 s.
15. Skidmore, A.L. Monitoring milk production: defining preset targets and execution // Herd Health and Production Management in Dairy Practice / A.L. Skidmore, A. Brand, J.P.T.M. Noordhuizen, Y.H. Schukken. – Wageningen: Wageningen Press Publishers. – 1996. – P. 223–253.
16. Zaaier, D., Noordhuizen Jos P.T.M. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows // Irish Veterinary Journal, Vol. 56, 2003. – P. 145–151.
17. Zaaier, D., Noordhuizen Jos P.T.M. Fast information by rumen fill and looking at faeces // Veepro dairy management. – Vol. 54 (Aug. 2004). – P. 9–12.

Сведения об авторе:

Безбородов Павел Николаевич – кандидат биологических наук, соискатель кафедры незаразной патологии, факультет ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина» (308503 Белгородская обл., Белгородский р-н., п. Майский, ул. Вавилова 1, ФГБОУ ВО «БелГАУ имени В.Я. Горина», e-mail: pavel-bezborodov@mail.ru).

P.N. Bezborodov

Belgorod State Agricultural University after V. Gorin

PHYSICAL INDICATORS OF FECES IN DIAGNOSTICS OF THE INTERNAL NON-TRANSMISSABLE DISEASES OF THE DAIRY COWS' DIGESTIVE SYSTEM

By the method of analysis and synthesis of data in native and foreign references, the author analyses the clinical-diagnostic role of physical indicators of the cattle's feces: their quantity, colour, texture, smell, the rate of fineness, presence of visually distinguishable impurities in them.

The above mentioned physical indicators are widely used in carrying out macroscopic non-instrumental qualitative assessment of the physical property of feces by organoleptic method and are considered as an important component of the coprological researches for dairy cows in the run of veterinary practice. The materials of the article can be a potential prompt for further drafting the table-determinant to define the position of the above-mentioned physical indicators of cows' feces for conducting its qualified organoleptic microscopic assessment in veterinary specialists' practice to carry out scientific researches of the cow's digestive system, and in educational work.

Key words: cow, buiatrics, feces, macroscopic examination of feces, physical indicators of feces.

Author:

Bezborodov Pavel Nikolayevich – Candidate of Biological Sciences, Belgorod State Agricultural University after V. Gorin (1, Vavilov St., Mayskiy, Belgorod region, Russian Federation, 308503, e-mail: pavel-bezborodov@mail.ru).

УДК 619:616-07:616.9-022.44

Н.Х. Сергалиев¹, М.Г. Какишев², Н.С. Гинаятов², Е.Е. Андронов³, А.Г. Пинаев³¹РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский государственный университет имени М. Утемисова»²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»³ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБИОМА ШИПОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МЕТАГЕНОМИКИ

Целью исследований явился анализ микробиома кожи, жаберных пластин и кишечника осетровых рыб. Изучив структуру микробного сообщества шипов, разводимых в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ), мы можем сделать вывод как о физиологическом состоянии рыб, так и о возможных патологиях. Для составления коллекции образцов были отобраны образцы от 10 особей осетровых видов рыб – шипа (по 5 из двух посадочных бассейнов № 3 и 6). Для изучения микрофлоры поверхности кожи были взяты кусочки плавников, органов дыхания – кусочки жаберных пластинок, а для изучения естественной микрофлоры органов пищеварения – смывы из прямой кишки путём введения тампона через анальное отверстие. Образцы были фиксированы в 96 %-ном этиловом спирте на местах сбора материала. Каждому образцу присваивался идентификационный номер. ДНК из ткани осетровых рыб выделяли с использованием набора реактивов (MACHEREY-NAGEL NucleoSpin Soil) компании MACHEREY-NAGEL (Германия). Обработка полученных последовательностей производилась с помощью утилит Trimmomatic и Fastq-Join, OTU-picking производился с помощью пакета QIIME.

В ходе проведённых исследований установлено, что наибольшими различиями между бассейнами обладают микробиомы кишечного отверстия, а наименьшими – микробиомы поверхности плавников, т.е. степень влияния бассейна на выраженность различий между микробиомами возрастает в следующем ряду: плавниковые – жаберные – кишечные сообщества.

Ключевые слова: осетровые рыбы, установка замкнутого водообеспечения, метагеномика, микробиом, секвенирование.

Актуальность. Одними из древнейших представителей мировой ихтиофауны являются осетровые рыбы, основные запасы которых на протяжении многих веков были сосредоточены в Каспийском море. В настоящее время официальный вылов осетровой рыбы резко снизился, так как многие её представители находятся на грани исчезновения, и потерян генфонд обособленных рас и популяций осетров. Несмотря на данную проблему, не снижается спрос на продукты осетроводства (чёрной икры и товарной осетрины). На этом фоне набирают актуальность осетроводческие хозяйства, обеспеченные инновационными технологиями, позволяя индустриальной аквакультуре считаться по праву динамично развивающимся направлением, способным решить проблемы продовольственной безопасности [5, 6, 13, 15].

Одним из альтернативных способов сохранения естественной популяции и увеличения запасов осетровых рыб является разведение осетров в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), однако даже в данных

контролируемых условиях регистрируются патологии различной этиологии. Причиной возникновения заболеваний у осетровых рыб служат нарушения ветеринарно-санитарных, зоогигиенических правил содержания (загрязнение водной среды обитания, перепады температуры и изменения химического состава воды, увеличение плотности посадки гидробионтов на ограниченной территории), кормления рыб, непроведение карантинных мероприятий на новых завезённых особей рыб с целью воспроизводства и другие факторы. Несмотря на замкнутость системы выращивания рыб в УЗВ, всё же происходит активный контакт рыбы с различными факторами окружающей среды: корма и их ингредиенты, предметы ухода и оборудование, одежда обслуживающего персонала, которые могут способствовать попаданию патологического начала извне и стать этиологией возникновения заболеваний. Кроме того, в условиях УЗВ многие заболевания среди осетровых рыб возникают при снижении общей резистентности организ-

ма рыб под воздействием различных факторов, когда условно-патогенная микрофлора, входящая в состав естественной микрофлоры воды, начинает проявлять патогенные действия и порождать остро протекающие болезни (аэромоноз, псевдомоноз), переходящие в хронические формы, впоследствии ведущие к гибели рыб. Всё это наносит рыбоводческим предприятиям значительный экономический ущерб, складывающийся из снижения продуктивности, замедления роста, порчи товарного вида и гибели рыбы [2, 8, 11, 16].

В связи с этим возрастает роль точного анализа микробного фона условно здоровых осетров и объектов системы УЗВ и проведения постоянного микробиологического мониторинга. В наших исследованиях мы предлагаем новый подход, заключающийся в детальном изучении структурных особенностей сообщества микроорганизмов в УЗВ с использованием современных молекулярных методов и анализе связи особенностей структуры микробных сообществ с резистентным статусом осетровых рыб. Применительно к проблеме микробиологического мониторинга и прогнозирования физиологического состояния осетровых видов рыб, выращиваемых в УЗВ, данная гипотеза может быть переформулирована следующим образом: таксономическая структура совокупного микробного сообщества УЗВ является чрезвычайно чувствительным индикатором к состоянию здоровья рыб. При этом даже самые незначительные изменения в структуре микробного сообщества, химических и физических показателей и т. д. немедленно отражаются на физиологическом статусе рыб [4, 9, 10, 12, 14].

Таким образом, изучая структуру микробного сообщества УЗВ, мы можем сделать вывод как о физиологическом состоянии рыб, так и о возможных патологиях. Все эти выводы, конечно, могут быть сделаны только на основании всеохватывающего предварительного исследования.

Цель исследований: разработка комплекса наиболее современных молекулярно-генетических подходов, которые впервые позволяют проводить быстрый и эффективный анализ микробных сообществ УЗВ [1, 7].

Задачи исследований:

1. Выделить ДНК из исследуемых образцов шипов.
2. Получить ампликонные библиотеки на переменный участок гена.
3. Произвести анализ нуклеотидной последовательности фрагментов.

Материалы и методы. Научно-производственный опыт проводился на базе Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (г. Уральск, Республика Казахстан), а лабораторные исследования – в условиях Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург, РФ).

Объектом для исследований послужили по 5 особей шипа (*Acipenser nudiiventris*) 4-5-летнего возраста из посадочных бассейнов № 3 и 6. Для взятия исследуемого материала выбран способ прижизненного отбора биологических образцов, без использования методики декапитации осетров.

Для проведения исследования метагенома шипов было произведено выделение ДНК-образцов с использованием набора реактивов (MACHEREY-NAGEL NucleoSpin Soil) компании MACHEREY-NAGEL (Германия) согласно инструкции производителя. Предварительно проводили пробоподготовку путём механического разрушения материала. Примерно 0,2 г фрагмента плавников и жабр измельчали хирургическим лезвием на фрагменты размером 0,5–1 мм². К фрагментированным образцам добавляли по 0,3 г стеклянных шариков размером 0,5 мм и 0,3 г размером 0,1 мм, а также 0,5 мл лизирующего раствора из набора для выделения ДНК. Пробирки встряхивали на вихре в горизонтальном положении в течение 5 мин на максимальной скорости. Дальнейшее выделение проводили в соответствии с инструкцией изготовителя. При выделении ДНК из содержимого кишечника тампон также измельчали и добавляли по 0,3 г стеклянных шариков размером 0,5 мм и 0,3 г размером 0,1 мм, а также 0,5 мл лизирующего раствора из набора для выделения ДНК.

Ампликонные библиотеки на переменный участок гена 16S рРНК v3-v4 (GTGCCAGCMGCCGCGGTAA / GGACTACVSGGTATCTAAT) получены с помощью универсальных праймеров F515/R806.

Анализ нуклеотидной последовательности фрагментов проводили по технологии компании Illumina на приборе «Illumina MiSeq» (США) с использованием набора реактивов MiSeq® ReagentKit v3 (600 cycle) с двусторонним чтением (2*300 п.н.). Обработку полученных последовательностей проводили с помощью программного обеспечения Illumina, пакета «Trimmomatic» и пакета QIIME [3].

Результаты исследований. Выход ДНК из исследуемых образцов составил 50 мкл с концентрацией 20–50 нг/мкл (рис. 1).

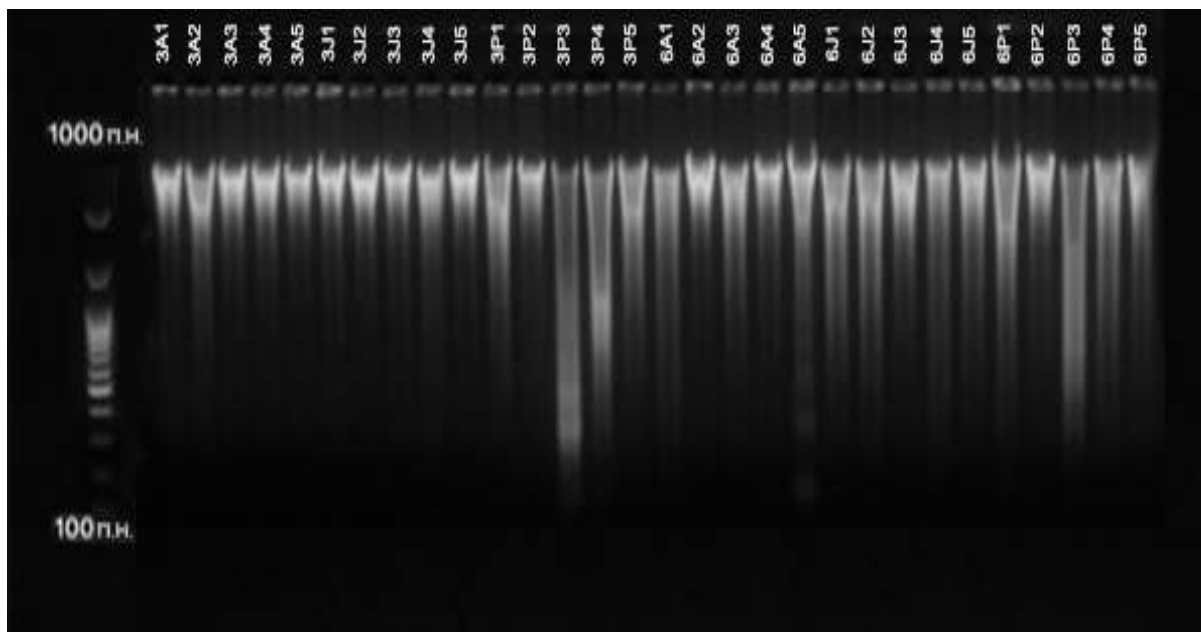


Рисунок 1 – Электрофорез ДНК, выделенной из плавников (А), жаберных пластинок (J) и кишечника (P) шипов

По результатам таксономического анализа полученных библиотек всего было обнаружено 423 таксономические единицы (ОТЕ). Наиболее многочисленными для микробиома с поверхности жабр оказались представители следующих семейств: Pseudomonadaceae, Chitinophagaceae, Moraxellaceae, Fusobacteriaceae, Clostridiaceae, Oxalobacteraceae, Sphingomonadaceae, Leuconostocaceae, Comamonadaceae, Nocardiaceae, Streptococcaceae, Deinococcaceae, Micrococcaceae, Staphylococcaceae и Microbacteriaceae (рис. 2).

В микробиоме, характерном для поверхности кожи, преобладают представители семейств: Deinococcaceae, Moraxellaceae, Micrococcaceae, Pseudomonadaceae, Exiguobacteraceae, Comamonadaceae, Staphylococcaceae, Nocardiaceae, Sphingomonadaceae, Xanthomonadaceae, Weeksellaceae, Microbacteriaceae, а также неатрибутированная группа организмов.

Для соскоба, взятого из прямой кишки, наиболее характерными оказались прокариоты из семейств: Fusobacteriaceae, Bacteroidaceae, Streptococcaceae, Verrucomicrobiaceae, Clostridiaceae, Porphyromonadaceae, Peptostreptococcaceae, Enterobacteriaceae, Leuconostocaceae, Lactobacillaceae, Deinococcaceae, Moraxellaceae, Enterococcaceae, Micrococcaceae. Заметную долю также составляет группа неидентифицированных организмов.

Уровень разнообразия сообществ оценивался по следующим экологическим показателям:

коэффициент Симпсона (evenness), характеризующий выравненность сообщества, коэффициент Chao (richness), отражающий видовое богатство и коэффициент Шеннона, являющийся промежуточным показателем. Самые высокие значения по всем трём оценкам характерны для сообществ, полученных с поверхности жабр. Наиболее низкие показатели наблюдаются в сообществах, полученных с кишечных соскобов (табл. 1).

Выявление таксонов, отражающих специфику микробиомов каждого типа (плавникового, жаберного, кишечного) проводилось при сравнении плавникового микробиома с кишечным, плавникового с жаберным и жаберного с кишечным. При этом выявлялись: таксоны, изменяющие свою численность при сопоставлении сообществ в 10 или более раз; таксоны, в наибольшей степени, изменяющие свою долю; таксоны, сохраняющие свою численность почти неизменной; количество таксонов, общее для обоих микробиомов в сопоставляемой паре; вклад многочисленных таксонов с долей в сообществе более 0,1 % в каждую из выявленных категорий.

При сравнении плавниковых и кишечных микробиомов (P/A) было выявлено 252 общих таксона. При переходе от сообщества, характерного для поверхности плавников, к сообществу из прямой кишки 21 таксон показал сокращение своей численности более чем в 10 раз. Это представители семейств: Coriobacteriaceae, Lactobacillaceae, Fusobacteriaceae, Mogibacteriaceae, Leuconostocaceae,

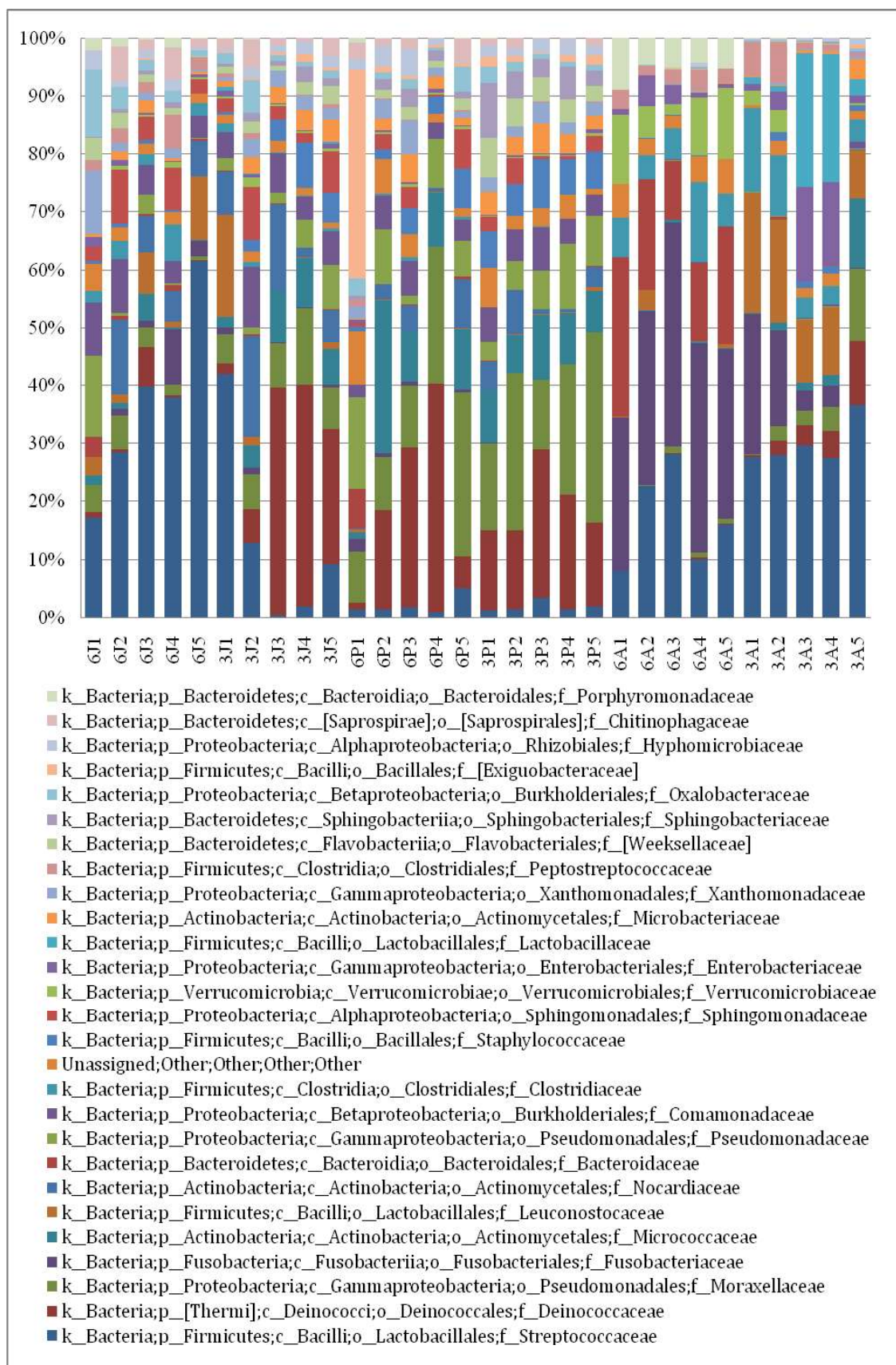


Рисунок 2 – Распределение основных таксономических групп по образцам

Clostridiaceae, Porphyromonadaceae, Enterobacteriaceae, Erysipelotrichaceae,
 Turicibacteraceae, Bacteroidaceae, Streptococcaceae, Neisseriaceae, Halomonadaceae;
 Peptostreptococcaceae, Verrucomicrobiaceae, неатрибутированные представители поряд-

Таблица 1 – Значения коэффициентов Симпсона, Шеннона и Чао по образцам

| Образцы | Коэффициент Симпсона | Коэффициент Шеннона | Коэффициент Чао |
|---------|----------------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3A1 | 0,82 | 2,05 | 85,00 |
| 3A2 | 0,85 | 2,37 | 95,00 |
| 3A3 | 0,85 | 2,30 | 105,00 |
| 3A4 | 0,86 | 2,43 | 101,00 |
| 3A5 | 0,84 | 2,52 | 157,00 |
| 3J1 | 0,82 | 2,70 | 178,00 |
| 3J2 | 0,95 | 3,69 | 173,00 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3J3 | 0,84 | 2,67 | 136,00 |
| 3J4 | 0,85 | 2,80 | 154,00 |
| 3J5 | 0,93 | 3,41 | 175,00 |
| 3P1 | 0,94 | 3,24 | 148,00 |
| 3P2 | 0,91 | 3,07 | 140,00 |
| 3P3 | 0,90 | 2,85 | 181,00 |
| 3P4 | 0,90 | 2,87 | 159,00 |
| 3P5 | 0,88 | 2,93 | 152,00 |
| 6A1 | 0,85 | 2,31 | 73,00 |
| 6A2 | 0,83 | 2,21 | 90,00 |
| 6A3 | 0,79 | 2,11 | 110,00 |
| 6A4 | 0,85 | 2,45 | 132,00 |
| 6A5 | 0,86 | 2,34 | 85,00 |
| 6J1 | 0,97 | 3,94 | 109,00 |
| 6J2 | 0,94 | 3,73 | 191,00 |
| 6J3 | 0,87 | 3,13 | 189,00 |
| 6J4 | 0,90 | 3,37 | 182,00 |
| 6J5 | 0,71 | 2,36 | 187,00 |
| 6P1 | 0,92 | 3,46 | 97,00 |
| 6P2 | 0,91 | 3,14 | 197,00 |
| 6P3 | 0,92 | 3,30 | 168,00 |
| 6P4 | 0,80 | 2,29 | 150,00 |
| 6P5 | 0,91 | 3,18 | 138,00 |

ков Bacteroidales, Clostridiales и Lactobacillales, класса Bacilli, а также неидентифицированные организмы из царства Bacteria. При этом в микробиоме с поверхности плавников представители порядка Bacteroidales сократили свою численность примерно в 700 раз, а в число преобладающих в сообществе таксонов входят семейства Streptococcaceae и Fusobacteriaceae, доля которых снижается в 13 и 60 раз соответственно по сравнению с кишечным микробиомом. Численность 15 таксономических единиц остаётся примерно на одном уровне, и среди них не наблюдается групп бактерий, доминирующих в сообществе. Увеличением своей доли в кишечном микробиоме по сравнению с плавниковым характеризуется 84 таксона. К ним относят-

ся: представители семейств Alteromonadaceae, Legionellaceae, Rhodobacteraceae, Oxalobacteraceae, Koribacteraceae, Dermabacteraceae, Propionibacteriaceae, Rhabdochlamydiaceae, Patulibacteraceae, Xanthomonadaceae, Burkholderiaceae, Chthoniobacteraceae, Nitrospiraceae, Comamonadaceae, Brucellaceae, Nocardiodipsaceae, Acetobacteraceae, Bacteriovoracaceae, Beutenbergiaceae, Cryomorphaceae, Rhodospirillaceae, Cytophagaceae, Caulobacteraceae, Erythrobacteraceae, Carnobacteriaceae, Pseudonocardiaceae, Listeriaceae, Microthrixaceae, Flavobacteriaceae, Bifidobacteriaceae, Kouleothrixaceae, Aerococcaceae, Exiguobacteraceae, Isosphaeraceae,

Rubrobacteraceae, Sphingobacteriaceae, Weeksellaceae, Phyllobacteriaceae, Xenococcaceae, Nitrososphaeraceae, Sinobacteraceae, Gaiellaceae, Rhodocyclaceae, Pseudomonadaceae, Paenibacillaceae, Solibacteraceae, Nocardiaceae, Chitinophagaceae, Sphingomonadaceae, Piscirickettsiaceae, Solirubrobacteraceae, Prevotellaceae; неидентифицированные до семейств представители порядков Rhizobiales, Acidimicrobiales, Sphingomonadales, Burkholderiales, Bacillales, Alteromonadales, Gemmatimonadales, Acidithiobacillales, Solirubrobacterales, Sphingobacteriales, WD2101, MIZ46, N1423WL, DS-18, CCU21, NB1-j, 0319-7L14, SBR1031; представители классов Acidobacteria, Chloracidobacteria, Gammaproteobacteria, Anaerolineae, TM7-3, S085, ML635J-21, Gitt-GS-136, Gemm-1, OPB56; прокариоты, относящиеся к филе FBP. Представители класса OPB56 увеличили свою долю в сообществе примерно в 670 раз.

Для микробиомов плавников и жабр (P/J) общими оказались 351 таксон. Уменьшение численности при переходе от плавникового микробиома к жаберному наблюдается у 30 групп. Это представители семейств Caldilineaceae, auto67_4W, Thiotrichaceae, Turicibacteraceae, Opitutaceae, Leuconostocaceae, Coxiellaceae, Mogibacteriaceae, Halomonadaceae, Rhabdochlamydiaceae, HTCC2089, Haliangiaceae, Planctomycetaceae, Ellin515, OM60, Pirellulaceae, Streptococcaceae, Thermogemmatissporaceae, Geobacteraceae; атрибутированные до уровня порядка представители Phycisphaerales, Bacteroidales, Acidithiobacillales, Chlamydiales, Spirobacillales, Caulobacterales, Ellin6513, SC-I-84; представители классов C0119, Bacilli; прокариоты, идентифицированные как представители филы Chloroflexi. В 83 раза снижается численность бактерий из семейства Caldilineaceae, а также в 12 раз уменьшилась доля семейства Streptococcaceae, которое является одним из многочисленных таксонов в плавниковом микробиоме. Заметных сдвигов в численности не наблюдается для 51 таксона, один из которых составляет заметную часть в структуре обоих сообществ. Увеличение доли таксона при переходе от микробиома плавников к жаберному в значительной степени наблюдается только у 7 таксонов, среди них: семейства Listeriaceae, Exiguobacteraceae, Dermabacteraceae, Bifidobacteriaceae, Piscirickettsiaceae, порядок Sva0725 и филы FBP. Изменение численности менее значительное, чем при сравнении «поверхностных» микробиомов с кишечным – самое заметное увеличение доли наблюдается для семейства Piscirickettsiaceae (в 26 раз).

Как и в случае с плавниковым микробиомом, количество общих таксонов у жаберного и кишечного микробиома составляет 252 ОТЕ. При переходе от микробного сообщества поверхности жабр к кишечному микробиому (J/A) значимое уменьшение доли в сообществе наблюдается у 8 таксономических групп. В их число входят представители семейств Coriobacteriaceae, Lactobacillaceae, Bacteroidaceae, Fusobacteriaceae, Verrucomicrobiaceae, бактерии, принадлежащие к порядкам Bacteroidales и Lactobacillales, и неатрибутированные представители царства Bacteria. При этом наибольший сдвиг наблюдается в численности представителей семейства Coriobacteriaceae (уменьшение численности в кишечном микробиоме по сравнению с жаберным в 133 раза). В 14 раз снижается доля представителей семейства Fusobacteriaceae, которое в кишечном микробиоме является довольно многочисленным. У 17 таксономических групп не наблюдается заметного изменения в численности, причём среди них присутствует таксон, составляющий ощутимую долю в сообществе. Увеличение своей численности в микробиоме жабр по сравнению с кишечным более, чем в 10 раз, продемонстрировал 101 таксон. К ним относятся семейства: Bacteriovoracaceae, Xanthomonadaceae, Flavobacteriaceae, Isosphaeraceae, Alicyclobacillaceae, Caulobacteraceae, Oxalobacteraceae, Rhodobacteraceae, Koribacteraceae, Methylophilaceae, Intrasporangiaceae, Propionibacteriaceae, Carnobacteriaceae, Cytophagaceae, Syntrophobacteraceae, Weeksellaceae, Chthoniobacteraceae, Cryomorpaceae, Comamonadaceae, Desulfovibrionaceae, Bradyrhizobiaceae, Bradyrhizobiaceae, Ellin6075, Mycobacteriaceae, Brucellaceae, Pseudomonadaceae, Caldilineaceae, Legionellaceae, Sinobacteraceae, Acetobacteraceae, EB1017, Pirellulaceae, Coxiellaceae, Pseudonocardaceae, A4b, Parachlamydiaceae, Aurantimonadaceae, Gaiellaceae, Gemmataceae, Haliangiaceae, Microthrixaceae, Paenibacillaceae, Solibacteraceae, Planctomycetaceae, auto67_4W, Erythrobacteraceae, Solirubrobacteraceae, Rhodospirillaceae, Rhodocyclaceae, Phyllobacteriaceae, C111, Nitrospiraceae, Thiotrichaceae, Nitrososphaeraceae, Opitutaceae, Chitinophagaceae, Sphingomonadaceae, Nocardiaceae, OM60, Rubrobacteraceae, Prevotellaceae; атрибутированные до уровня порядка представители B97, Muxococcales, SBla14, Saprospirales, DS-18, d113, Burkholderiales, Tremblayales, CCU21, Pedosphaerales, WD2101,

Gaiellales, Sphingomonadales, Solirubrobacterales, Rhizobiales, Legionellales, Acidimicrobiales, Actinomycetales, Chlamydiales, Ellin6513, Gemmatimonadales, Sphingobacteriales, SC-I-84, 0319-7L14, Caulobacterales, Rhodospirillales, NB1-j, N1423WL, RB41, MIZ46, Acidithiobacillales; неидентифицированные представители классов TM7-1, SJA-4, Ellin6529, ML635J-21, Chlamydia, OPB56 и организмы, относящиеся к филе Chloroflexi. Для многих таксонов отмечается сильное увеличение численности в микробиоме жабр, по сравнению с кишечным микробиомом: неидентифицированные представители класса OPB56 увеличили свою долю в сообществе примерно в 1300 раз, 19 таксонов показывают увеличение своей численности более чем в 100 раз. Для сравнения, при переходе от кишечного микробиома к плавниковому только для 8 ОТЕ было характерно такое повышение доли в составе сообщества.

Перечисленные таксоны являются отличительной чертой кишечных, жаберных и плавниковых микробиомов. Важно отметить, что большинство из этих таксонов не является доминантным по численности (рис. 3).

Общая картина показывает, что микробиомы, полученные с поверхностных органов рыб в большей степени сходны между собой и в меньшей степени – с кишечным микробиомом. При сравнении представленности основных ОТЕ в различных типах образцов также становится очевидно, что для жаберных и плавниковых микробиомов характерно более выровненное распределение таксонов по всей выборке, в то время как кишечный микробиом демонстрирует большую специфичность таксономического состава.

Заключение. Высокопроизводительное секвенирование гена 16spРНК в полученной коллекции показало, что наиболее многочисленными для микробиома с поверхности жабр оказались представители семейств Pseudomonadaceae, Chitinophagaceae, Moraxellaceae, Fusobacteriaceae, Clostridiaceae, Oxalobacteraceae, Sphingomonadaceae, Leuconostocaceae, Comamonadaceae, Nocardiaceae, Streptococcaceae, Deinococcaceae, Micrococcaceae, Staphylococcaceae и Microbacteriaceae. Естественный микробиом поверхности кожного покрова представлен бактериями семейств Deinococcaceae, Moraxellaceae, Micrococcaceae, Pseudomonadaceae, Exiguobacteraceae, Comamonadaceae, Staphylococcaceae, Nocardiaceae, Sphingomonadaceae, Xanthomonadaceae, Weeksellaceae, Microbacteriaceae, а также не-

атрибутированная группа организмов. Микробиом прямой кишки представлен прокариотами из семейств Fusobacteriaceae, Bacteroidaceae, Streptococcaceae, Verrucomicrobiaceae, Clostridiaceae, Porphyromonadaceae, Peptostreptococcaceae, Enterobacteriaceae, Leuconostocaceae, Lactobacillaceae, Deinococcaceae, Moraxellaceae, Enterococcaceae, Micrococcaceae, а также заметную долю составляет группа неидентифицированных организмов.

Благодарность

Исследовательская работа выполнена в рамках бюджетной программы 217 «Развитие науки», по подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету: 4. Науки о жизни и здоровье, по подприоритету: 4.1. Фундаментальные и прикладные исследования в области биологии. Проблемы экологии. Оценка состояния и проблемы сохранения биоразнообразия растительного и животного мира Республики Казахстан. Научные основы рационального использования и воспроизводства биологических ресурсов. В рамках проекта AP05135817 «Применение методов метагеномики в оценке состояния микробиома осетровых видов рыб и биофильтров установок замкнутого водоснабжения».

Список литературы

1. Борисова, М.Н. Болезни рыб. Обзор эпизоотической ситуации за 2006 год / М.Н. Борисова, Т.Д. Пичугина, Е.А. Завьялова, А.Е. Дрошнев, С.А. Коломыцев // Ветеринарная жизнь. – 2007. – № 14. – С. 2–3.
2. Казимирченко, О.В. Некоторые особенности функционирования микробных сообществ при выращивании рыбы в УЗВ / О.В. Казимирченко, М.Ю. Котлярук // Расширенные материалы IV Международной конференции «Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов». – М.: Борок, 2015. – С. 526–529.
3. Пономарёва, Е.Н. Состояние и особенности товарной аквакультуры в Южном макрорегионе России / Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина, В.А. Григорьев // Материалы Международной научной конференции «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России». – Ростов н/Д.: 2014. – С. 232–236.
4. Сергалиев, Н.Х. Значение изучения естественной микрофлоры участков системы УЗВ и культивируемых в них осетровых рыб / Н.Х. Сергалиев, М.Г. Какишев, Н.С. Гинаяттов // Наука и образование. – Уральск: РИО ЗКАТУ, 2018. – № 3 (52). – С. 167–172.
5. Bolger, A.M., Lohse, M., Usadel, B. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*. 2014 Aug 1;30(15):2114–20.

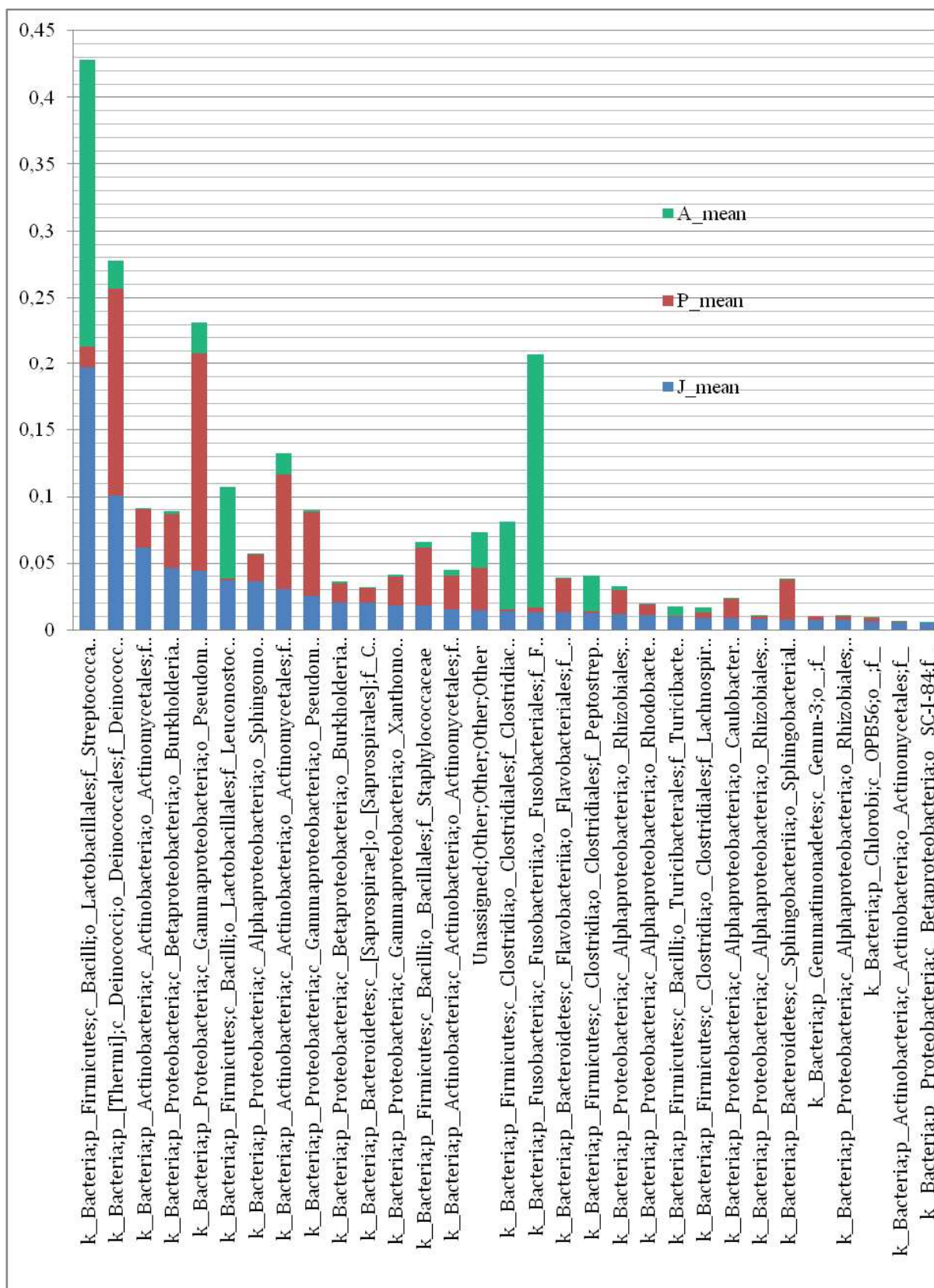


Рисунок 3 – Распределение таксонов по разным типам образцов

6. Bore, E.K., Apostel, C., Halicki, S., Kuzyakov, Y., Dippold, M.A. Microbial metabolism in soul at subzero temperatures: adaptation mechanisms revealed by position-specific (13) C labeling // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 1–10.

7. Khan, M.A., Khan, S., Miyan, K. Aquaculture as a food production system: a review // *Biology and Medicine*. – 2011. – № 3. – P. 291–302.

8. Levy, S.B. Antibacterial resistance of cultured marine fish / S.B. Levy, B.A. Marshall // *Nat. Med.* – 2004. – Vol. 10 (Suppl. 1, 2). – P. 122–129.

9. Mustafa, T., Huseyin, A. Identification of bacterial pathogens and determination of their antibacterial resistance profiles in some cultured fish in Turkey // *J. Vet. Res.* – 2016. – Vol. 60. – P. 141–146.

10. Parks, D.H., Imelfort, M., Skennerton, C.T., Hugenholtz, P., Tyson, G.W. CheckM: assessing the quality of microbial genomes recovered from isolates, single cells, and metagenomes // *Genome Res.* – 2015. – Vol. 25 (7). – P. 1043–1055.

11. Plumb, J.A., Hanson, L.A. Health maintenance and principal microbial diseases of cultured fish. Third ed. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 2011. – 244 p.

12. Pratte, Z.A., Besson, M., Hollman, R.D., The Gills of Reef Fish Support a Distinct Microbiome Influenced by Host-Specific Factors // *Microbial Ecology*. – 2018. – Vol. 84. – P. 1–15.

13. Reinartz, R., Bloesch, J., Ring, T., Stein, H. Sturgeons are more than caviar: A plea for the revival of sturgeons in the Danube River // *Large Rivers*. – 2003. – Vol. 14. – P. 3–4.

14. Schmidt, V.T., Smith, K.F., Melvin, D.W. Amaral-Zettler, L.A. Community assembly of a euryhaline fish microbiome during salinity acclimation // *Microbial Ecology*. – 2015. – Vol. 24 (10). – P. 2537–2550.

15. Tacon, A.G. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications / A.G. Tacon, M.R. Hasan, R.P. Subasinghe // *FAO Fisheries Circular*. – 2006. – N. 1018. – P. 99–110.

16. Tatsuya, K., Makoto, I. Histopathological Features of Ayu *Plecoglossus altivelis* Experimentally Infected with *Pseudomonas plecoglossicida* // *Fish Pathology*. – Tokio, 2006. – Vol. 41 (3). – P. 91–97.

Spisok literatury:

1. Borisova, M.N. Bolezni ryb. Obzor epizooticheskoj situacii za 2006 god / M.N. Borisova, T.D. Pichugina, E.A. Zav'yalova, A.E. Droshnev, S.A. Kolomycev // *Veterinarnaya zhizn'*. – 2007. – № 14. – S. 2–3.

2. Kazimirchenko, O.V. Nekotorye osobennosti funkcionirovaniya mikrobnih soobshchestv pri vyrashchivaniy ryby v UZV / O.V. Kazimirchenko, M.YU. Kotlyaruk // *Rasshirennyye materialy IV Mezhdunarodnoj konferencii «Problemy patologii, immunologii i ohrany zdorov'ya ryb i drugih gidrobiontov»*. – M.: Borok, 2015. – S. 526–529.

3. Ponomaryova, E.N. Sostoyanie i osobennosti tovarnoj akvakul'tury v YUzhnom makroregione Rossii / E.N. Ponomareva, M.N. Sorokina, V.A. Grigor'ev // *Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Aktual'nye voprosy rybnogo hozyajstva i akvakul'tury bassejnov yuzhnyh morej Rossii»*. – Rostov n/D.: 2014. – S. 232–236.

4. Sergaliev, N.H. Znachenie izucheniya estestvennoj mikroflory uchastkov sistemy UZV i kul'tiviruemyh v nih osetrovyyh ryb / N.H. Sergaliev, M.G. Kakishev, N.S. Ginayatov // *Nauka i obrazovanie*. – Ural'sk: RIO ZKATU, 2018. – № 3 (52). – S. 167–172.

5. Bolger, A.M., Lohse, M., Usadel, B. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*. 2014 Aug 1;30(15):2114–20.

6. Bore, E.K., Apostel, C., Halicki, S., Kuzyakov, Y., Dippold, M.A. Microbial metabolism in soul at subzero temperatures: adaptation mechanisms revealed by position-specific (13) C labeling // *Frontiers in Microbiology*. – 2017. – Vol. 8. – P. 1–10.

7. Khan, M.A., Khan, S., Miyan, K. Aquaculture as a food production system: a review // *Biology and Medicine*. – 2011. – № 3. – P. 291–302.

8. Levy, S.B. Antibacterial resistance of cultured marine fish / S.B. Levy, B.A. Marshall // *Nat. Med.* – 2004. – Vol. 10 (Suppl. 1, 2). – R. 122–129.

9. Mustafa, T., Huseyin, A. Identification of bacterial pathogens and determination of their antibacterial resistance profiles in some cultured fish in Turkey // *J. Vet. Res.* – 2016. – Vol. 60. – R. 141–146.

10. Parks, D.H., Imelfort, M., Skennerton, C.T., Hugenholtz, P., Tyson, G.W. CheckM: assessing the quality of microbial genomes recovered from isolates, single cells, and metagenomes // *Genome Res.* – 2015. – Vol. 25 (7). – P. 1043–1055.

11. Plumb, J.A., Hanson, L.A. Health maintenance and principal microbial diseases of cultured fish. Third ed. Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 2011. – 244 p.

12. Pratte, Z.A., Besson, M., Hollman, R.D., The Gills of Reef Fish Support a Distinct Microbiome Influenced by Host-Specific Factors // *Microbial Ecology*. – 2018. – Vol. 84. – P. 1–15.

13. Reinartz, R., Bloesch, J., Ring, T., Stein, H. Sturgeons are more than caviar: A plea for the revival of sturgeons in the Danube River // *Large Rivers*. – 2003. – Vol. 14. – P. 3–4.

14. Schmidt, V.T., Smith, K.F., Melvin, D.W. Amaral-Zettler, L.A. Community assembly of a euryhaline fish microbiome during salinity acclimation // *Microbial Ecology*. – 2015. – Vol. 24 (10). – P. 2537–2550.

15. Tacon, A.G. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications / A.G. Tacon, M.R. Hasan, R.P. Subasinghe // *FAO Fisheries Circular*. – 2006. – N. 1018. – P. 99–110.

16. Tatsuya, K., Makoto, I. Histopathological Features of Ayu *Plecoglossus altivelis* Experimentally Infected with *Pseudomonas plecoglossicida* // *Fish Pathology*. – Tokio, 2006. – Vol. 41 (3). – P. 91–97.

Сведения об авторах:

Сергалиев Нурлан Хабибуллович – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, ректор Западно-Казахстанского государственного университета имени М. Утемисова (090000, Республика Казахстан, г. Уральск, пр. Нурсултана Назарбаева 162, e-mail: nurlan-sergaliev@yandex.ru).

Какишев Мурат Галиханович – PhD, заведующий лаборатории биотехнологии инженерного профиля Управления науки Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана 51, e-mail: kakishev_murat@mail.ru).

Гинаятов Нурбек Сатканулы – магистр ветеринарных наук, младший научный сотрудник лаборатории инженерного профиля Управления науки Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана 51, e-mail: nginayatov@mail.ru).

Андронов Евгений Евгеньевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (196608, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, д. 3).

Пинаев Александр Георгиевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (196608, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, д. 3).

N.Kh. Sergaliev¹, N.S. Ginayatov², M.G. Kakishev², Y.E. Andronov³, A.G. Pinaev³

¹RSE REM «M. Utemisov West Kazakhstan State University»

²NJSC «West Kazakhstan Agrarian- University after Zhangir Khan»

³SSI «All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology»

THE STUDY OF THE MICROBIOME SPINY STURGEON GROWN UP UNDER CLOSED WATER SUPPLY WITH THE METAGENOMIC METHODS USED

The aim of the research is to analyse the microbiome of the skin, gill plates and intestines of the sturgeons. When having the structure of the microbial family of spines bred under closed water supply (CWS) investigated, we can make a conclusion for both – physiological condition of fish, and potential pathologies. To compile a collection of samples, the latter being taken from 10 spine species (by 5 pieces from the two let-in basins №3 and №6). To study the microflora of the skin surface some pieces of the fins, respiratory organs pieces of the gill plates, and to explore the natural microflora of the digestive system – swabs from rectum by inserting swab through the anus were taken. The samples were placed in 96% ethyl alcohol at the collection sites. Each sample was assigned an identification number. DNA from the tissue of sturgeon were isolated using the kit reagents (MACHEREY-NAGEL NucleoSpin Soil) of the company MACHEREY-NAGEL (Germany). Processing of the sequences obtained had been performed with the use of Trimmomatic and Fastq-Join utilities, OTU-picking had been performed using the QIIME package.

In the course of studies it had been found that the greatest differences between the basins have microbiomes of the intestinal opening, and the smallest – microbiomes of the fin surfaces, which means that the degree of influence of the basin on the identification of differences between the microbiomes has increased in the following series: fin – gill – intestinal families.

Key words: sturgeon fish, installation of closed water supply, metagenomics, microbiome, sequencing.

Authors:

Sergaliev Nurlan – Candidate of Biology Sciences, Associated Professor, Rector of the M. Utemisov West Kazakhstan State University (162, N. Nazarbayev Ave., Uralsk, the Republic of Kazakhstan, 090000, e-mail: nurlan-sergaliev@yandex.ru).

Kakishev Murat – PhD in Veterinary, Head of Laboratory of Biotechnology Engineering, Department of Science, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-technical University (162, N. Nazarbayev Ave., Uralsk, the Republic of Kazakhstan, 090000, e-mail: Uralsk (51, Zhangir Khan St., Uralsk, the Republic of Kazakhstan, 090009, e-mail: kakishev_murat@mail.ru).

Ginayatov Nurbek – Junior Researcher, Laboratory of Biotechnology Engineering, Department of Science, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-technical University after Zhangir Khan (162, N. Nazarbayev Ave., Uralsk, the Republic of Kazakhstan, 090000, e-mail: Uralsk (51, Zhangir Khan St., Uralsk, the Republic of Kazakhstan, 090009, e-mail: nginayatov@mail.ru).

Andronov Yevgeny – Candidate of Biology Sciences, Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Agricultural Microbiology (3, Podbel'sky Highway, Pushkin-8, St-Petersburg, Russian Federation, 196608).

Pinayev Alexander – Candidate of Biology Sciences, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Agricultural Microbiology (3, Podbel'sky Highway, Pushkin-8, St-Petersburg, Russian Federation, 196608).

УДК 633.11"321":581.1.045

И.Ш. Фатыхов, Ч.М. Исламова, Б.Б. Борисов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РЕАКЦИЯ АГРОФИТОЦЕНОЗА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ИРЕНЬ НА АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В растениеводстве особенности абиотических условий оцениваются соответствующей реакцией сорта или гибрида сельскохозяйственных растений. Неблагоприятные абиотические условия, в том числе и метеорологические – одна из главных причин сильной вариабельности урожайности полевых культур. Поэтому изучение реакции конкретного сорта или гибрида сельскохозяйственной культуры на абиотические условия формированием урожайности и качеством продукции является актуальным. В качестве информационной среды были использованы агрохимические показатели пахотного слоя почвы, количество внесённых минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы Ирень в колхозе (СХПК) и.м. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики за 2013–2018 гг. Агрохимические показатели были определены по общепринятым методикам в результате агрохимического обследования почв хозяйства в 2015 г. Тесноту и форму связи – методом корреляционно-регрессионного анализа. Вегетационный период 2013 г. отличался относительно жаркими и засушливыми метеорологическими условиями. Май 2014 г. был тёплым и засушливым, июнь характеризовался как умеренно тёплый, сумма осадков – норма, в июле и в августе – температура и осадки в пределах нормы. В 2015 г. май и июнь были тёплыми и засушливыми, июль и август прохладными и влажными. Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и засушливый. Май и июнь были тёплыми и засушливыми, в июле и августе наблюдалась повышенная среднесуточная температура воздуха и недостаточное количество осадков. В 2017 г. развитие растений яровой пшеницы проходило при относительно невысокой среднесуточной температуре воздуха и достаточной обеспеченности влагой. Май и июнь 2018 г. были тёплыми и умеренно влажными. Июль был тёплым и сухим. Август характеризовался среднесуточной температурой воздуха близкой к норме и относительно небольшой суммой выпавших осадков. В колхозе (СХПК) и.м. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики урожайность зерна яровой пшеницы Ирень имела слабую и среднюю корреляционную связь с содержанием в пахотном слое почвы гумуса 2,7–3,5 %, рН 5,0–6,0, с количеством внесённых минеральных удобрений 84–125 кг/га в действующем веществе. Из агрохимических показателей пахотного слоя почвы урожайность имела относительно наибольшие коэффициенты корреляции с содержанием подвижных форм фосфора и калия ($r=+0,58$). При высокой степени окультуренности пахотного слоя корреляционная связь урожайности с дозами минеральных удобрений была слабой ($r=+0,24$). Относительно прохладная и влажная погода обеспечивала формирование более высокой урожайности зерна яровой пшеницы Ирень. За 2013–2018 гг. наибольшая урожайность 39,6 ц/га зерна сформировалась при среднесуточной температуре воздуха +14,7 °С, с суммой активных температур 1613 °С и сумме осадков 337 мм за вегетационный период. Сухая и жаркая погода снижала урожайность. При среднесуточной температуре +17,5 °С, сумме активных температур 1872 °С и сумме осадков 148 мм за вегетацию была получена урожайность 22,8 ц/га зерна.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт Ирень, дерново-сильнопodzolistая легкосуглинистая почва, агрохимические показатели почв, метеорологические условия.

Актуальность. По мнению академика А.А. Жученко [2], большой или меньший суммарный выход сельскохозяйственной продукции с конкретной территории и эффективность производства будут определяться агробиологическими свойствами возделываемых видов и сортов растений, их требованием к типу почвы, температурному и водному режиму, продолжительности вегетационного периода, потенциальной урожайности, экологической устойчивости к лимитирующим факторам внешней среды. Формулируя научные основы земледелия К.А. Тимирязев к главному фактору формирования урожайности относил «возделываемое растение и предъявляемые им требования» [2].

В растениеводстве особенности абиотических условий оцениваются соответствующей

реакцией сорта или гибрида сельскохозяйственных растений. Неблагоприятные абиотические условия, в том числе и метеорологические – одна из главных причин сильной вариабельности урожайности полевых культур. Поэтому изучение реакции конкретного сорта или гибрида сельскохозяйственной культуры на абиотические условия формированием урожайности и качеством продукции является актуальным.

В условиях Уральского района Нечерноземной зоны России урожайность возделываемых сортов и гибридов полевых культур также определяется их устойчивостью к абиотическим факторам. От экологической устойчивости агрофитоценозов зависит эффективность удобрений, пестицидов и приемов технологий возделывания. В результате корреляционно-

го анализа урожайности сортов ячменя Торос, Дина и Неван не было выявлено тесной корреляции с агрохимическими показателями пахотного слоя почв на госсортоучастках (ГСУ) Удмуртской Республики. Однако между урожайностью ячменя Абава на ГСУ Удмуртской Республики и среднесуточными температурами воздуха за период начало кущения – полное колошение наблюдалась отрицательная сильная корреляция ($r=-0,87\dots-0,97$), но урожайность имела прямую тесную корреляцию ($r=0,89\dots0,98$) с суммой осадков за данный период [3, 4].

Урожайность ячменя Торос (40 ц/га и более) на ГСУ Удмуртской Республики формировалась при среднесуточной температуре воздуха не выше $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сумме осадков не менее 200 мм за период посев – восковая спелость. При повышении среднесуточной температуры воздуха за период вегетации ячменя происходило снижение урожайности. Это было обусловлено меньшей продуктивной кустистостью, выживаемостью и высотой растений, продуктивностью колоса [5, 6].

Цель исследований – определить зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от абиотических условий в производственных посевах колхоза (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики.

Задачи исследований:

– определить тесноту и форму связи урожайности с агрохимическими показателями пахотного слоя почв;

– определить тесноту и форму связи урожайности с метеорологическими условиями.

Объект, методы и условия проведения исследований.

Объект исследований – яровая пшеница, сорт Ирень.

В качестве информационной среды были использованы агрохимические показатели пахотного слоя почвы, количество внесённых минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы Ирень в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района УР за 2013–2018 гг. Агрохимические показатели были определены по общепринятым методикам в результате агрохимического обследования почв хозяйства в 2015 г. Тесноту и форму связи – методом корреляционно-регрессионного анализа [1].

Агроклиматические условия в годы исследований различались по температуре и водному режиму. Вегетационный период 2013 г. отличался относительно жаркими и засушливыми метеорологическими условиями. Май 2014 г. был тёплым и засушливым, июнь ха-

рактеризовался как умеренно тёплым, сумма осадков – норма, в июле и в августе – температура и осадки в пределах нормы. В 2015 г. май и июнь были тёплыми и засушливыми, июль и август прохладными и влажными. Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и острозасушливый. Май и июнь были тёплыми и засушливыми, в июле и августе наблюдалась повышенная среднесуточная температура воздуха и недостаточное количество осадков. В 2017 г. развитие растений яровой пшеницы проходило при относительно невысокой среднесуточной температуре воздуха и достаточной обеспеченности влагой. Май и июнь 2018 г. были тёплыми и умеренно влажными. Июль был тёплым и сухим. Август характеризовался среднесуточной температурой воздуха близкой к норме и относительно небольшой суммой выпавших осадков.

Таким образом, метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований охватывали их разнообразие, характерные для климата Уральского района Нечернозёмной зоны России.

Обработку почвы, приёмы посева, ухода и уборки в технологии возделывания яровой пшеницы в СХПК им. Мичурина проводили в соответствии с зональными рекомендациями [7]. Предшественник – кукуруза. Обработка почвы – осенью после уборки кукурузы – мелкая на глубину 12–14 см дискатором БДМ-7, весной – закрытие влаги в 2 следа зубowymi боронами БЗТС-1. Срок посева – ранний, посевным комплексом Great Plains, с одновременным внесением сложных минеральных удобрений $N_{18}P_{18}K_{18}$. Норма высева 7,0 млн шт. всхожих семян на 1 га. Предпосевная обработка семян – инкрустация Сертикор, КС – 0,8 л/т + Табу, ВСК – 0,4 л/т + ЖУСС – 2 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т. Через 4 дня после посева корневая подкормка сеялками СЗ-3,6 поперёк рядков аммиачной селитрой (в 2013–2014 гг., 2016–2017 гг. – N_{37} , в 2018 г. – N_{71} , в 2016 г. – N_{30}). В фазе кущения яровой пшеницы обработка баковой смесью гербицидов Дерби 175, КС – 50 г/га + Экстарон, КЭ – 600 г/га, расход рабочей жидкости 200 л/га. Уборка однофазная, комбайном «Дон-1500», в фазе полной спелости зерна.

Яровая пшеница Ирень в колхозе (СХПК) им. Мичурина возделывалась на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве. Для полной оценки плодородия пахотного слоя почвы были рассчитаны индивидуальные и комплексные показатели (табл. 1).

Таблица 1 – Индивидуальный и комплексный показатель плодородия почв при возделывании яровой пшеницы Ирень

| Год | Индивидуальный коэффициент | | | | Комплексный показатель плодородия почвы | Степень окультуренности |
|------|----------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------|
| | Гумус | рН | Подвижные элементы | | | |
| | | | P ₂ O ₅ | P ₂ O ₅ | | |
| 2013 | 1,30 | 0,65 | 0,67 | 1,30 | 0,91 | Высокая |
| 2014 | 1,30 | 0,87 | 3,38 | 2,96 | 2,12 | Высокая |
| 2015 | 1,30 | 1,09 | 3,38 | 2,96 | 2,18 | Высокая |
| 2016 | 1,26 | 0,91 | 0,67 | 1,04 | 0,97 | Высокая |
| 2017 | 0,96 | 0,91 | 0,67 | 0,66 | 0,80 | Высокая |
| 2018 | 1,30 | 1,09 | 3,38 | 2,96 | 2,18 | Высокая |

По комплексному показателю почвенного плодородия пахотный слой почвы соответствовал высокой степени окультуренности. Относительно более высокие комплексные показатели 2,12–2,18 плодородия почвы были в 2014–2015 и 2018 гг.

Результаты исследований. Агрохимические показатели пахотного слоя, дозы минеральных удобрений и урожайность зерна яровой пшеницы Ирень приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимические показатели пахотного слоя почвы, дозы минеральных удобрений и урожайность зерна яровой пшеницы Ирень

| Год | Гумус, % | рН | Подвижные элементы, мг/кг | | Доза минеральных удобрений, кг/га д.в. NPK | Урожайность ц/га |
|------|----------|-----|-------------------------------|------------------|--|------------------|
| | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| 2013 | 3,5 | 5,0 | 125 | 100 | 91 | 22,8 |
| 2014 | 3,5 | 5,5 | 375 | 375 | 91 | 38,4 |
| 2015 | 3,5 | 6,0 | 375 | 375 | 125 | 37,9 |
| 2016 | 3,4 | 5,6 | 125 | 145 | 84 | 32,4 |
| 2017 | 2,7 | 5,6 | 125 | 100 | 91 | 39,6 |
| 2018 | 3,5 | 6,0 | 375 | 375 | 91 | 39,4 |

Пахотный слой почвы, на которой возделывалась яровая пшеница Ирень, содержал: гумуса – 2,7–3,5 % (от среднего до повышенного), подвижного фосфора – 125–375 мг/кг почвы (от повышенного до очень высокого) и обменного калия – 100–375 мг/кг почвы (от повышенного до очень высокого), рН – 5,0–6,0 (от

слабокислой до нейтральной). Зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от агрохимических показателей пахотного слоя почвы и количеством внесённых минеральных удобрений выразилась соответствующими уравнениями регрессии, представленными на рисунках 1–4.

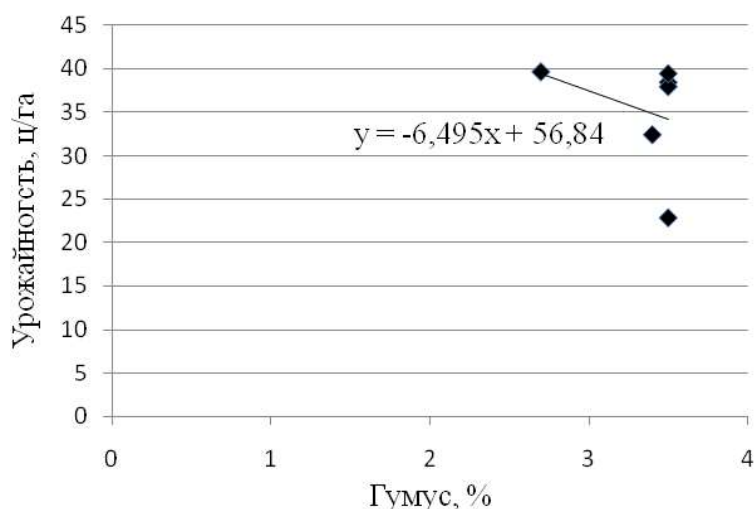


Рисунок 1 – Зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от содержания гумуса в пахотном слое почвы (2013–2018 гг.)

Урожайность и содержание гумуса в пахотном слое почвы имеют линейную связь, которая представлена уравнением регрессии – $y = -6,495x + 56,84$. Из данных рисунка следует, что наименьшая урожайность (22,5 ц/га) и наибольшая урожайность (39,6 ц/га) сформировалась при содержании гумуса 2,7–3,5 % в пахотном слое дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почвы.

За годы исследований пахотный слой почвы имел рН 5,0–6,0. Относительно высокая урожайность зерна яровой пшеницы Ирень была получена на почве от среднекислой до нейтральной реакцией пахотного слоя (рис. 2). Зависимость урожайности от кислотности пахотного слоя почвы описывается уравнением регрессии – $y = 8,125x - 9,875$.

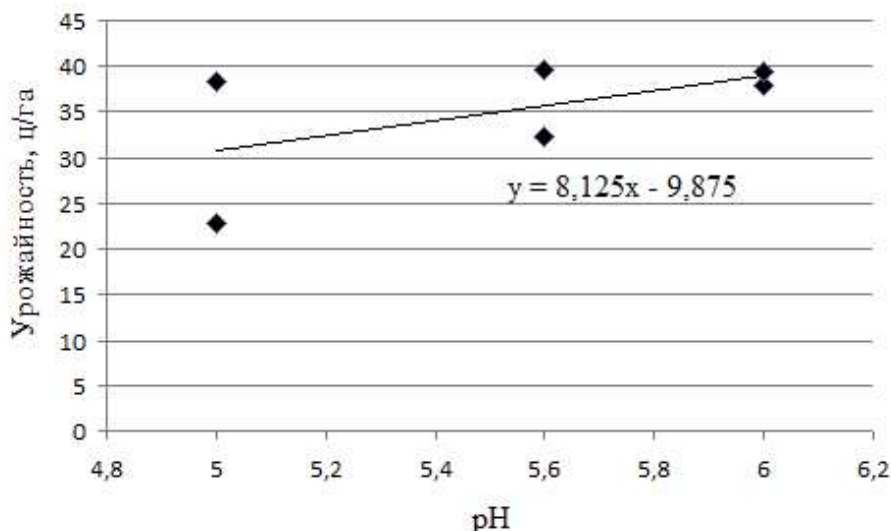


Рисунок 2 – Зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от кислотности пахотного слоя почвы (2013–2018 гг.)

Пахотный слой почвы содержал 125–375 мг/кг (от повышенного до очень высокого) подвижных форм фосфора и 100–375 мг/кг (от среднего

до очень высокого) калия. Связь урожайности от данных показателей представлена следующими уравнениями регрессии (рис. 3).

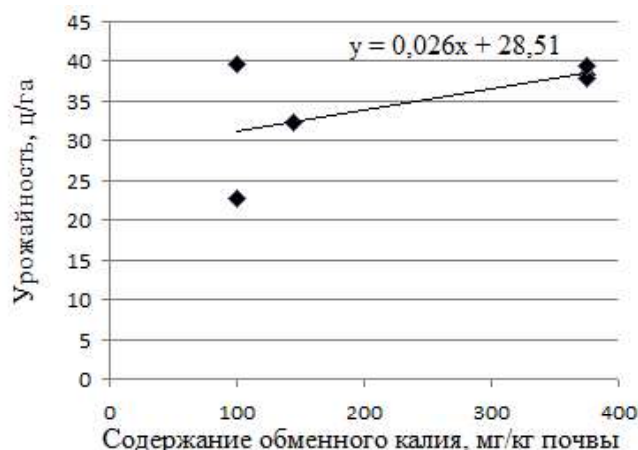
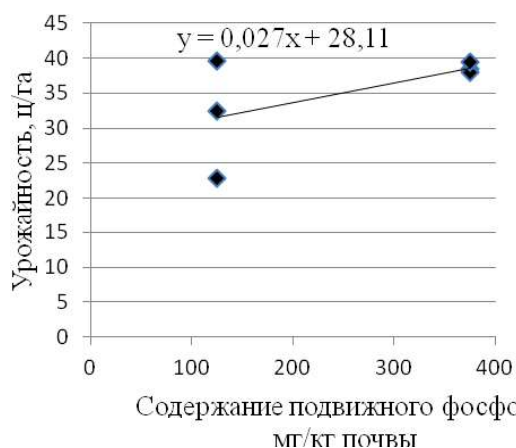


Рисунок 3 – Зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от содержания подвижного P_2O_5 и обменного K_2O в пахотном слое почвы (2013–2018 гг.)

При содержании в пахотном слое почвы 125–375 мг/кг подвижного фосфора и 100–375 мг/кг обменного калия была получена урожайность 22,8–39,6 ц/га зерна яровой пшеницы Ирень.

За исследуемые годы при возделывании яровой пшеницы Ирень было внесено 84–125 кг/га д.в. НРК. Связь урожайности зерна с дозами минеральных удобрений представлена следующим уравнением регрессии $y = 0,105x + 24,98$ (рис. 4).

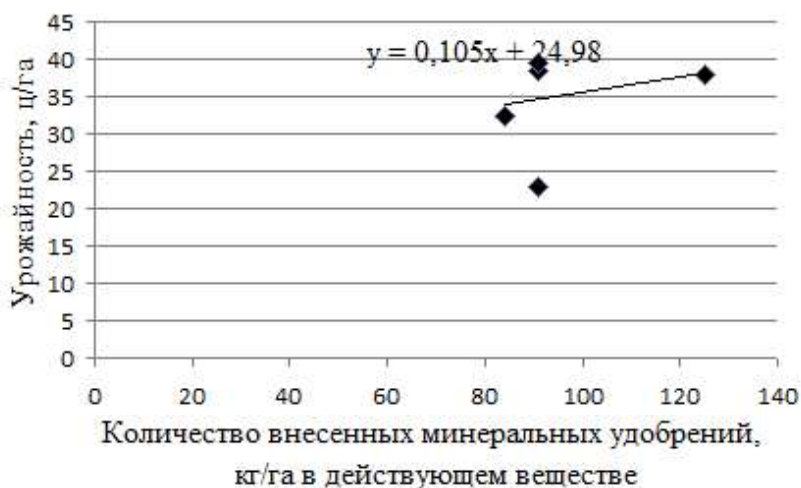


Рисунок 4 – Зависимость урожайности яровой пшеницы Ирень от количества внесённых (НРК) минеральных удобрений (2013–2018 гг.)

Для выявления тесноты и формы связи урожайности яровой пшеницы с агрохимическими показателями пахотного слоя почвы и

количеством внесённых минеральных удобрений был проведён корреляционный анализ (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между урожайностью яровой пшеницы Ирень с агрохимическими показателями пахотного слоя почвы и количеством внесённых минеральных удобрений, 2013–2018 гг.

| Показатель | Коэффициент корреляции R | Коэффициент детерминации D | Стандартная ошибка S _r | Критерий существенности T _r |
|--|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| Содержание гумуса, % | -0,32 | 0,10 | 0,47 | -0,67 |
| Кислотность почвы, pH KCl | 0,56 | 0,31 | 0,42 | 1,34 |
| Содержание в почве P ₂ O ₅ , мг/кг | 0,58 | 0,06 | 0,49 | 1,43 |
| Содержание в почве K ₂ O, мг/кг | 0,58 | 0,34 | 0,41 | 1,44 |
| Внесено всего минеральных удобрений, кг/га д.в. НРК | 0,24 | 0,34 | 0,41 | 0,49 |

В результате было выявлено, что урожайность яровой пшеницы Ирень имела среднюю положительную корреляционную связь (r=+0,56...+0,58) с содержанием в почве подвижных форм фосфора, калия и кислотностью почвы. Корреляция урожайности с количеством внесённых минеральных удобрений (сумма НРК) слабая положительная (r=+0,24). Слабую отрицательную корреляционную связь (r=-32) урожайность имела с содержанием гумуса почве.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований различались по температурному и водному режиму (табл. 4). В 2017 г. была получена относительно наибольшая урожайность 39,6 ц/га зерна, которая сформировалась при среднесуточной температуре воздуха +14,7 °С за вегетационный период, сумме активных температур 1613 °С и сумме осадков 337 мм за вегетационный период.

В 2013 г. повышение среднесуточной температуры до +17,5 °С, суммы активных температур до 1872 °С и снижение количества осадков за вегетацию до 148 мм обуславливало снижение урожайности до 22,8 ц/га. В 2016 г. почвенный участок характеризовался относительно низким содержанием подвижных форм фосфора и калия (125 мг/кг почвы) и было внесено минеральных удобрений (84 кг/га в д.в.). Выпадение осадков 70 мм в июне (период кущение – выход в трубку) и среднесуточная температура воздуха +16,6 °С обеспечивало формирование урожайности 32,4 ц/га.

Относительно тёплые и засушливые метеорологические условия вегетационных периодов яровой пшеницы 2014 и 2015 г. обусловили урожайность 38,4 и 37,9 ц/га зерна соответственно. Данная урожайность сформировалась при относительно высоких агрохимических показателях почвы в оба года исследований.

Таблица 4 – Метеорологические условия вегетационных периодов яровой пшеницы Ирень

| Месяц | Среднесуточная температура, °С | Сумма температур выше +10 °С | Сумма осадков, мм |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 2013 г., урожайность – 22,8 ц/га | | | |
| Май | 12,8 | 304 | 26 |
| Июнь | 19,3 | 580 | 37 |
| Июль | 19,9 | 599 | 64 |
| Август | 17,8 | 388 | 21 |
| За вегетацию | 17,5 | 1872 | 148 |
| 2014 г., урожайность – 38,4 ц/га | | | |
| Май | 15,3 | 455 | 21 |
| Июнь | 16,1 | 482 | 62 |
| Июль | 15,6 | 474 | 74 |
| Август | 17,7 | 376 | 37 |
| За вегетацию | 16,2 | 1716 | 194 |
| 2015 г., урожайность – 37,9 ц/га | | | |
| Май | 14,7 | 426 | 41 |
| Июнь | 19,5 | 585 | 40 |
| Июль | 15,7 | 477 | 110 |
| Август | 13,8 | 305 | 74 |
| За вегетацию | 15,9 | 1793 | 117 |
| 2016 г., урожайность – 32,4 ц/га | | | |
| Май | 13,7 | 356 | 18 |
| Июнь | 16,6 | 490 | 70 |
| Июль | 21,1 | 653 | 38 |
| Август | 24,4 | 474 | 15 |
| За вегетацию | 19,0 | 1973 | 141 |
| 2017 г., урожайность – 39,6 ц/га | | | |
| Май | 9,3 | 216 | 47 |
| Июнь | 14,5 | 399 | 129 |
| Июль | 17,9 | 555 | 131 |
| Август | 17,2 | 343 | 30 |
| За вегетацию | 14,7 | 1613 | 337 |
| 2018 г., урожайность – 39,4 ц/га | | | |
| Май | 11,7 | 282 | 40 |
| Июнь | 14,7 | 386 | 58 |
| Июль | 20,6 | 640 | 38 |
| Август | 16,4 | 347 | 31 |
| За вегетацию | 15,9 | 1655 | 167 |

Для определения тесноты и формы связи зависимости урожайности агрофитоценоза яровой пшеницы от метеорологических условий был проведён корреляционный анализ (табл. 5). Урожайность с суммой осадков по месяцам и за период вегетации имела среднюю положительную корреляционную связь ($r=+0,34...+0,51$).

Корреляция между урожайностью и среднесуточной температурой воздуха, суммой активных температур была отрицательная слабая.

Выводы. Из приведённых исследований следует, в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики урожайность зерна яровой пшеницы Ирень имела слабую и среднюю корреляционную связь с содержанием в пахотном слое почвы гумуса 2,7–3,5 %, рН 5,0–6,0, с количеством внесённых минеральных удобрений 84–125 кг/га в действующем веществе. В динамике урожайности агрофитоценозов яровой пшеницы по годам и содержания подвижных форм фосфора и ка-

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции между урожайностью яровой пшеницы и метеорологическими условиями вегетационных периодов за 2013–2018 гг.

| Май | Июнь | Июль | Август | За вегетацию |
|--------------------------------|-------|-------|--------|--------------|
| Среднесуточная температура, °С | | | | |
| –0,13 | –0,62 | –0,44 | –0,33 | –0,66 |
| Сумма температур выше +10 °С | | | | |
| 0,07 | –0,62 | –0,36 | –0,47 | –0,70 |
| Сумма осадков, мм | | | | |
| 0,51 | 0,46 | 0,34 | 0,44 | 0,39 |

лия в пахотном слое почвы наблюдалась положительная корреляционная связь ($r=+0,58$). При высокой степени окультуренности пахотного слоя корреляционная связь урожайности с дозами минеральных удобрений была слабой ($r=+0,24$). Относительно прохладная и влажная погода обеспечивала более высокую урожайность зерна яровой пшеницы Ирень. За 2013–2018 гг. относительно наибольшая урожайность 39,6 ц/га зерна сформировалась при среднесуточной температуре +14,7 °С воздуха, с суммой активных температур 1613 °С и суммой осадков 337 мм за вегетационный период. Сухая и жаркая погода снижала урожайность зерна. При среднесуточной температуре +17,5 °С, сумме активных температур 1872 °С и сумме осадков 148 мм за вегетацию яровой пшеницы Ирень сформировалась урожайность 22,8 ц/га зерна.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 351 с.
2. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбинация, агробиотеноз) / А.А. Жученко. – Кишинев, 1980. – 558 с.
3. Фатыхов, И.Ш. Урожайность ячменя Торос в Предуралье в зависимости от условий вегетации / И.Ш. Фатыхов // Пермский аграрный вестник. – Пермь, 1998. – Вып. 2. – С. 76.
4. Фатыхов, И.Ш. Зависимость урожайности сортов ячменя от агрохимических показателей почвы и норм минеральных удобрений на госсортоучастках Удмуртской Республики / И.Ш. Фатыхов // Материалы XX научно-практической конференции Ижевской государственной сельскохозяйственной академии / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2000. – С. 67–69.
5. Фатыхов, И.Ш. Абиотические условия и урожайность ячменя Торос на ГСУ Удмуртии / И.Ш. Фатыхов // Зерновые культуры. – 2001. – № 2. – С. 18–20.

6. Фатыхов, И.Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография / И.Ш. Фатыхов; ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2002. – 384 с.

7. 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.

Spisok literatury

1. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – 5-e izd., pererab. i dop. / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
2. Zhuchenko, A.A. Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy (adaptaciya, rekombinaciya, agrobiocenoz) / A.A. Zhuchenko. – Kishinev, 1980. – 558 s.
3. Fatyhov, I.SH. Urozhajnost' yachmenya Toros v Predural'e v zavisimosti ot uslovij vegetacii / I.SH. Fatyhov // Permskij agrarnyj vestnik. – Perm', 1998. – Вып. 2. – С. 76.
4. Fatyhov, I.SH. Zavisimost' urozhajnosti sortov yachmenya ot agrohimicheskikh pokazatelej pochvy i norm mineral'nykh udobrenij na gossortouchastkah Udmurtskoj Respubliki / I.SH. Fatyhov // Materialy НКН nauchno-prakticheskoy konferencii Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii / Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2000. – С. 67–69.
5. Fatyhov, I.SH. Abioticheskie usloviya i urozhajnost' yachmenya Toros na GSU Udmurtii / I.SH. Fatyhov // Zernovye kul'tury. – 2001. – № 2. – С. 18–20.
6. Fatyhov, I.SH. Yachmen' yarovoj v adaptivnom zemledelii Srednego Predural'ya: monografiya / I.SH. Fatyhov; FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk: RIO Izhevskaya GSKHA, 2002. – 384 s.
7. 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.

Сведения об авторах:

Фатыхов Ильдус Шамилевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

Исламова Чулпан Марсовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: Chulpanislamova_85@mail.ru).

Борисов Борис Борисович – аспирант кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: bratborys@yandex.ru).

I.Sh. Fatykhov, Ch.M. Islamova, B.B. Borisov
Izhevsk State Agricultural Academy

REACTION OF THE SPRING WHEAT IREN' AGROFYTOCENOSIS TO ABIOTIC CONDITIONS

In plant growing, the peculiarities of abiotic conditions are assessed by the appropriate response of a variety or hybrid of agricultural plants. Unfavorable abiotic conditions, including meteorological conditions, is one of the main reasons for strong inconsistency of crop yields. Therefore, the study of the reaction of a particular variety or hybrid of an agricultural crop to abiotic conditions by the formation of yield and product quality is quite relevant. The agrochemical indicators of the arable layer of the soil, the amount of applied mineral fertilizers, and the yield of spring wheat Iren' on the collective farm (SHPK) have been used as the informative medium. Michurin, Vavozhsky District, SD for 2013–2018 Agrochemical indicators have been determined by means of generally accepted methods of an agrochemical survey of the soil of the farm in 2015. As for the tightness and the form of communication, they have been verified by the method of correlation and regression analysis. The vegetation period of 2013 was defined as a distinguishing, by relatively hot and dry meteorological conditions. The vegetation period of May was warm and arid; June was moderately warm, the amount of precipitation was normal, whereas July and August showed temperature and precipitation within the normal range as well. However, in 2015, May and June were warm and dry, while July and August were cool and wet. The vegetation period of 2016 was characterized as hot and extremely dry. May and June were warm and arid, in July and August there was an increase of an average air temperature, and insufficient precipitation. In 2017, the development of spring wheat plants took place at a relatively low average daily air temperature and sufficient moisture supply. May and June 2018 were warm and moderately wet. July was warm and dry. August was characterized by average daily air temperature close to normal and a relatively small amount of precipitation. In the collective farm (SHPK) after Michurin, Vavozhsky district of the Udmurt Republic, the crop yield for the wheat Iren' had had a weak and medium correlation with a humus content of 2,7–3,5 % in the arable soil layer, pH 5,0–6,0, with the amount of applied mineral fertilizers 84–125 kg / ha in the fertilized substance. Of the agrochemical parameters of the soil arable layer, the yield had relatively high correlation coefficients with the content of mobile forms of phosphorus and potassium. With a high degree of cultivation of the arable layer, the correlation of yield with doses of mineral fertilizers was weak ($r = + 0,24$). Relatively cool and wet weather ensured a higher yield of spring Iren' wheat grain. For the period of 2013–2018, the highest yield of 39,6 centners per hectare of grain had been formed, at an average daily air temperature of + 14,7 °C, thus with the active temperatures total 1613 °C, and precipitation total over this period of 337 mm during the growing season. Dry and hot weather had reduced the grain yield. With daily average temperatures of +17,5 °C, the active temperatures total 1872 °C and the amount of precipitations total 148 mm during the growing season the crop yield showed 22,8 c / ha.

Key words: *spring wheat, variety Iren', sod-strongly-podzolic light-loamy soil, agrochemical indicators of soil, meteorological conditions.*

Authors:

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

Islamova Chulpan Marsovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Plant Cultivation, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Russian Federation, 426033, e-mail: Chulpanislamova_85@mail.ru).

Borisov Boris Borisovich – Graduate Student of the Department of Plant Industry, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail bratborys@yandex.ru).

УДК 637.5.056

Е.В. Хардина, О.А.Краснова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДЁННОЙ СВИНИНЫ ЗА СЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

На сегодняшний день производители мясных продуктов стремятся к выпуску изделий стабильного качества, которое будет доведено до потребителя в рамках установленных сроков хранения. Интенсивность гидролитического распада жира является ключевым звеном в повышении хранимостности мясопродуктов. С целью замедления окислительной порчи жиров в пищевой промышленности рекомендовано использование антиоксидантов. Приведены результаты исследований по изучению хранимостности охлаждённого мясного сырья (свинины), обработанного разными природными антиоксидантами – экстрактом розмарина и дигидрокверцетинном. Опытные образцы были обработаны следующим образом: один из образцов являлся контрольным; образец № 1 – обработан экстрактом розмарина; образец № 2 – обработан дигидрокверцетинном в сочетании с растительным маслом (подсолнечное масло рафинированное и дезодорированное). Хранение опытных образцов осуществлялось в полимерных контейнерах при температуре $+4\pm 2$ °С в течение 5 суток. Для оценки и сравнительного анализа антиоксидантной активности экстракта розмарина и дигидрокверцетина на 3-и и 5-е сутки хранения были исследованы органолептические показатели (состояние поверхности, цвет, запах, консистенция, прозрачность и аромат бульона) и физико-химические показатели мясного сырья (рН, кислотное число, количество свободных жирных кислот). Установленные нормируемые значения для показателей окислительной порчи (кислотное число – 4 мг/кг) в течение 5 суток хранения не были превышены ни у одного из опытных образцов, хотя происходило накопление продуктов окисления. Образец, выработанный с дигидрокверцетинном и растительным маслом, обладал наиболее благоприятными органолептическими характеристиками и уровнем рН (6,43 и 6,59) и на 5-е сутки имел наименьшее значение кислотного числа (1,63 мг/кг) и меньший процент свободных жирных кислот (0,94 %). Таким образом, установлено, что из исследуемых антиоксидантов наибольшую эффективность проявил дигидрокверцетин в сочетании с растительным маслом. Однако, для комплексного решения проблемы повышения хранимостности охлаждённого мясного сырья стоит рекомендовать производителям одновременно использовать препараты, контролирующие перекисное окисление жирных кислот и уровень бактериальной обсеменённости.

Ключевые слова: антиоксиданты, экстракт розмарина, дигидрокверцетин, срок хранения, гидролиз жира, кислотное число.

Актуальность. Одной из ключевых проблем при производстве пищевых продуктов является выпуск продукции стабильного качества и создание условий для поддержания этого качества в рамках установленных сроков хранения. Мясное сырьё и мясные продукты в силу того, что богаты органическими компонентами, такими как белки, жиры, аминокислоты и экстрактивные вещества, достаточно легко подвергаются процессам бактериальной и окислительной порчи [1, 10]. Для предотвращения развития микроорганизмов в мясе и мясопродуктах технологами используются так называемые консерванты, которые обладают бактериостатическими и бактерицидными свойствами. Особо популярными являются органические консерванты, созданные на основе карбоновых кислот и их солей (лимонная кислота, уксусная кислота, молочная кислота, цитраты, ацетаты, лактаты). Консервирующими свойствами обладают также хлориды и нитриты, которые также активно используются в

мясной индустрии [6]. Однако, необходимо понимать, что консерванты способны лишь останавливать рост и развитие микроорганизмов, но не оказывают никакого влияния на процессы гидролитического распада триацилглицеридов. Гидролиз жиров возникает по причине присутствия в животной ткани особого комплекса ферментов – липаз. Ферментативный распад жира может происходить в мясном сырьё ещё до его термической обработки. После термообработки мяса активность липолитических ферментов снижается, однако образовавшиеся продукты распада жиров – жирные кислоты продолжают участвовать в свободно-радикальных реакциях. Свободные жирные кислоты являются радикалами и достаточно быстро вступают в реакцию с атомами кислорода. Образующиеся в результате пероксиды также реагируют с атомами кислорода и способны образовывать альдегиды и кетоны, которые снижают потребительские качества мясного продукта и его безопасность. Гидро-

литический распад жиров в мясных продуктах инициируется свободным кислородом, светом и повышенной температурой [7]. Безусловно, производители мясной продукции учитывают эти факторы в момент её производства и хранения, используют пониженные температуры на всех этапах технологического процесса, вакуумную и светонепроницаемую упаковку. В целях замедления окислительной порчи жиров и жироподобных соединений рекомендовано использование антиокислителей и антиоксидантов [4, 5, 11, 14].

Антиоксиданты – это группа соединений, действие которых связано с обрывом цепной радикальной реакции, в результате чего образуются гидропероксид субстрата и обладающий низкой реакционной способностью радикал ингибитора. Наряду с увеличением сроков хранения и гарантии качества продуктов питания не меньшую актуальность приобретает вопрос отсутствия токсичности и мутагенности используемых антиоксидантов, а также стабильности их органолептических характеристик и реологических свойств [11, 12]. Они не должны быть мутагенными, быть устойчивыми к физическим и механическим воздействиям, быть безопасными и иметь высокую активность даже при добавлении в малых дозах. Большинство существующих синтетических антиокислителей не удовлетворяют требованиям технического регламента таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» [13]. Известно, что лучший эффект достигается при использовании природных антиоксидантов. Природа антиоксидантов разнообразна. Подавляющее большинство данных соединений являются компонентами клеток и тканей вегетативных частей растений, корневой системы, плодов и семян. Концентрация антиоксидантов в той или иной части растительного организма зачастую зависит от его особенностей, состава среды, питания, экологических факторов, растворимости и концентрации солей в почвенном растворе. В мясной индустрии особое признание нашли следующие вещества, экстрагируемые из клеток и тканей растительных организмов – рутин, кверцетин, катехины зелёного чая, токоферол, розмариновая кислота, карнозиновая кислота [2, 3, 15].

В последние годы появились новые данные о влиянии продуктов окисления липидов на здоровье человека, в том числе об их канцерогенном и мутагенном действии. В связи с этим, проблема окислительной порчи мясной про-

дукции остается достаточно актуальной для многих учёных и производителей [10].

Учитывая вышеприведённые факты, цель исследований заключалась в создании и выборе наиболее благоприятного способа повышения хранимоспособности охлаждённого мясного сырья за счет сравнительной оценки антиоксидантной активности розмариновой кислоты (в составе экстракта розмарина) и дигидрокверцетина.

Задачи исследований:

– обосновать выбор природных антиоксидантов для предотвращения гидролитического распада жиров;

– проанализировать исходное качество мясного сырья по органолептическим и физико-химическим характеристикам;

– определить качественные и количественные параметры опытных образцов мяса с введением антиоксидантов на 3-и и 5-е сутки хранения.

Материал и методы исследований. В качестве объектов исследования были выбраны следующие компоненты: экстракт розмарина GUARDIAN™ Rosemary Extract 09 (Дания); «Лавитол (дигидрокверцетин)», (далее «дигидрокверцетин»), получаемый из лиственницы Даурской, выпускаемый согласно ТУ 9325-001-706692152-07 ЗАО «Аметис»; подсолнечное масло (рафинированное и дезодорированное). В качестве опытного объекта исследования была выбрана свинина (вырезка) в охлаждённом виде (использовали свинину через 20 часов после убоя, температура на глубине 1 см в толще мышц составляла +3 °С). Масса опытных образцов составила 200 г.

Перед формированием опытных групп образцов, исходное мясное сырьё было подвергнуто исследованиям по ряду качественных и количественных показателей: органолептические показатели (состояние поверхности, цвет, запах, консистенция, прозрачность и аромат бульона) и физико-химические (рН, кислотное число, количество свободных жирных кислот). По результатам исследований мясное сырьё было идентифицировано как свежее. Для проведения опыта из основного сырья были сформированы три группы образцов: один из образцов являлся контрольным; образец № 1 – обработан экстрактом розмарина; образец № 2 – обработан дигидрокверцетином в сочетании с растительным маслом (подсолнечное масло рафинированное и дезодорированное) (таблица 1).

Полученные опытные образцы мясного сырья хранились в полимерных контейнерах при температуре +4±2 °С в течение 5 суток.

Таблица 1 – Характеристика схем способов нанесения и приготовления антиоксидантов при формировании опытных образцов мясного сыра

| Опытные образцы | Используемые вещества | Способ приготовления и нанесения веществ |
|---------------------|--|--|
| Контрольный образец | – | – |
| Образец № 1 | экстракт розмарина GUARDIAN™ Rosemary Extract 09 | Разведение экстракта: экстракт розмарина смешивают с водой в количестве 1 г экстракта на 9 мл тёплой воды. Разведённый экстракт наносят путём распыления на поверхность мясного сыра |
| Образец № 2 | Дигидрохверцетин + растительное масло | Приготовление эмульсии: дигидрохверцетин растворяют в растительном масле из расчёта, что на 100 кг мясного сыра 6 г ДКВ. Равномерное распределение двухкомпонентной эмульсии по поверхности мясного сыра |

С целью установления степени влияния антиоксидантов на хранимоспособность мясного сыра, образцы мясного сыра были подвергнуты исследованиям по ряду качественных и количественных показателей. Так, на 3-и и 5-е сутки хранения были исследованы органолептические показатели (состояние поверхности, цвет, запах, консистенция, прозрачность и аромат бульона) согласно ГОСТ 7269-2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы исследования свежести». Физико-химические показатели (рН, кислотное число, количество свободных жирных кислот) согласно ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН)» [8, 9] и методике определение кислотного числа – методом, основанным на титровании свободных жирных кислот водным раствором щёлочи (экспресс-метод) (О.В. Савина, А.С. Емельянова, 2010).

Результаты исследований. Объектом исследований являлась свинина. Выбор в качестве объекта исследования свинины обоснован тем, что свиной жир в своей структуре содержит ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, олеиновая), и, соответственно, в большей степени подвержен развитию процессов окислительной порчи.

Среди всего многообразия природных антиоксидантов особый интерес вызвали розмариновая кислота в составе экстракта розмарина и дигидрохверцетин.

Розмариновая кислота представляет собой сложный эфир кофейной кислоты. Её биологическая ценность определяется противовирусными, антибактериальными, противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Накапливается данное вещество в рогах листниках семейства Дербянковых (Blechnaceae). Так же ею богаты растения подсемейства Котовниковые (Nepetoideae) и семейства Яснотко-

вые (Lamiaceae): базилик душистый, мелисса лекарственная, розмарин лекарственный, майоран, шалфей лекарственный, тимьян ползучий, мята перечная, черноголовка обыкновенная, гелиотроп. В пищевой индустрии розмариновая кислота нашла своё применение в качестве активного антиоксиданта. На основе экстракта розмарина разработана пищевая добавка GUARDIAN™ Rosemary Extract 09 (Дания). В Соединенных Штатах Америки экстракт розмарина признан полностью безвредным, разрешен к применению в пищевой промышленности с классификационным кодом 21 CFR182/20 и маркируется как «натуральный экстракт из пряностей» или «натуральный ароматизатор» с кодировкой 101.22(a) (3). В странах ЕС экстракт розмарина маркируется как «натуральный экстракт розмарина». Касательно легитимности применения продукта в Российской Федерации следует руководствоваться правилами применения пищевых добавок, изложенными в техническом регламенте таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Основные сферы применения данного экстракта – это масложировая промышленность, пищевая концентратная промышленность, мясная промышленность, рыбная промышленность, крупяная промышленность. Экстракт розмарина способствует замедлению окисления жира, увеличивает срок хранения жиров и масел, обеспечивает сохранение постоянного качества пищевой продукции. По своим физическим свойствам GUARDIAN™ Rosemary Extract 09 является достаточно концентрированным раствором с вязкой консистенцией, тёмно-коричневого цвета, способен сохранять свою эффективность в температурном диапазоне от 20 до 50 °С. Во время длительного хранения, особенно при низких температурах, может образовывать осадок и комки, которые

легко растворяются при гидратации экстракта в тёплой воде. Его рекомендуемая доза внесения 400–1200 г на 1 т сырья. Стоимость одного килограмма данного препарата составляет 5500 рублей [4].

Серьёзную конкуренцию экстракту розмарина составляет доминирующий компонент биофлавоноидного комплекса диквертина – дигидрокверцетин (ДКВ). Дигидрокверцетин впервые был обнаружен и выделен из цитрусовых А. Сент-Дьерди в 1936 году. Это было революционное событие, которое определило судьбу многих флавоноидов. При дальнейшем изучении их свойств было установлено, что многие из них способны уменьшать проницаемость (permeability) стенок сосудов, что позволило определить их в группу витаминов Р.

Дигидрокверцетин – это биофлавоноид, обладающий капилляропротекторными, противовоспалительными, антиоксидантными свойствами. Сегодня дигидрокверцетин выделяют из комели Даурской лиственницы. Комлевая часть любого дерева соединяет его ствол с корневой системой. Эта часть дерева возвышается над грунтом и обычно имеет утолщение, степень которого зависит от породы и возраста дерева. В Российской Федерации дигидрокверцетин производят под торговой маркой «Лавитол» (ЗАО «Аметис», г. Барнаул). Данный препарат разрешён к использованию в пищевой промышленности на территории Российской Федерации в концентрации 92 %. Дигидрокверцетин регулирует метаболические процессы в организме, оказывает положительное влияние на функциональное состояние внутренних органов, создаёт механизмы защиты здоровых клеток. Относится к четвёртому классу токсичности. Обладает высокой активностью в малых концентрациях (6 г на 100 кг мясного сырья; 200 мг на 1 кг жира). Является порошком жёлтого цвета, горького хвойного вкуса. Плохо растворим в воде. Хорошо растворяется в органических растворителях, маслах, устойчив к тепловым (до 132 °С) и механическим воздействиям. Дигидрокверцетин применяется в масложировой, молочной, пищевых концентратной, мясной и рыбной промышленности. Используется для создания БАДов и кормовых добавок (Экостимул-1, Экостимул-2) для продуктивных сельскохозяйственных животных. Рыночная стоимость препарата составляет 28000 рублей [5, 12, 13, 14].

Перед формированием опытных образцов экстракт розмарина был разведён в воде, а дигидрокверцетин смешан с растительным маслом. Исходное мясное сырьё было подвергнуто

исследованиям по ряду качественных и количественных показателей: органолептические показатели (состояние поверхности, цвет, запах, консистенция, прозрачность и аромат бульона), физико-химические – уровень рН, кислотное число, количество свободных жирных кислот. По результатам исследований мясное сырьё было идентифицировано как свежее. Поверхность была чистой, без признаков ослизнения, имела корочку подсыхания. Цвет тёмно-розовый, что соответствует вырезке. Запах чистый, без посторонних ароматов. Консистенция была упругая, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро восстанавливалась. При варке пробы мяса был получен прозрачный и ароматный бульон. Уровень рН составил 6,32, кислотное число 0,9 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 0,62 % (при норме не более 2 %). После нанесения антиоксидантов на поверхность мяса образцы были помещены в пластиковые контейнеры для последующего хранения при температуре +4±2 °С в течение 5 суток.

На 3-и сутки хранения образцов были получены следующие результаты (таблица 2).

Контрольный образец имел ослизнённую поверхность, серовато-коричневого цвета. В толще мышцы цвет был тёмно-розовым. Отмечалось преобладание затхлого аромата. На разрезе мясо было не упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивалась медленно. При варке был получен прозрачный бульон с несвойственным свежему мясному сырьё запахом. Уровень рН составил 6,51. Кислотное число составило 1,37 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 0,89 % (при норме не более 2 %).

Образец № 1, имел слегка кислый запах, миоглобин на поверхности разрушился, и цвет был серо-коричневым. В толще мышцы цвет был тёмно-розовым. Поверхность местами увлажнена. Уровень рН составил 6,47. Консистенция была недостаточно упругой, образующаяся при надавливании пальцем ямка восстанавливалась в течение 10 секунд. При варке пробы мяса был получен прозрачный бульон с сомнительным запахом. Кислотное число составило 1,28 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 0,79 % (при норме не более 2 %).

Образец № 2 имел чистый аромат, свойственный данному виду сырья. Поверхность была чистой, без признаков ослизнения, имела корочку подсыхания, тёмно-розового цвета.

Таблица 2 – Характеристика органолептических и физико-химических показателей опытных образцов мясного сырья на 3-и сутки хранения

| Показатель | Норма | Факт | | |
|---------------------------------------|--|--|---|--|
| | | Контрольный | Образец № 1 | Образец № 2 |
| 3-и сутки | | | | |
| Внешний вид и состояние поверхности | Поверхность чистая, без признаков ослизнения, имеет корочку подсыхания | Поверхность ослизненная | Поверхность местами увлажнена | Поверхность, без признаков ослизнения, имеет корочку подсыхания |
| Цвет | Бледно-розовый | На поверхности – серо-коричневый; в толще – тёмно-розовый | На поверхности – серо-коричневый; в толще – тёмно-розовый. | Тёмно-розовый |
| Запах | Чистый, без посторонних ароматов, соответствует данному виду сырья | Затхлый | Лёгкий кислый | Чистый, соответствует данному виду сырья |
| Консистенция | Упругая, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро восстанавливается | На разрезе не упругое, образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивается медленно | Упругая, образующаяся при надавливании пальцем ямка восстанавливается через 10 секунд | Упругая, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро восстанавливается |
| Прозрачность и аромат бульона | Прозрачный, ароматный | Прозрачный, с запахом, не свойственным свежему бульону | Прозрачный с сомнительным ароматом | Прозрачный, ароматный бульон |
| Активная кислотность, рН | 5,9-6,4 | 6,51±0,09 | 6,47±0,13 | 6,43±0,05 |
| Кислотное число, мг КОН/ г | Не более 4,0 | 1,37±0,30 | 1,28±0,21 | 1,01±0,28 |
| Количество свободных жирных кислот, % | Не более 2,0 | 0,89±0,12 | 0,79±0,08 | 0,67±0,06 |

Консистенция была упругой, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро восстанавливалась. Уровень рН составил 6,43. При варке пробы был получен прозрачный, ароматный бульон. Кислотное число составило 1,01 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 0,67 % (при норме не более 2 %).

На 5-е сутки хранения образцов были получены следующие результаты (таблица 3).

Контрольный образец имел ослизнённую и липкую поверхность, серого цвета. В толще мышцы также было обнаружено разрушение миоглобина. Отмечалось преобладание гнилостного затхлого аромата. На разрезе мясо было дряблое, образующаяся при надавливании пальцем ямка не восстанавливалась. При варке был получен мутный бульон с несвойственным свежему мясному сырию запахом. Уровень рН составил 6,74. Кислотное число со-

ставило 2,89 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 1,37 % (при норме не более 2 %).

Образец № 1 имел кислый запах, миоглобин разрушился, и цвет поверхности был серо-коричневым. Поверхность увлажненная. Уровень рН составил 6,67. Консистенция была дряблой, образующаяся при надавливании пальцем ямка восстанавливалась медленно. При варке пробы мяса был получен недостаточно прозрачный бульон с неприятным запахом. Кислотное число составило 1,91 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг), количество свободных жирных кислот – 1,11 % (при норме не более 2 %).

Образец № 2 имел слегка кислый аромат. Изменение цвета поверхности мяса с тёмно-розового на коричневый носило локальный характер и не превышало 20 %. Образец обладал недостаточно упругой консистенцией, образу-

Таблица 3 – Характеристика органолептических и физико-химических показателей опытных образцов мясного сыра на 5-е сутки хранения

| Показатель | Норма | Факт | | |
|---------------------------------------|--|---|--|--|
| | | Контрольный | Образец № 1 | Образец № 2 |
| 5-е сутки | | | | |
| Внешний вид и состояние поверхности | Поверхность чистая, без признаков ослизнения, имеет корочку подсыхания | Поверхность ослизненная и липкая | Поверхность увлажнена | Поверхность, без признаков ослизнения |
| Цвет | Бледно-розовый | На поверхности – серый; в толще – серо-коричневый | На поверхности – серо-коричневый; в толще – темно-розовый. | Локальное изменение цвета с темно-розового до серо-коричневого |
| Запах | Чистый, без посторонних ароматов, соответствует данному виду сыра | Затхлый, гнилостный | Кислый | Кислый |
| Консистенция | Упругая, образуемая при надавливании пальцем ямка быстро восстанавливается | На разрезе дряблая, образуемая при надавливании пальцем ямка не выравнивается | Дряблая, образуемая при надавливании пальцем ямка восстанавливается медленно | Недостаточно упругая, образуемая при надавливании пальцем ямка восстанавливается в течение 10 секунд |
| Прозрачность и аромат бульона | Прозрачный, ароматный | Мутный, с запахом, не свойственным свежему бульону | Недостаточно прозрачный, с сомнительным ароматом | Прозрачный, запах не свойственный свежему мясному сыру |
| Активная кислотность, рН | 5,9–6,4 | 6,74±0,11 | 6,67±0,07 | 6,59±0,13 |
| Кислотное число, мг КОН/г | Не более 4,0 | 2,89±0,28 | 1,91±0,23 | 1,63±0,27* |
| Количество свободных жирных кислот, % | Не более 2,0 | 1,37±0,17 | 1,11±0,29 | 0,94±0,15 |

ющаяся при надавливании пальцем ямка восстанавливалась в течение 10 секунд. Уровень рН составил 6,59. При варке пробы был получен прозрачный бульон, но запах не соответствовал свежему мясному сыру. Кислотное число составило 1,63 мг/кг (при норме не более 4 мг/кг) ($P \leq 0,05$), количество свободных жирных кислот – 0,94 % (при норме не более 2 %).

Результаты и выводы. Таким образом, экспериментальные данные показали, что установленные нормируемые значения для показателей окислительной порчи (кислотное число – 4 мг/кг) в течение 5 суток хранения не были превышены ни у одного из опытных образцов, хотя происходило накопление продуктов окисления. Образец, выработанный с дигидрокверцетином и растительным маслом, обладал наиболее благоприятными органолептически-

ми характеристиками и уровнем рН и на 5-е сутки имел наименьшее значение кислотного числа (1,63 мг/кг) ($P \leq 0,05$) и меньший процент свободных жирных кислот (0,94 %).

На основании комплексного анализа органолептических и физико-химических показателей опытных образцов мясного сыра на 3-и и 5-е сутки хранения было установлено, что из исследуемых антиоксидантов наибольшую эффективность проявил дигидрокверцетин в сочетании с растительным маслом. Проведенные исследования определили новизну проделанной работы. Однако, для проведения дальнейших опытов по изучению скорости распада жиров в охлажденном мясном сыре, обработанном дигидрокверцетином, наряду с кислотным числом будет исследовано и перекисное окисление жировой составляющей мяса.

Список литературы

1. Адакова, Н.В. Обсеменение мяса микроорганизмами в процессе первичной переработки убойных животных / Н.В. Адакова, О.А. Краснова, Е.В. Хардина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск. – 2012. – № 2 (31). – С. 32–34.

2. Баженова, Б.А. Исследование антиоксидантной активности отвара цетрарии исландской / Б.А. Баженова, Т.М. Бадмаева, М.Ж. Ринчинова, А.Б. Васильева, Д.Б. Гындыкова // Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации». Матер. Междунар. науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – Улан-Удэ. – 2014. – С. 81–86.

3. Ендонова, Г.Б. Антиоксидантная активность экстракта звездчатки средней (*Stellaria media*) / Г.Б. Ендонова, Т.П. Анцупова, Б.А. Баженова, Ю.Ю. Забалуева, А.В. Герасимов // Химия растительного сырья. – Барнаул. – 2018. – № 4. – С. 141–147.

4. Забалуева, Ю.Ю. К вопросу обогащения мясных продуктов природными антиоксидантами / Ю.Ю. Забалуева, Н.В. Мелешкина, Б.А. Баженова, М.Б. Данилов // Всё о мясе. – Москва. – 2017. – № 2. – С. 12–15.

5. Краснова, О.А. Влияние дигидрокверцетина на качественные показатели мясного сырья и рыбы при хранении / О.А. Краснова, Е.В. Шахова // Аграрная наука. – Москва. – 2008. – № 12. – С. 17–18.

6. Кудряшов, Л.С. Некоторые аспекты применения нитрита и нитрата натрия в мясных продуктах / Л.С. Кудряшов, О.А. Кудряшова, Т.А. Саранцев // Хранение и переработка сельхозсырья. – Москва. – 2017. – № 5. – С. 35–37.

7. Лисицын, А.Б. Окисление липидов: механизм, динамика, ингибирование / А.Б. Лисицын, Е.К. Туниева, Н.А. Горбунова // Всё о мясе. – Москва. – 2015. – № 1. – С. 10–15.

8. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН): ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74). – Введ. 2001-01-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 4 с.

9. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести: ГОСТ 7269-2015. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 9 с.

10. Небурчилова, Н.Ф. Здоровое питание: фактор качества жизни населения / Н.Ф. Небурчилова, И.В. Петрунина // Мясная индустрия. – Москва. – 2016. – № 10. – С. 22–25.

11. Патиева, А.М. Природные антиоксиданты в мясной промышленности / А.М. Патиева, Л.Ю. Бабченко // «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, 20 марта 2017 г. – Краснодар. – 2017. – С. 158–161.

12. Природные кормовые добавки «Экостимул» и «Арабиногалактан» в экологии, продуктивном использовании животных и птицы и комбикормовой промышленности [Текст]: практическое наставление / Ю.П. Фомичев [и др.]. – Дубровицы: ВИЖ, 2010. – 88 с.

13. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств [Текст]: ТР ТС 029/2012. – Введ. 2013-07-01. – СЕЭК, 2013. – 308 с.

14. Хардина, Е.В. Способ предотвращения гидролитического распада жиров в охлажденном мясном сырье / Е.В. Хардина, О.А. Краснова // Всё о мясе. – Москва. – 2018. – № 2. – С. 14–16.

15. Kuzminova, E.V. Use of secondary resources of grapes processing to obtain of additives of antioxidant action / E.V. Kuzminova, M.P. Semenenko, N.N. Kornen, T.A. Shakhrai, E.P. Viktorova // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical science. – India. – 2018. – Т. 9. – № 3. – P. 830–835.

Spisok literatury

1. Adakova, N.V. Obsemenenie myasa mikroorganizmami v processe pervichnoj pererabotki ubojnyh zhivotnyh / N.V. Adakova, O.A. Krasnova, E.V. Hardina // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Izhevsk. – 2012. – № 2 (31). – S. 32–34.

2. Bazhenova, B.A. Issledovanie antioksidantnoj aktivnosti отвара cetrarii islandskoj / B.A. Bazhenova, Badmaeva T.M., Rinchinova M.ZH., Vasil'eva A.B., Gyndykova D.B. // Tekhnika i tekhnologii produktov pitaniya: Nauka. Obrazovanie. Dostizheniya. Innovacii» Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. FGBOU VO Vostochno-Sibirskij gosudarstvennyj universitet tekhnologii i upravleniya. – Ulan-Ude. – 2014. – S. 81–86.

3. Endonova, G.B. Antioksidantnaya aktivnost' ekstrakta zvezdchatki srednej (*Stellaria media*) / G.B. Endonova, T.P. Ancupova, B.A. Bazhenova, YU.YU. Zabalueva, A.V. Gerasimov // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – Barnaul. – 2018. – № 4. – S. 141–147.

4. Zabalueva, YU.YU. K voprosu obogashcheniya myasnyh produktov prirodnymi antioksidantami / YU.YU. Zabalueva, N.V. Meleshkina, B.A. Bazhenova, M.B. Danilov // Vse o myase. – Moskva. – 2017. – № 2. – S. 12–15.

5. Krasnova, O.A. Vliyanie digidrokvercetina na kachestvennye pokazateli myasnogo syr'ya i ryby pri hranenii / O.A. Krasnova, E.V. SHahova // Agrarnaya nauka. – Moskva. – 2008. – № 12. – S. 17–18.

6. Kudryashov, L.S. Nekotorye aspekty primeneniya nitrita i nitrata natriya v myasnyh produktah / L.S. Kudryashov, O.A. Kudryashova, T.A. Sarancev // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. – Moskva. – 2017. – № 5. – S. 35–37.

7. Lisicyn, A.B. Okislenie lipidov: mekhanizm, dinamika, ingibirovanie / A.B. Lisicyn, E.K. Tunieva, N.A. Gorbunova // Vse o myase. – Moskva. – 2015. – № 1. – S. 10–15.

8. Myaso i myasnye produkty. Kontrol'nyj metod opredeleniya koncentracii vodorodnyh ionov (rN): GOST

R 51478-99 (ISO 2917-74). – Vved. 2001-01-01. – M.: Standartinform, 2010. – 4 s.

9. Myaso. Metody otbora obrazcov i organolepticheskie metody opredeleniya svezhesti: GOST 7269-2015. – Vved. 2017-01-01. – M.: Standartinform, 2016. – 9 s.

10. Neburchilova, N.F. Zdorovoe pitanie: faktor kachestva zhizni naseleniya / N.F. Neburchilova, I.V. Petrunina // Myasnaya industriya. – Moskva. – 2016. – № 10. – S. 22–25.

11. Patieva, A.M. Prirodnye antioksidanty v myasnoj promyshlennosti / A.M. Patieva, L.YU. Babchenko // «Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skhozaystvennoj produkcii». Sbornik statej po materialam III nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, posvyashchennoj 95-letiyu Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 20 marta 2017 g. – Krasnodar. – 2017. – S. 158–161.

12. Prirodnye kormovye dobavki «Ekostimul» i «Arabinogalaktan» v ekologii, produktivnom ispol'zovanii zhivotnyh i pticy i kombikormovoj promyshlennosti [Tekst]: prakticheskoe nastavlenie / YU.P. Fomichev [i dr.]. – Dubrovicy: VIZH, 2010. – 88 s.

13. Trebovaniya bezopasnosti pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nyh sredstv [Tekst]: TR TS 029/2012. – Vved. 2013-07-01. – SEEK, 2013. – 308 s.

14. Hardina, E.V. Sposob predotvrashcheniya gidroliticheskogo raspada zhirov v ohlazhdennom myasnom syr'e / E.V. Hardina, O.A. Krasnova // Vse o myase. – Moskva. – 2018. – № 2. – S. 14–16.

15. Kuzminova, E.V. Use of secondary resources of grapes processing to obtain of additives of antioxidant action / E.V. Kuzminova, M.P. Semenenko, N.N. Kornen, T.A. Shakhrai, E.P. Viktorova // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical science. – India. – 2018. – T. 9. – № 3. – P. 830–835.

Сведения об авторах:

Хардина Екатерина Валерьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: chydo.izhevsk@rambler.ru).

Краснова Оксана Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частного животноводства, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: krasnova-969@mail.ru).

E.V. Hardina, O.A. Krasnova
Izhevsk State Agricultural Academy

OPTIMIZATION OF STORAGE TIME OF CHILLED PORK THROUGH THE USE OF NATURAL ANTIOXIDANTS

Today, manufacturers of meat products are committed to the production of products of sustainable quality to have been brought to the consumer within the shelf life period stated. The intensity of the hydrolytic splitting the fat is a key element in increasing the storage capacity of meat products. In order to slow down the oxidative damage of fats in the food industry, the use of antioxidants is recommended. The results of studies are presented actualizing the storage capacity of chilled meat raw materials (pork) treated with different natural antioxidants – rosemary extract and dihydroquercetin. The experimental samples have been processed as follows: one of the samples was a control; sample No. 1 was treated with rosemary extract; sample No. 2 was treated with dihydroquercetin in combination with vegetable oil (refined and deodorized sunflower oil). Storage of prototypes was carried out in polymer containers at a temperature of $+4\pm 2$ °C for 5 days. Organoleptic parameters (surface state, color, smell, consistency, transparency and aroma of broth) and physical and chemical parameters of meat raw materials (pH, acid number, amount of free fatty acids) have been studied for evaluation and comparative analysis of antioxidant activity of rosemary extract and dihydroquercetin on the 3rd and 5th day of storing. Established normalized values for indicators of oxidative damage (acid number – 4 mg/kg) within 5 days of storage did not exceed in none of the prototypes, although there an accumulation of oxidation products have occurred. The sample produced with dihydroquercetin and vegetable oil had had the most favorable organoleptic characteristics and pH (6,43 and 6,59), and on the 5th day had had the lowest acid number (1,63 mg/kg) and a lower percentage of free fatty acids (0,94%). Thus, it had been found that of the antioxidants studied the most effective proved to be dihydroquercetin, in combination with vegetable oil. However, for a comprehensive solution to the problem of increasing the storage capacity of chilled meat raw materials, it has been recommended that at the same time manufacturers should use drugs capable to control the peroxidation of fatty acids and the level of bacterial contamination.

Key words: antioxidants; rosemary extract; dihydroquercetin; shelf life; hydrolysis of fat; acid number.

Authors:

Hardina Ekaterina Valerievna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Livestock Products Processing Technology, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studenheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: chydo.izhevsk@rambler.ru).

Krasnova Oksana Anatolievna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Chair of Private Animal Husbandry, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studenheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: krasnova-969@mail.ru).

УДК 621.791.92:621373.8

А.Г. Ипатов¹, Е.В. Харанжевский², С.Н. Шмыков¹

¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

²ФГБОУ ВО Удмуртский ГУ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ПОЯСКОВ ЗОЛОТНИКОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЛАЗЕРНЫМ НАПЕКНИЕМ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В представленной работе проанализированы основные способы восстановления работоспособности гидравлических распределителей, в частности, восстановление изношенных рабочих поясков золотника. Выявлено, что существующие технологии плазменного напыления, электроискровой обработки не позволяют в полной мере обеспечивать работоспособность золотниковых пар в гидрораспределителях. С учётом этого предложена наиболее эффективная технология восстановления рабочих поясков золотниковых пар использованием лазерного излучения и порошковой композиции на основе железа. Для анализа состояния и работоспособности восстановительных покрытий разработаны методики лабораторных исследований и производственных испытаний. Проведённые металлографические исследования выявили наличие пор в структуре покрытия. Пористость покрытия неоднородная, обладающая повышенной флуктуацией по сечению слоя – на поверхности покрытие более рыхлое, что объясняется повышенной окислительной реакцией компонентов порошковой композиции, в зоне адгезии пористость значительно ниже составляет не более 5–10 % и объясняется повышенной реакцией материала основы детали с компонентами порошковой композиции. Производственные испытания были проведены на базе АО «Ижевский механический завод». Результаты исследований наглядно демонстрируют преимущество анализируемого способа восстановления в сравнении со стандартной поверхностью золотника. Величина износа при наработке 1500 моточасов снижается более чем на 25–30 %. При этом необходимо отметить снижение величины износа при больших наработках, что противоположно кинетике изнашивания стандартной поверхности золотника. Таким образом, приведённые результаты исследований создают основу для разработки технологии восстановления «золотниковой пары» гидрораспределителей методом лазерной обработки ультрадисперсных порошковых материалов на основе железа.

Ключевые слова: лазерная обработка, восстановление, гидравлический распределитель, золотник, спекание, пористость, износ.

Актуальность. Одним из наиболее сложных и ответственных агрегатов в гидросистеме, наряду с гидронасосами и гидроцилиндрами, является гидравлический распределитель. Гидравлические распределители относятся к органам управления гидроприводом и являются связующим звеном между насосом и силовыми цилиндрами.

Надёжность отечественных гидроприводов значительно ниже зарубежных. По наработке на отказ гидропривод отечественных тракторов [10] уступает зарубежным аналогам от 6 до 10 раз. Отказы гидропривода в целом составляют 3–7 % от общего числа отказов сельскохозяйственных тракторов, при этом до 60 % всех отказов распределителя происходит по вине золотниковой пары. Коэффициент повторяемости дефекта пары трения «золотник – корпус» равен 1,0 [5], т.е. при восстановлении работоспособности золотников гидрораспределителей необходимо восстанавливать практически всегда шейки золотников.

Поэтому восстановление работоспособности изношенных гидрораспределителей с обеспе-

чением высокой эксплуатационной надёжности с применением современных технологий восстановления имеет важное значение.

Золотники распределителей в большинстве случаев конструктивно идентичны, отличаются только размерами, а распределителей Р-75 и Р-80 – полностью идентичны по размерам, материалу, механической и термической обработке. Поэтому изношенный золотник Р-80 можно рассматривать как модель для отработки, в конечном итоге, технологии восстановления золотников большинства гидросистем отечественных моделей.

В настоящее время существует два основных направления восстановления работоспособности золотниковых пар. Самым распространённым направлением при восстановлении данных пар является перекомполютовка. Второе направление восстановления работоспособности характеризуется нанесением на изношенную поверхность детали определённого покрытия. При создании покрытий на поверхности золотников применяют следующие технологии: плазменное и детонационное на-

пыление, электроискровую наплавку, лазерную наплавку.

Плазменное напыление [1, 2, 10] при высокой его производительности позволяет получать покрытия различной толщины практически из любых материалов. Недостатками плазменного напыления являются: дороговизна оборудования, низкая прочность сцепления с основой. Эти недостатки сдерживают широкое применение плазменного напыления при восстановлении золотников.

В ВНИИТУВИД «Ремдеталь» разработали и внедрили технологию восстановления золотников детонационным напылением [10]. Однако сложность оборудования и необходимость использования высококвалифицированных специалистов сдерживает применение этой технологии.

В последнее время успешное применение получила технология восстановления золотников электроискровой наплавкой [3]. Наплавку одинаково успешно можно производить практически для всех железоуглеродистых сплавов с использованием готовых присадочных материалов – от чистых металлов до сложных карбидообразующих сплавов. Электроискровая наплавка обеспечивает получение покрытий толщиной от 0,05 мм до 1,5 мм, высокую прочность сцепления с основой и имеет высокую производительность. Основным недостатком процесса формирования покрытия электроискровой наплавкой является нестабильность искры из-за вибрации конца электрода. В результате образуются ненаплавленные участки поверхности, что значительно увеличивает гребнистость и несплошность покрытия. В условиях получения тонких покрытий несплошность покрытия играет отрицательную роль, поскольку значительно уменьшается когезионная прочность слоя и уменьшается общая площадь контакта.

Лазерная наплавка обеспечивает высокую твердость и абразивную стойкость, высокую прочность сцепления наносимого слоя с основой, стойкость к коррозии, и является перспективной для восстановления золотников [1, 2, 4, 5, 6, 7, 10]. Основным затруднением при лазерной наплавке является появление трещин, возникающих в результате действия растягивающих напряжений или деформаций, накопленных в металле при охлаждении. Для снижения вероятности появления трещин следует уменьшать внутренние деформации за счёт подбора материалов наплавки и подложки с близкими коэффициентами теплового расширения, снижения количества подаваемого

порошка, уменьшения скорости наплавки, использования предварительного подогрева подложки.

При восстановлении трущихся поверхностей необходимо добиваться получения высоких антифрикционных свойств поверхностей, обладающих высокой контактной жесткостью. Для увеличения антифрикционных свойств возможно получение пор в объёме наносимого слоя. Поэтому процесс наплавки порошковых материалов достаточно заменить процессом спекания, обеспечивая тем самым формирование пор. Учитывая вышесказанное, нами предлагается использовать технологию лазерного напекания в качестве технологии восстановления работоспособности золотников пар гидравлических распределителей.

Методика получения покрытия. Технология получения пористого покрытия с помощью лазерного излучения включает подготовку порошкового материала и формирования покрытия на поверхности рабочего пояса золотника. Порошковый материал представляет собой смесь порошков металлического железа, меди и порошка графита. Подготовленный порошковый материал размалывали на вибромельнице до достижения фракционного состава в 5–10 мкм, поскольку мелкодисперсная дифракция порошкового материала значительно снижает энергетические затраты на формирование покрытия. После получения, порошковую композицию смешивали с четырёххлористым углеродом в соотношении 50 % порошковой композиции и 50 % четырёххлористого углерода по массе. Толщина покрытия, при которой обеспечивается качественное покрытие – без отслоения покрытия и без видимых дефектов в виде трещин – составляла 10–50 мкм. Однако наиболее качественные слои получались при толщине слоя в 50 мкм.

Для проведения экспериментов спроектировали и изготовили экспериментальную установку. Установка для высокоскоростной лазерной обработки порошковых материалов состоит из следующих основных агрегатов [8, 5, 9, 10]:

1. Лазерное устройство, генерирующее короткоимпульсное лазерное излучение.
2. Рабочая камера для процесса напекания.
3. Механизм привода восстанавливаемой детали.
4. Персональный компьютер, управляющий механизмом привода и лазерным генератором.

Лазерная установка является базой для размещения на ней механизма привода и рабочей камеры. Блок-схема управления процессом спекания представлена на рисунке 1.

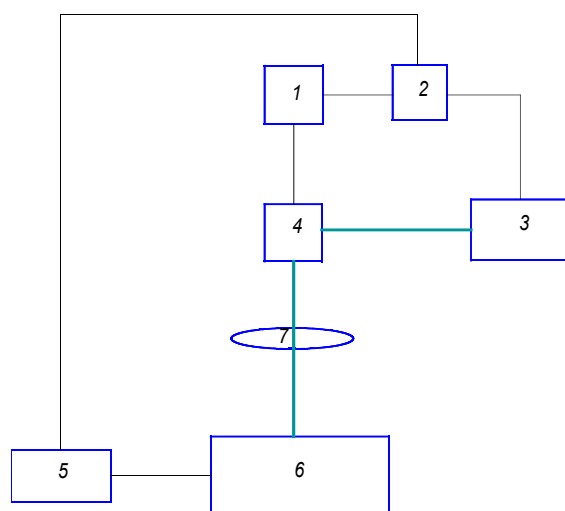


Рисунок 1 – Блок-схема управления процессом спекания и механизмом привода:
 1. Управляющий компьютер. 2. Процессор, управляющий лазерным генератором.
 3. Лазерный генератор. 4. Сканирующая система. 5. Механизм привода детали.
 6. Рабочая камера. 7. Оптика

Установка включает в себя лазерный генератор, способный работать в импульсном режиме, с максимальной выходной мощностью 100 Вт и частотой следования импульсов до 100 кГц. Выходной луч лазерного устройства имеет длину волны порядка 1 мкм, что позволяет считать его почти инфракрасным. Лазерный луч от генератора 3 поступает в сканирующую систему 4, фокусируется линзой 7 и поступает в камеру спекания 6.

Перед получением покрытия необходимо тщательно подготовить поверхность: поверхность детали должна быть очищена от механических загрязнений и окислов, тщательно обезжирена, и нанесение покрытия на поверхность детали должно осуществляться не ранее 5...8 мин после обезжиривания. Для более эффективной подготовки поверхности перед спеканием, нами рекомендуется проводить лазерную обработку поверхности перед нанесением порошковой с суспензии. Формирование покрытия производили непрерывно по всей ширине восстанавливаемой поверхности, сканированием импульсного лазерного излучения, имеющего следующие параметры: энергия импульса 12 Дж, частота импульса 35,5 кГц, скорость сканирования лазерного излучения 100 мм/с. Поскольку лазерный луч имеет малый диаметр – 0,01 мм, для более эффективного прогрева порошкового материала в 1 мм ширины обработки лазерный луч выполняет 20 непрерывных проходов. Большое количество проходов при лазерной обработке значительно снижает частоту вращения восстанавливаемой детали – средняя частота

вращения золотника составляет 2 об/мин, при скорости сканирования 6,2 мм/с. Обеспечить такую частоту вращения детали достаточно сложно, поэтому для привода детали использовали шаговый электродвигатель. Технология формирования покрытия в этом случае обеспечивалась спеканием отдельных площадей сканирования.

Сформированные покрытия по вышеуказанной методике подвергли металлографическому исследованию (макро- и микроанализ) с целью определения пористости структуры и качества адгезии к поверхности стальной подложки, с использованием металлографического микроскопа «Neophot-32».

Для определения характеристики работоспособности покрытий испытали восстановленные золотниковые пары в условиях производства на базе ОАО «Ижевский механический завод».

Результаты исследований. Полученные покрытия характеризуются равномерной структурой, без наплывов и раковин (рис. 2). Толщина покрытия составляет в пределах 30–45 мкм.

Видимых следов отслаивания или непровара порошковой композиции не наблюдается. После механической обработки (шлифования) поверхность блестящая, с незначительной видимой пористостью. Следует отметить, что пористость несквозная, а расположена локально, что вызвано неоптимальной плотностью структуры порошкового слоя до лазерного напекания. Шероховатость поверхности после напекания составляет порядка Rz 20.



До шлифования

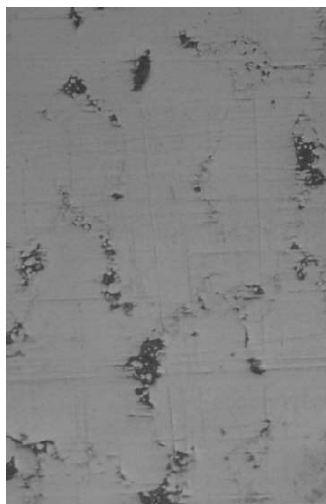


После шлифования

Рисунок 2 – Структура поверхности восстановленных рабочих поясков золотника

Для определения пористости структуры покрытия выполнили микрометрические исследования (рис. 3). Пористость неравномерная: в зоне адгезии составляет от 5 до 10 %, размерность пор колеблется в пределах 5-6 мкм; на поверхности пористость значительно возраста-

ет и составляет от 15 до 25 %, при размерности пор 8–9 мкм. Низкая пористость структуры в зоне адгезии вызвана высокой реакцией материала основы детали с компонентами порошковой композиции, что обеспечивает высокую адгезионную прочность [1, 8].



В зоне адгезии



На поверхности

Рисунок 3 – Пористость структуры покрытия

Поверхностные слои подвержены окислительным процессам, в особенности углерода, что вызывает формирование газов, приводящих к повышению пористости. При этом поверхностные слои слабо подвержены коррозии – 4-месячный простой гидрораспределителей в разобранном виде не привел к форми-

рованию ржавчины и отслоению покрытия по причине окисления.

Производственные испытания золотниковых пар произвели в течение 1500 моточасов с периодическим контролем величины износа через каждые 300 моточасов. Для сравнительного анализа величины износа испытали стан-

дартный золотник, выполненный из стали 40X и установленный в корпусе того же гидравлического распределителя (рис. 4). В процессе

испытаний не было выявлено отказов из-за поломки золотников, утечек гидравлической жидкости и потери давления в системе.

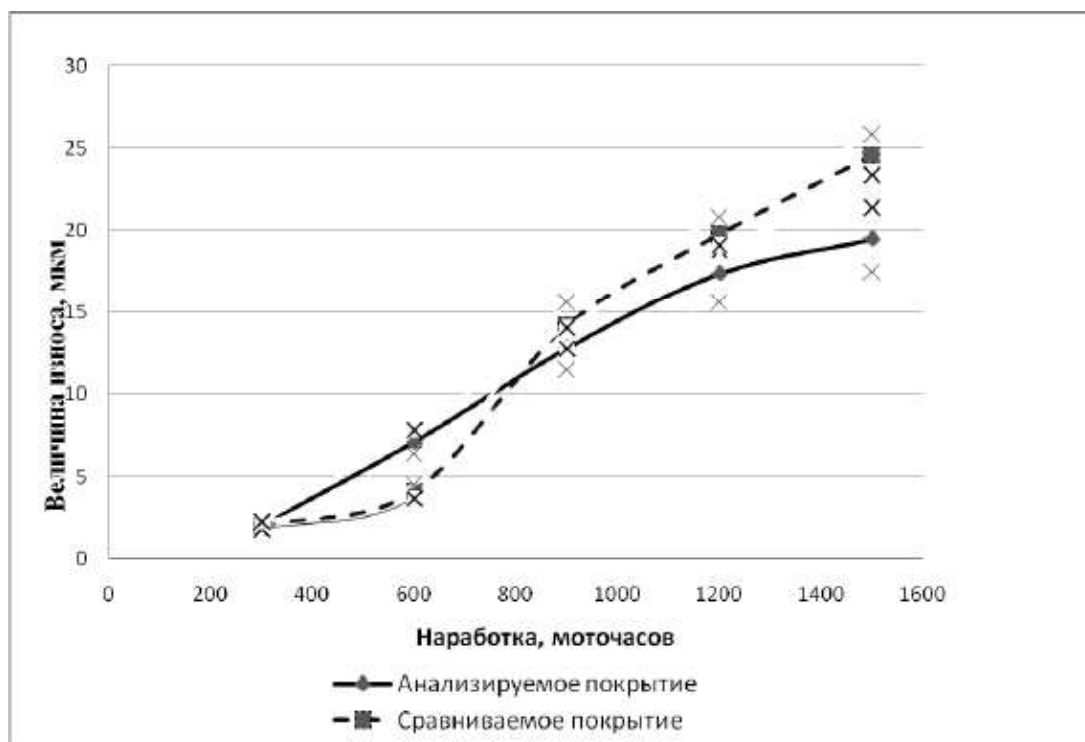


Рисунок 4 – Результаты сравнительных испытаний золотников гидравлических распределителей

Результаты подтверждают более высокую стойкость к изнашиванию анализируемого восстановительного покрытия, полученного высокоскоростной лазерной обработкой порошковых материалов. В первоначальный момент испытаний величина износа анализируемого покрытия на 20 % превышала величину износа стандартной поверхности, что связано с прирабатываемостью покрытия. Пористая структура покрытия обладает более низкой когезионной прочностью, что приводит к более интенсивному диспергированию поверхности в процессе приработки. Однако с увеличением периода наработки величина износа у анализируемого покрытия снижается по отношению к стандартной поверхности. Наличие пор в структуре покрытия повышает стойкость к изнашиванию в условиях масляного голодания и снижает величину износа.

Выводы. Представленные результаты исследований в полной мере подтверждают работоспособность восстановительных покрытий методом лазерного спекания порошковых материалов и дают возможность применения этой технологии в ремонтном производстве. В ходе исследований выявлено, что величина износа покрытия ниже стандартных поверх-

ностей, выполненных из стали 40 X, на 30 % и более, что связано с пористостью структуры и высокими физико-механическими свойствами.

Список литературы

- Ипатов, А.Г., Харанжевский, Е.В. Лазерно-порошковая наплавка покрытий на основе баббита В83 // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 8. – С. 27–31.
- Ипатов, А.Г. Повышение работоспособности сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа / А.Г. Ипатов, В.И. Ширококов, М.А. Кубалов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55. – № 1. – С. 112–119.
- Бурумкулов, Ф.Х. Опыт применения электроискрового метода / Ф.Х. Бурумкулов, В.П. Лялякин, В.И. Иванов, В.М. Трапезников // Техника в сельском хозяйстве. – № 6. – 2001. – С. 22–25.
- Стрелков, С.М. Некоторые проблемы восстановления подшипниковых сопряжений турбокомпрессоров / С.М. Стрелков, А.Г. Ипатов, А.Н. Давыдов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1 (38). – С. 32–34.
- Ипатов, А.Г. Способ формирования покрытия и установка для его осуществления / А.Г. Ипатов, С.М. Стрелков, С.С. Стрелков, Е.В. Харанжевский // Патент на изобретение RUS 2497978 22.07.2011.

6. Ипатов, А.Г. Некоторые параметры работоспособности модифицированных молотков молотковых дробилок / А.Г. Ипатов, В.И. Ширококов, С.Н. Шмыков, Е.В. Харанжевский // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1 (38). – С. 6–10.

7. Kharanzhevskiy, E., Ipatov, A., Nikolaeva, I., Zakirova, R. Short-pulse laser sintering of multilayer hard metal coatings: structure and wear behavior // *Lasers in Manufacturing and Materials Processing*. – 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 91–102.

8. Харанжевский, Е.В. Структура и механические свойства спеченных слоев из ультрадисперсных порошковых материалов на основе железа / Е.В. Харанжевский, И.Н. Климова, А.Г. Климов, С.М. Стрелков // Вестник Удмуртского университета. Серия «Физика и химия». – 2009. – № 1. – С. 111–120.

9. Ширококов, В.И. Повышение износостойкости молотковых зерновых дробилок / В.И. Ширококов, А.Г. Ипатов, Е.В. Харанжевский // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (34). – С. 69–71.

10. Ипатов А.Г. Разработка технологии восстановления деталей лазерным спеканием ультрадисперсных порошковых материалов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010.

Spisok literatury

1. Ipatov, A.G., Haranzhevskij, E.V. Lazerno-poroshkovaya naplavka pokrytij na osnove babbita B83 // *Remont. Vosstanovlenie. Modernizaciya*. – 2018. – № 8. – С. 27–31.

2. Ipatov, A.G. Povyshenie rabotosposobnosti separiruyushchego resheta drobilki zerna zakrytogo tipa / A.G. Ipatov, V.I. SHirobokov, M.A. Kubalov // *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta*. – 2018. – Т. 55. – № 1. – С. 112–119.

3. Burumkulov, F.H. Opyt primeneniya elektroiskrovogo metoda / F.H. Burumkulov, V.P. Lyalyakin,

V.I. Ivanov, V.M. Trapeznikov // *Tekhnika v sel'skom hozyajstve*. – № 6. – 2001. – С. 22–25.

4. Strelkov, S.M. Nekotorye problemy vosstanovleniya podshipnikovyh sopryazhenij turbokompressorov / S.M. Strelkov, A.G. Ipatov, A.N. Davydov // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2014. – № 1 (38). – С. 32–34.

5. Ipatov, A.G. Sposob formirovaniya pokrytiya i ustanovka dlya ego osushchestvleniya / A.G. Ipatov, S.M. Strelkov, S.S. Strelkov, E.V. Haranzhevskij // *Patent na izobretenie RUS 2497978 22.07.2011*.

6. Ipatov, A.G. Nekotorye parametry rabotosposobnosti modifitsirovannyh molotkov molotkovyh drobilok / A.G. Ipatov, V.I. SHirobokov, S.N. SHmykov, E.V. Haranzhevskij // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2014. – № 1 (38). – С. 6–10.

7. Kharanzhevskiy, E., Ipatov, A., Nikolaeva, I., Zakirova, R. Short-pulse laser sintering of multilayer hard metal coatings: structure and wear behavior // *Lasers in Manufacturing and Materials Processing*. – 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 91–102.

8. Haranzhevskij, E.V. Struktura i mekhanicheskie svoystva spechennyh sloev iz ul'tradispersnyh poroshkovyh materialov na osnove zheleza / E.V. Haranzhevskij, I.N. Klimova, A.G. Klimov, S.M. Strelkov // *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Fizika i himiya»*. – 2009. – № 1. – С. 111–120.

9. SHirobokov, V.I. Povyshenie iznosostojkosti molotkovyh zernovyh drobilok / V.I. SHirobokov, A.G. Ipatov, E.V. Haranzhevskij // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2013. – № 1 (34). – С. 69–71.

10. Ipatov, A.G. Razrabotka tekhnologii vosstanovleniya detalej lazernym spekaniem ul'tradispersnyh poroshkovyh materialov: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010.

Сведения об авторах:

Ипатов Алексей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: ipatow.al@yandex.ru).

Харанжевский Евгений Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией физики и химии материалов ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (426034, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, e-mail: eh@udsu.ru).

Шмыков Сергей Николаевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: ipatow.al@yandex.ru).

A.G. Ipatov¹, Y.V. Kharanzhevsky², S.N. Shmykov¹

¹*Izhevsk State Agricultural Academy*

²*Udmurt State University*

RESTORATION OF WORKING BELTS FOR HYDRAULIC DISTRIBUTORS' VALVE SPOOLS BY MEANS OF LASER SINTERING POWDER MATERIALS

In the present work, the main ways of restoring the performance of hydraulic distributors, in particular, the restoration of worn out working belts of the valve spools, have been analyzed. It has been revealed that the existing technologies of plasma spraying, electric-spark processing do not allow to fully ensure the performance

of spool-type pairs within the hydraulic distributors. With this in mind, the most effective technology for restoring working belts of spool pairs has been proposed, thus using laser radiation and an iron-based powder composition. For the analysis of the state and performance of restoration coatings, laboratory research and operational testing have been developed. The conducted metallographic studies have revealed the presence of pores in the coating structure. The coating porosity is ambiguous, with increased fluctuation over the cross section of the layer — the coating is looser on the surface, that should be understood as the increased oxidative reaction of the components of the powder composition. Operational testings were conducted on the basis of JSC "Izhevsk Mechanical Plant". Research results have clearly demonstrated the advantage of the analyzed recovering method, in comparison with the standard surface of the spool. The volume of wear during operating time of 1500 hours has reduced by more than 25-30%. At the same time, it is necessary to note a decrease in the volume of wear during large operating time, which is opposite to the kinetics of wear of the standard surface of the spool. Thus, the results of the research provide the basis for the development of a technology for the restoration of hydraulic distributors' spool pair with the laser processing of ultrafine iron-based powder materials.

Key words: *laser processing, restoration, hydraulic distributor, valve spool, sintering, porosity, wear.*

Authors:

Ipatov Aleksey Gennadievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Operation and Repair of Machines, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskya St., Izhevsk, 426069, e-mail: Ipatow.al@yandex.ru).

Kharanzhevsky Yevgeny Viktorovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Materials' Physics and Chemistry, Udmurt State University (1, Universitetskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426034, e-mail: eh@udsu.ru).

Shmykov Cergey Nikolayevich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Operation and Repair of Machines, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskya St., Izhevsk, 426069, e-mail: e-mail: Ipatow.al@yandex.ru).

УДК 631.227:628.9-52

Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин, В.А. Баженов, И.А. Баранова, А.И. Батурин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВЫМ РЕЖИМОМ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

В настоящее время существует большое многообразие средств управления искусственным освещением в цехах птицефабрик, предназначенных для плавного изменения освещённости (формирования режима «рассвет – закат») и регулирования продолжительности светового дня в зависимости от возраста птицы. Например, механические программные устройства для изменения освещённости с имитацией заката и рассвета, такие как КЭП-12УТ, РУС-3 и другие, а также устройства, работающие на жёсткой логике. Представленные в статье устройства не обеспечивают плавного изменения и имитации рассвета и заката. В настоящее время обосновывается необходимость перейти к использованию, например, программных реле на микроконтроллерах типа ПЛК в связи с прогрессом в области цифровых технологий.

Цели и задачи исследования. Целью научной работы являлась разработка программы освещения в птицеводческом помещении, которая учитывает влияние длительности светового дня и интенсивности освещения на процессы жизнедеятельности птиц.

Материалы и методы исследования. Программа управления освещением создана на языке СFC в программном комплексе CoDeSys, что позволяет реализовать её с помощью программируемых логических контроллеров (ПЛК), например, ПЛК 63 компании Овен. Для обеспечения плавного управления световым потоком светодиодной лампы используется такой программный функциональный блок, как ПИД-регулятор.

Результаты разработки программы. Для совершенствования содержания птиц-несушек предложена получившая распространение система формирования прерывистого освещения в помещении, включающая создание достаточно коротких периодов светового дня и темноты. Она основана на законах биоритмологии и учитывает существование у живых систем циркадных ритмов.

Выводы. Разработанная на основе этой системы программа прерывистого освещения позволяет снизить затраты на электроэнергию и увеличить продуктивность сельскохозяйственной птицы.

Ключевые слова: световые технологии в птицеводстве, программируемые логические контроллеры, система управления световым режимом, система прерывистого освещения.

Актуальность. Важным фактором обеспечения продовольствием населения является повышение продуктивности птицефабрик, а именно – повышение яйценоскости кур-несушек. Для решения этой задачи рассматривались все параметры микроклимата содержания кур. Одним из важнейших параметров повышения продуктивности птичников является освещение помещений для содержания кур-несушек.

Первая осветительная установка с применением источников света была осуществлена в России в 1879 г. [1]. С тех давних времен много изобретений и идей в области электротехники было воплощено в жизнь. Благодаря созданию Государственной системы электроснабжения страны в 1959–1965 гг. появилась возможность применения электроэнергии в управлении технологическими процессами в сельском хозяйстве, в том числе и в птицеводстве. В те годы были автоматизированы сложные технологические процессы в инкубаторах [1–3]. Роль

человека была сведена к функциям оператора. Оператор управлял освещением в птичнике (рисунок 1) [1].

Яйценоскость кур зависит от наличия имитации восхода и захода солнца. Для этой цели в течение длительного времени использовали программное реле. Одним из подобных приборов был многоцепной командный прибор типа КЭП-12УТ, показанный на рисунке 2, 3.

Продолжительность времени выдержки менялась в широком диапазоне от 30 секунд до 24 часов. Программа работы задавалась перемещением кулачков 1 и 2 на оси барабана. Плавность изменения освещённости регулировалась ступенчато: включением и выключением групп ламп. Тем самым создавалась имитация дня и ночи 2...3 раза за астрономические сутки. Это позволяло увеличить яйценоскость кур в 2...3 раза. К недостаткам прибора можно отнести сложность перепрограммирования; ступенчатость освещённости, не позволяющая качественно имитировать восход – закат.

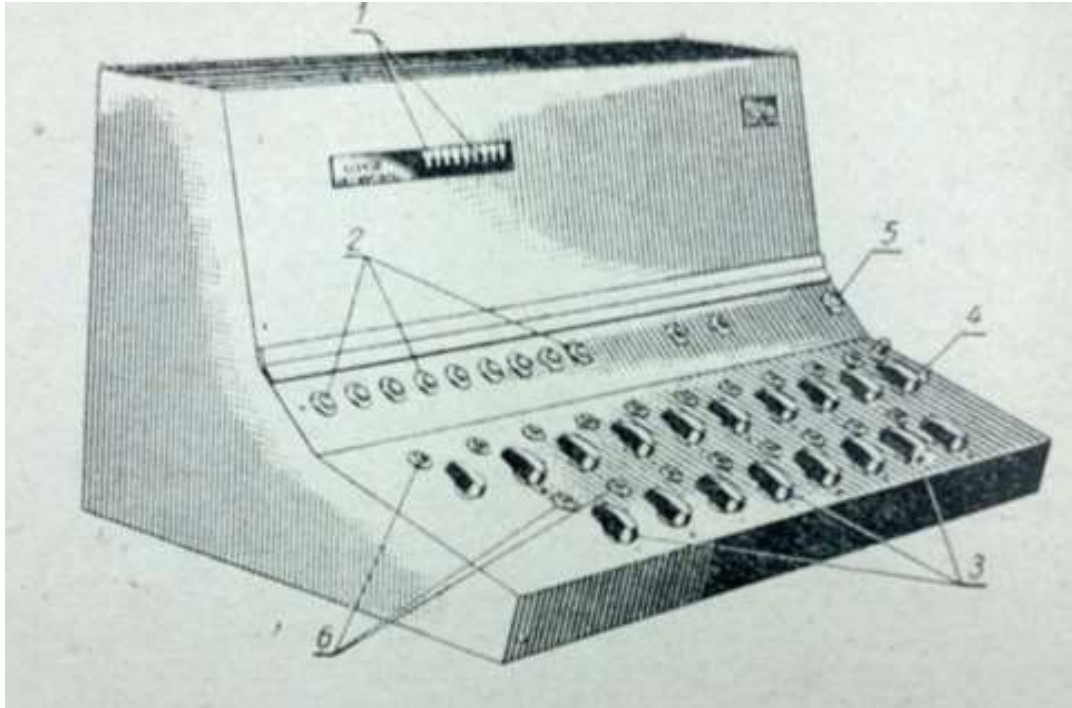


Рисунок 1 – Пульт оператора управления освещением птичника:
 1 – указатель программы; 2 – указатели световых программ; 3 – указатели переключателей;
 4 – выключатель сети; 6 – лампы сигнализации программы

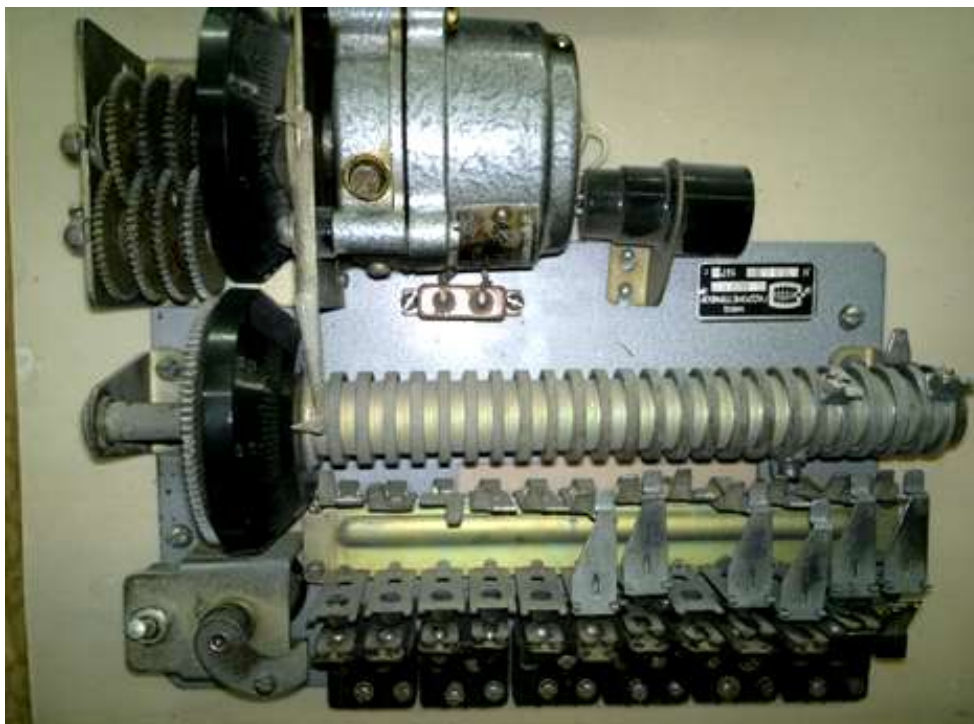


Рисунок 2 – Многоцепной программный прибор управления освещением КЭП-12УТ

Плавное изменение освещённости позволяло осуществить прибор автоматизации регулирования дня и ночи для птиц (рисунок 3), не имеющий недостатков многоцепного программного прибора.

Программа управления освещением птичника с имитацией заката и рассвета создается

программным валом. При изменении программы нужно менять программный вал. Недостатки прибора были следующие: ступенчатая освещённость, не позволяющая качественно имитировать восход – закат; отсутствие гибкости программатора.



Рисунок 3 – Программное устройство управления освещением в птичнике РУС-3

На рисунке 4 представлено устройство автоматического управления освещением.



Рисунок 4 – Программное устройство управления освещением в птичнике КЭ

Программируемое устройство выполнено из отдельных дисков. Каждый диск программируется один раз. Если необходимо создать другую программу – требуется новый диск. Учитывая, что существует необходимость изменения программы неоднократно, такая замена приводит к определенным неудобствам.

Таким образом, все перечисленные устройства не обеспечивали плавного изменения и имитации рассвета и заката.

С появлением компьютеров реализация программы регулирования светового дня обеспечивалась компьютером, что не всегда было экономически выгодно. В настоящее время известны установки для управления освеще-

нием на птицефабриках [4–8], например, с использованием блока управления светодиодным освещением БУ-5АП. Прогресс в области цифровых технологий позволил в настоящее время перейти к использованию, например, программных реле на микроконтроллерах типа ПЛК (программируемые логические контроллеры).

Цель и задачи исследования. Целью научной работы являлась разработка программы освещения в птицеводческом помещении, которая учитывает влияние длительности светового дня и интенсивности освещения на процессы жизнедеятельности птиц, способствующих достижению оптимальных продуктивных и репродуктивных показателей и повышению эффективности мясного птицеводства.

При разработке программы управления освещенностью мы учитывали тот факт, что птичник представляет собой помещение закрытого типа для родительского стада (контролируемый микроклимат).

Сформулируем основные требования, предъявляемые к программе управления освещением:

- индикация продолжительности светового дня, ч;
- индикация освещенности, лк;
- индикация возраста птицы, недели;
- плавное управление освещением, позволяющее обеспечить искусственный рассвет и сумерки;
- автоматическое поддержание заданного светового режима;
- автоматическое переключение режимов освещения между группами;
- индикация предупреждения о переходе к последующей группе.

Материалы и методы исследования. Для разработки программы управления освещением в помещении содержания птиц в автоматическом режиме родительское стадо было условно разделено на четыре группы. Каждая группа сформирована согласно соответствующему возрасту птицы (таблица 1).

Таблица 1 – Нормы освещённости для птичника закрытого типа [9]

| № группы | Возраст птицы, недель | Продолжительность светового дня, ч | Нормы освещённости, лк |
|----------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 | 21–22 | 12 | 30–60 |
| 2 | 23–24 | 13 | 30–60 |
| 3 | 25–26 | 14 | 30–60 |
| 4 | 27 и старше | 15 | 30–60 |

Из таблицы 1 следует, что продолжительность светового дня должна изменяться в диапазоне 12...15 часов, а норма освещённости должна оставаться постоянной и находиться в пределах (30–60) лк.

Реализовать программу удобнее всего с помощью программируемых логических контроллеров (ПЛК) отечественного производства или импортных программируемых реле, которые в настоящее время широко используются в качестве управляющих устройств электрооборудованием при реализации различных электротехнологий в сельском хозяйстве [10–13].

Благодаря стандартизации языков программирования, любая разработанная прикладная программа в одном из этих языков, получает возможность быть интегрированной на любой ПЛК, поддерживающий определенный стандарт.

Важной задачей является выбор среды программирования. В настоящее время широко распространены среды программирования, такие как CoDeSys, предлагаемая отечественным производителем – компанией «Овен», и

комплекс программирования ZelioSoft, предназначенный для разработки программ продукции европейского концерна SchneiderElectric [14–16]. Это работающие по одному принципу, идентичные программные среды. Отличия этих сред программирования заключаются в реализации интерфейса, в стиле графики, наборе сервисных функций, дополнительных библиотек и в реализации систем исполнения.

Результаты разработки программы

В качестве среды программирования был выбран программный комплекс CoDeSys. Он позволяет использовать визуализацию проекта для симуляции различных ситуаций управления параметрами освещённости.

Программа управления освещением в помещении содержания птиц создана на языке SFC, представляющая собой схему из непрерывных функциональных блоков с обратной связью (рисунок 5).

Для плавного управления освещением используется программный функциональный блок ПИД-регулятор(PID). Он позволяет управлять светодиодной лампой (переменная

лампа), поддерживая заданный режим освещённости (уставку). Задача ПИД-регулятора подвести контролируемое значение освещённости к заданному.

Управление освещённостью светодиодных светильников осуществляется по напряжению. ПИД-регулятор в режиме аналогового регулирования рассчитывает отклонение E текущего значения контролируемой величины освещённости от заданной уставки (т.е. рассогласование). В результате на выходе регулятора вырабатывается аналоговый сигнал Y , который направлен на уменьшение рассогласования E . Этот сигнал подается на исполнительное устройство регулятора в виде последовательности импульсов (ШИМ) напряжения.

Если выходное устройство регулятора ключевого типа (реле, транзисторная или симисторная оптопара, выход для управления твердотельным реле), выходной сигнал преобразуется в последовательность управляющих импульсов с длительностью D :

$$D = Y \frac{T_{сл}}{100\%},$$

где D – длительность импульса, с;

$T_{сл}$ – период следования импульсов, с (задаётся пользователем при программировании);

Y – выходной сигнал регулятора.

Если в качестве выходного устройства используется ЦАП, выходной сигнал преобразуется в пропорциональный ему ток 4...20 мА или напряжение 0...10 В.

В программе была учтена норма продолжительности светового дня в зависимости от возраста птицы согласно технологическим требованиям. Так, для каждой из групп время светового дня составляет 12, 13, 14 и 15 ч, а период затемнения – 12, 11, 10 и 9 ч [9].

Функциональный блок BLINK предназначен для регулирования продолжительности светового дня. Блок BLINK имеет два входа, которые работают с переменными, имеющими типы данных TIME. Первый вход TIMELOW – это время, в течение которого отсутствует сигнал (в зависимости от номера группы подается значение 9, 10, 11 или 12 ч). В данной работе это означает, что в течение указанного времени должно отсутствовать освещение. Второй вход TIMENIGH – это время продолжительности светового дня (задаётся время 12, 13, 14 или 15 ч). Таким образом, блок BLINK позволяет автоматически перевести светильник из включённого состояния в выключенное через требуемый промежуток времени.

Автоматический переход между значениями отрезков времени, подающихся на входы

TIMELOW и TIMENIGH, осуществляется с помощью пользовательских функциональных блоков Vremya_low и Vremya_high, соответственно.

Они настроены так, что смена номера группы приводит к изменению значения времени продолжительности светового дня и отсутствия освещённости. Смена номера группы осуществляется в автоматическом режиме посредством пользовательского функционального блока timer.

Текущее значение номера группы увеличивается на единицу (от первой группы до четвёртой) через промежуток времени, длительность которого соответствует разнице между возрастами птиц двух соседних групп. Так, первая, вторая, третья и четвёртая группы соответствуют возрасту птицы в (21–22), (23–24), (25–26) и (27 – убой) недель. Это означает, что смена нумерации группы должна происходить через две недели. Порядковые значения номера группы подаются на вход функциональных блоков Vremya_low и Vremya_high.

В программе таймер TP служит для управления пользовательским функциональным блоком signal.

Этот блок контролирует срабатывание световой сигнализации, которая оповещает о смене параметров светового режима. В свою очередь это свидетельствует об изменении номера группы, а, следовательно, и возраста птицы.

В программе функциональные блоки Svetovoy_den и Vozrast предусмотрены для индикации продолжительности светового дня и возраста птицы. Указанные переменные выводятся на экран соответствующую текстовую информацию в виде возраста родительского стада и продолжительности светового дня.

Переменные vozrast и vremya имеют тип данных STRING, представляющий собой строки символов. Таким образом, указанные переменные выводятся на экран соответствующую текстовую информацию в виде возраста родительского стада и продолжительности светового дня.

В настоящее время при содержании стада птиц-несушек получили распространение системы прерывистого освещения. Схема режима следующая: 2 часа световой день, 4 часа темноты, 8 часов световой день, 10 часов темноты (2С:4Т:8С:10Т). Например, в работах [17–19] показано, что данный режим влияет на несушек эквивалентно 14-часовому световому дню: организм птицы как бы «не замечает» 4 ч темноты между двумя периодами света. Достоинством такого режима освещения является удобство его применения при любом оборудовании птичника, когда начало 8-часового пе-

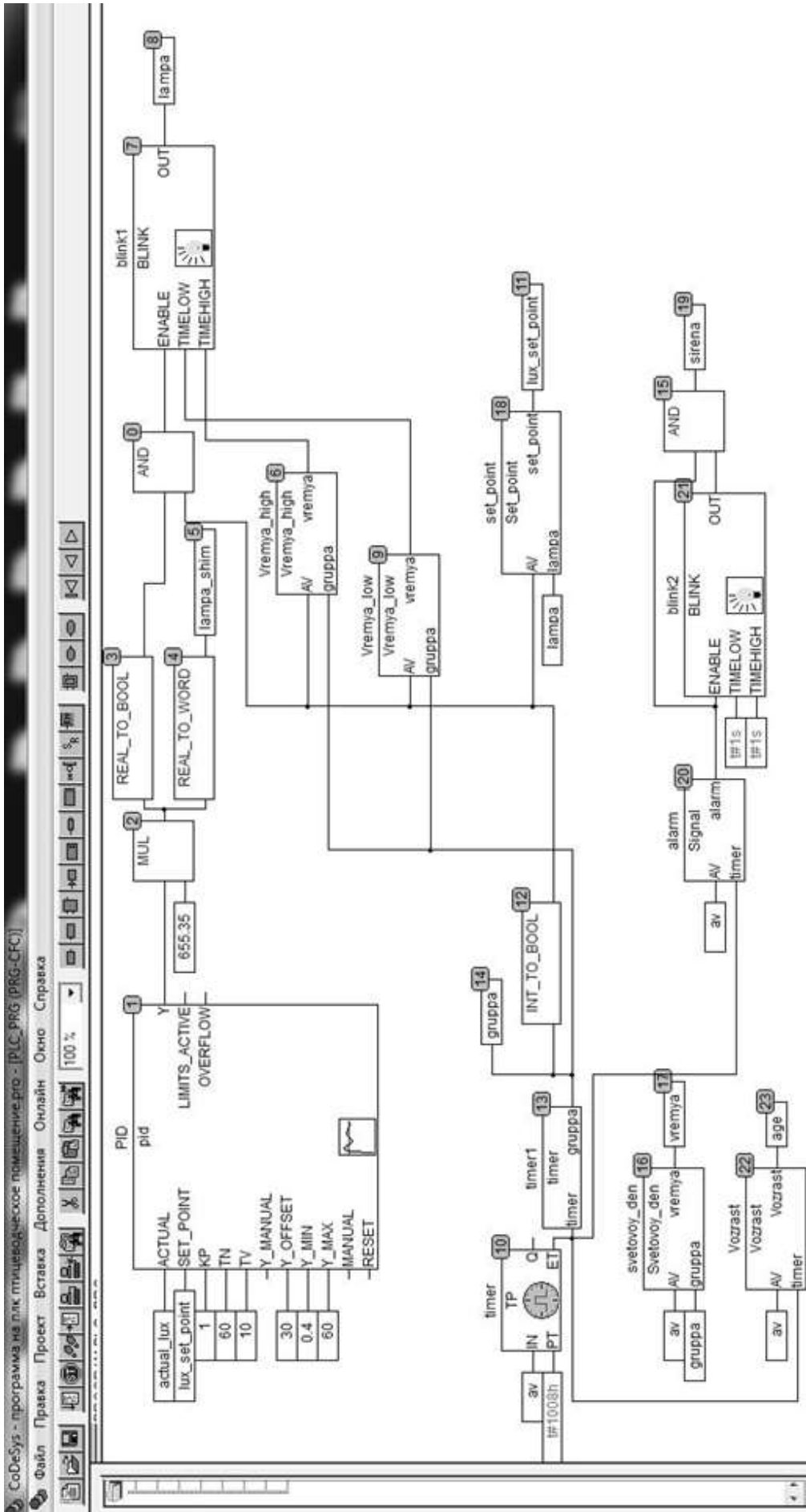


Рисунок 5 – Программа управления параметрами освещённости

риода света совпадает с началом рабочего дня операторов. В последующем оказалось, что программы прерывистого освещения позволяют не только снизить затраты на электроэнергию, но и увеличить продуктивность сельскохозяйственной птицы. Режимы прерывистого освещения можно представить в виде двух больших групп. Это режимы с неизменным соотношением света и темноты, и режимы, в которых это соотношение меняется с возрастом птицы.

Для более эффективной экономии электроэнергии и для повышения продуктивных и репродуктивных качеств кур-несушек мы предлагаем внести изменения в разработанную программу согласно представленным в [20, 21] исследованиям. Изменения касаются включения в программу блока управления прерывистым освещением. Прерывистое освещение происходит по схеме (2С:4Т:6С:12Т, 2С:4Т:7С:11Т, 2С:4Т:8С:10Т, 2С:4Т:9С:9Т). Соотношение прерывистого режима освещения меняется с возрастом птицы.

В программе прерывистое освещение можно реализовать с помощью блока генератора импульсов BLINK. Для этого необходимо заменить использующийся в программе блок blink1 таким образом, чтобы на его вход TIMEHIGH задавалось время 2С:6С, 2С:7С, 2С:8С или 2С:9С, соответственно. Эти промежутки времени меняются в зависимости от возраста птицы. Тогда на вход TIMELOW будет задано время 4Т:12Т, 4Т:11Т, 4Т:10Т или 4Т:9Т, соответственно.

Среди указанных световых режимов можно выделить программы с периодами равными (или кратными) одному часу и с периодами менее одного часа.

Такое разделение только на первый взгляд может показаться произвольным. Однако к настоящему времени достаточный фактический материал, свидетельствующий о том, что около часового ритм свойствен вообще всем живым системам разных организмов, в том числе и пищеварительной. Объяснение эффективности тех или иных режимов прерывистого освещения, с точки зрения биоритмологии, не вызывает затруднений. С одной стороны, ритмы в живых системах характеризуются высокой пластичностью, с другой – наличие в механизме формирования циркадных ритмов фото-рефрактерных интервалов времени, допускает их формирование по достаточно коротким световым сигналам.

Таким образом, внесенные изменения в программу управления освещенностью в птичнике позволяют не только эффективно распре-

делять энергоресурсы, но и позитивно сказываются на продуктивных и репродуктивных качествах кур-несушек и их биоритме.

Выводы

1. Проведенный анализ используемых ранее технических средств управления искусственным освещением в цехах птицефабрик показал необходимость совершенствования таких средств в направлении применения современной микропроцессорной техники.

2. В целях совершенствования систем управления искусственным освещением в птицеводческих помещениях разработана программа, позволяющая плавно изменять режим «рассвет – закат» в требуемом диапазоне, регулировать длительность и интенсивность освещения в помещении в зависимости от возраста птицы согласно технологическим требованиям.

3. Программа управления освещением создана на языке СFC в программном комплексе CoDeSys, что позволяет реализовать её с помощью программируемых логических контроллеров (ПЛК).

4. Для совершенствования содержания птиц-несушек предложена получившая распространение система формирования прерывистого освещения в помещении, включающая создание достаточно коротких периодов светового дня и темноты. Разработанная на основе этой системы программа прерывистого освещения позволяет снизить затраты на электроэнергию и увеличить продуктивность сельскохозяйственной птицы.

Список литературы

1. Варнавских, А.Б., Царёв, А.С., Курзаев, И.И. Автоматизация освещения в птичнике. – М.: Колос, 1967. – 72 с.
2. Епанешников, М.М. Электрическое освещение. – М.: Энергоатомиздат, 1962. – 336 с.
3. Бородин, И.Ф. Технические средства автоматизации. – М.: Колос, 1982. – 303 с.
4. Кондратьева, Н.П., Воробьев, Р.Н., Баранов, С.А. Результаты опытов по применению светодиодного освещения в птицеводстве / Н.П. Кондратьева, Р.Н. Воробьев, С.А. Баранов // Известия международной академии аграрного образования. – 2011. – № 12. – С. 44–46.
5. Кондратьева, Н.П., Баранов, А.С., Воробьев, Р.Н., Кондратьева, М.Г. Анализ технологии выращивания птицы в промышленном птицеводстве / Н.П. Кондратьева, А.С. Баранов, Р.Н. Воробьев, М.Г. Кондратьева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1 (30). – С. 21–24.
6. Кондратьева, Н.П., Баранов, С.А., Воробьев, Р.Н., Перевозчиков, Е.А. Возможности применения све-

тодиодного освещения в птицеводстве / Н.П. Кондратьева, С.А. Баранов, Р.Н. Воробьев, Е.А. Перевозчиков // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2013. – № 2 (58). – С. 15–16.

7. Кондратьева, Н.П., Баранов, С.А., Кондратьева, М.Г. Светодиодная система освещения птицы при клеточном содержании / Н.П. Кондратьева, С.А. Баранов, М.Г. Кондратьева // Известия Международной академии аграрного образования. – 2012. – Т. 1. – № 15. – С. 13–16.

8. Кондратьева, Н.П., Баранов, С.А., Кондратьев, Р.Г. Энергосберегающая система освещения мясного кросса «Смена 7» / Н.П. Кондратьева, С.А. Баранов, Р.Г. Кондратьев // Труды Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». – Ижевск, 2012. – Т. 3. – С. 177–179.

9. Справочник по содержанию родительского поголовья ROSS. – 2013. – 179 с.

10. Кондратьева, Н.П., Юран, С.И., Владыкин, И.Р., Баранова, И.А., Козырева, Е.А., Баженов В.А. Прогрессивные электротехнологии и электрооборудование / Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин, И.А. Баранова, Е.А. Козырева, В.А. Баженов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 2 (57). – С. 49–57.

11. Кондратьева, Н.П., Владыкин, И.Р., Баранова, И.А., Большин, Р.Г., Краснолуцкая, М.Г. Энергосберегающие электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве / Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, И.А. Баранова, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 4 (19). – С. 11–16.

12. Kondrateva, N.P., Vladykin, I.R., Litvinova, V.M., Krasnolutskaaya, M.G., Bolshin, R.G. Energy-saving technologies and electric equipment applied in agriculture / N.P. Kondrateva, I.R. Vladykin, V.M. Litvinova, M.G. Krasnolutskaaya, R.G. Bolshin // Research in Agricultural Electric Engineering. – 2016. – № 2. – С. 62–68.

13. Патент 157781 на полезную модель. МПК F21V 8/00, G02B 6/00. Светодиодный осветительный прибор / С.И. Юран, Т.А. Широбокова, И.И. Иксанов. Заявка 2015112778/07 от 07.04.2015. Опубл. 10.12.2015, бюл. № 34.

14. Кондратьева, Н.П., Коломиец, А.П., Владыкин, И.Р., Баранова, И.А. Инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации «CODESYS» и «ZELIO SOFT». Учебное пособие. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. – 62 с.

15. Кондратьева, Н.П., Баранов, А.С., Воробьев, Р.Н., Кондратьева, М.Г. Анализ технологии выращивания птицы в промышленном птицеводстве / Н.П. Кондратьева, А.С. Баранов, Р.Н. Воробьев, М.Г. Кондратьева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1 (30). – С. 21–24.

16. Кондратьева, Н.П., Широбокова, Т.А., Ильясов, И.Р. Разработка программы управления ПЛК для регулирования параметров микроклимата на предприятиях АПК / Н.П. Кондратьева, Т.А. Широбокова, И.Р. Ильясов // Роль молодых учёных-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск, 2015. – С. 197–199.

17. Кондратьева, Н.П., Широбокова, Т.А., Шувалова, Л.А., Чепкасова, М.А. Влияние оптического излучения различного спектра на сельскохозяйственных животных / Н.П. Кондратьева, Т.А. Широбокова, Л.А. Шувалова, М.А. Чепкасова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, в 3-х томах / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск, 2017. – С. 265–268.

18. Кавтарашвили, А.Ш., Гладин, Д.В. Сравнительная эффективность различных систем освещения в птицеводстве // Птицеводство. – 2016. – № 4. – С. 37–50.

19. Кавтарашвили, А.Ш. Прерывистое освещение и его особенности / А. Кавтарашвили, С. Марчев, Г. Кирдяшкина // Птицеводство. – 2001. – № 5. – С. 25–27.

20. Трухачев, В.И., Зонов, М.Ф., Самойленко, В.В. Светодиодное освещение в промышленном птицеводстве. Монография. – Ставрополь: Издательство СтГАУ «АГРУС», 2012. – 108 с.

21. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров и др.; под общей редакцией В.И. Фисинина и А.Ш. Кавтарашвили; ФНЦ ВНИТИП РАН. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2016. – 350 с.

Spisok literatury

1. Varnavskih, A.B., Caryov, A.S., Kurzaev, I.I. Avtomatizaciya osveshcheniya v ptichnike. – М.: Kolos, 1967. – 72 s.

2. Epaneshnikov, M.M. Elektricheskoe osveshchenie. – М.: Energoatomizdat, 1962. – 336 s.

3. Borodin, I.F. Tekhnicheskie sredstva avtomatiki. – М.: Kolos, 1982. – 303 s.

4. Kondrat'eva, N.P., Vorob'ev, R.N., Baranov, S.A. Rezul'taty opytov po primeneniyu svetodiodnogo osveshcheniya v pticevodstve / N.P. Kondrat'eva, R.N. Vorob'ev, S.A. Baranov // Izvestiya mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2011. – № 12. – С. 44–46.

5. Kondrat'eva, N.P., Baranov, A.S., Vorob'yov, R.N., Kondrat'eva, M.G. Analiz tekhnologii vyrashchivaniya pticy v promyshlennom pticevodstve / N.P. Kondrat'eva, A.S. Baranov, R.N. Vorob'yov, M.G. Kondrat'eva // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2012. – № 1 (30). – С. 21–24.

6. Kondrat'eva, N.P., Baranov, S.A., Vorob'yov, R.N., Perevozchikov, E.A. Vozможности primeneniya svetodiodnogo osveshcheniya v pticevodstve / N.P. Kondrat'eva, S.A. Baranov, R.N. Vorob'yov, E.A. Perevozchikov // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina. – 2013. – № 2 (58). – S. 15–16.
7. Kondrat'eva, N.P., Baranov, S.A., Kondrat'eva, M.G. Svetodiodnaya sistema osveshcheniya pticy pri kletochnom sodержanii / N.P. Kondrat'eva, S.A. Baranov, M.G. Kondrat'eva // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2012. – Т. 1. – № 15. – S. 13–16.
8. Kondrat'eva, N.P., Baranov, S.A., Kondrat'ev, R.G. Energoberegayushchaya sistema osveshcheniya myasnogo krossa «Smena 7» / N.P. Kondrat'eva, S.A. Baranov, R.G. Kondrat'ev // Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Energoobespechenie i energoberezenie v sel'skom hozyajstve». – Izhevsk, 2012. – Т. 3. – S. 177–179.
9. Spravochnik po sodержaniyu roditel'skogo pogolov'ya ROSS. – 2013. – 179 с.
10. Kondrat'eva, N.P., YUran, S.I., Vladykin, I.R., Baranova, I.A., Kozyreva, E.A., Bazhenov V.A. Progressivnye elektrotekhnologii i elektrooborudovanie / N.P. Kondrat'eva, S.I. YUran, I.R. Vladykin, I.A. Baranova, E.A. Kozyreva, V.A. Bazhenov // Vestnik NGIEL. – 2016. – № 2 (57). – S. 49–57.
11. Kondrat'eva, N.P., Vladykin, I.R., Baranova, I.A., Bol'shin, R.G., Krasnoluckaya, M.G. Energoberegayushchie elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v sel'skom hozyajstve / N.P. Kondrat'eva, I.R. Vladykin, I.A. Baranova, R.G. Bol'shin, M.G. Krasnoluckaya // Innovacii v sel'skom hozyajstve. – 2016. – № 4 (19). – S. 11–16.
12. Kondrateva, N.P., Vladykin, I.R., Litvinova, V.M., Krasnolutsкая, M.G., Bolshin, R.G. Energy-saving technologies and electric equipment applied in agriculture / N.P. Kondrateva, I.R. Vladykin, V.M. Litvinova, M.G. Krasnolutsкая, R.G. Bolshin // Research in Agricultural Electric Engineering. – 2016. – № 2. – С. 62–68.
13. Patent 157781 na poleznuyu model'. MPK F21V 8/00, G02B 6/00. Svetodiodnyj osvetitel'nyj pribor / S.I. YUran, T.A. SHirobokova, I.I. Iksanov. Zayavka 2015112778/07 ot 07.04.2015. Opubl. 10.12.2015, byul. № 34.
14. Kondrat'eva, N.P., Kolomic, A.P., Vladykin, I.R., Baranova, I.A. Instrumental'nyj programmnyj kompleks promyshlennoj avtomatizacii “CODESYS” i “ZELIO SOFT”. Uchebnoe posobie. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2015. – 62 s.
15. Kondrat'eva, N.P., Baranov, A.S., Vorob'ev, R.N., Kondrat'eva, M.G. Analiz tekhnologii vyrashchivaniya pticy v promyshlennom pticevodstve / N.P. Kondrat'eva, A.S. Baranov, R.N. Vorob'ev, M.G. Kondrat'eva // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2012. – № 1 (30). – S. 21–24.
16. Kondrat'eva, N.P., SHirobokova, T.A., Il'yasov, I.R. Razrabotka programmy upravleniya PLK dlya regulirovaniya parametrov mikroklimata na predpriyatiyah APK / N.P. Kondrat'eva, T.A. SHirobokova, I.R. Il'yasov // Rol' molodyh uchyonyh-innovatorov v reshenii zadach po uskorenному importozameshcheniyu sel'skohozyajstvennoj produkcii. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Izhevsk, 2015. – S. 197–199.
17. Kondrat'eva, N.P., SHirobokova, T.A., SHuvalova, L.A., CHepkasova, M.A. Vliyanie opticheskogo izlucheniya razlichnogo spektra na sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / N.P. Kondrat'eva, T.A. SHirobokova, L.A. SHuvalova, M.A. CHepkasova // Nauchno obosnovannye tekhnologii intensivizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, v 3-h tomah / Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Izhevsk, 2017. – S. 265–268.
18. Kavtarashvili, A.SH., Gladin, D.V. Sravnitel'naya effektivnost' razlichnyh sistem osveshcheniya v pticevodstve // Pticevodstvo. – 2016. – № 4. – S. 37–50.
19. Kavtarashvili, A.SH. Preryvistoe osveshchenie i ego osobennosti / A. Kavtarashvili, S. Marchev, G. Kir-dyashkina // Pticevodstvo. – 2001. – № 5. – S. 25–27.
20. Truhachev, V.I., Zonov, M.F., Samojlenko, V.V. Svetodiodnoe osveshchenie v promyshlennom pticevodstve. Monografiya. – Stavropol': Izd-vo StGAU «AGRUS», 2012. – 108 s.
21. Adaptivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva yaic: monografiya / V.I. Fisinin, A.SH. Kavtarashvili, I.A. Egorov i dr.; pod obshej redakciej V.I. Fisinina i A.SH. Kavtarashvili; FNC VNITIP RAN. – Sergiev Posad: VNITIP, 2016. – 350 s.

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).

Юран Сергей Иосифович – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: yuran-49@yandex.ru).

Владыкин Иван Регович – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep-ivan@mail.ru).

Баженов Владимир Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: bazhenov@izhgsha.ru).

Баранова Ирина Андреевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: zykina_i@mail.ru).

Батурин Андрей Иванович – ассистент кафедры автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: baturin.ru@mail.ru).

N.P. Kondratieva, I.R. Vladykin, I.A. Baranova, S.I. Yuran, V.A. Bazhenov, A.I. Baturin
Izhevsk State Agricultural Academy

DEVELOPMENT OF MEANS OF AUTOMATICS FOR LIGHT-CONTROL MANAGEMENT IN POULTRY FARMING

Currently, there is a wide variety of means of controlling artificial lighting in the workshops of poultry farms, designed to smoothly change the lighting (formation of the “dawn – sunset” mode), and control the length of daylight depending on the age of a bird. For example, mechanical software devices for changing illumination, with imitation of sunset and dawn, such as CEP-12UT, RUS-3, and others, as well as devices operating on rigid logic. The devices presented in the article do not provide smooth change and imitation of dawn and dusk. At present, the necessity of switching to the use of, for example, software relays on PLC-type microcontrollers in connection with the progress in digital technologies, is being justified.

Goals and objectives of the study. The goal of the research is to develop a lighting program for the poultry-farming room, which takes into account the effect of the length of daylight and the intensity of illumination on the vital processes of the birds.

Materials and research methods. The lighting control program has been created in the CFC language in the CoDeSys software package, which allows it to be implemented using programmable logic controllers (PLC), for example, Aries PLC 63. To ensure the smooth control of the luminous flux of the LED lamp, a software function block such as the PID controller has been used.

The results of the development program. To improve the maintenance of laying birds, a widely spread system of forming intermittent lighting in a room has been proposed, including the creation of fairly short periods of daylight and darkness. It is based on the laws of biorhythmology and takes into account the existence of circadian rhythms in living systems.

Conclusions. Developed on the basis of this system, the intermittent lighting program allows to reduce energy costs and increase the productivity of poultry.

Keywords: *lighting technologies in poultry farming, programmable logic controllers, light control system, intermittent lighting system.*

Authors:

Kondratieva Nadezhda Petrovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: aep-isha@mail.ru).

Vladykin Ivan Revovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: aep-ivan@mail.ru).

Baranova Irina Andreyevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: zykina_i@mail.ru).

Yuran Sergey Iosifovich – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: yuran-49@yandex.ru).

Bazhenov Vladimir Arkadievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: bazhenov@izhgsha.ru).

Baturin Andrey Ivanovich – Assistant at the Department of Automated Electric Drive, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: baturin.ru@mail.ru).

УДК 631.372-19.001.5

Е.А. Максимов

НТПП-ЗАО «Интрай»

г. Челябинск

ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ТРАКТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Определены внутренние и внешние условия, влияющие на надёжность работы тракторов. Представлена динамика изменения количества отказов тракторов серии МТЗ-80 в зависимости от наработки при техобслуживании (ТО) квалифицированными рабочими и в реальных условиях эксплуатации. В процессе исследований (130 тракторов) были выявлены следующие факторы, влияющие на надёжность: несоблюдение времени обкатки, использование масел, не соответствующих инструкции по техническому обслуживанию и правилам эксплуатации, несоблюдение сроков между ТО, указанных в инструкции по техническому обслуживанию, разбор узлов и механизмов, требующих ремонта, без специального инструмента; эксплуатация тракторов с перегрузкой.

Показано, что наиболее существенными факторами, влияющими на надёжность, являются: эксплуатация тракторов с перегрузкой, несоблюдение сроков между ТО, использование масел, не соответствующих инструкции. Исследование по распределению отказов тракторов МТЗ-80 в зависимости от наработки показывает, что в начальный период эксплуатации при 1000 м.ч. работы наблюдается минимальная величина наработки на отказ. При наработке 5000 м.ч. наблюдается максимальная величина наработки на отказ.

Ключевые слова: внутренние и внешние условия эксплуатации, надёжность работы тракторов, распределение отказов тракторов, наработка на отказ

Актуальность. Анализ условий, оказывающих влияние на надёжность работы тракторов показывает, что непосредственно при обслуживании и ремонте необходимо выполнение правил обкатки, а также соблюдение требований инструкции по техническому обслуживанию и ремонту тракторов. Это обуславливает обязательный учёт влияния допускаемых отклонений параметров и наработки элементов на процесс изменения параметров. Последствия изменения параметров при эксплуатации тракторов наблюдаются в виде отказа или предупредительного восстановления (замены) деталей тракторов, которое носит вероятностный характер. Поэтому каждый элемент трактора имеет вероятность отказа, регулировки и среднего ресурса.

Это, в основном, определяет актуальность исследований в направлении повышения надёжности тракторов при их эксплуатации [1–6]. Кроме того, необходимость оценки влияния условий эксплуатации на надёжность трактора и эффективность его работы рассмотрена в работах [7–10].

Целью работы является анализ распределения отказов тракторов в зависимости от условий эксплуатации.

Трактор, как и другие с/х машины, в процессе эксплуатации находится под воздействием непрерывно изменяющихся как внутренних, так и внешних факторов, определяющих

работоспособность машины, т.е. её способность сохранять заданные технические свойства [8–14].

К внутренним факторам (a) относятся почвенно-климатические условия эксплуатации тракторов (влажность, плотность, структурный и механический состав почвы), а также режим работы трактора (a_2) и другие (a) факторы (расход топлива).

Внешние факторы (b) определяются в основном условиями эксплуатации тракторов и других с/х машин, в частности выполнением правил обкатки (b_1), заправки маслами (b_2), соблюдением требований инструкции по техническому обслуживанию (b_3), ремонту (b_4) тракторов, а также выполнением прочих правил (b) технической эксплуатации.

Методы исследования. Надёжность трактора, определяемая случайным сочетанием внутренних и внешних факторов, как правило, изменяется в течении времени. Надёжность трактора запишем в виде системы уравнений вида

$$\frac{\partial^2 y_i}{\partial t^2} + a_1 y_i + a_0 y_i = 0, \quad (1)$$

где y_i – выходной параметр, характеризующий надёжность трактора;

a_1, a_0 – коэффициенты, учитывающие влияние внутренних и внешних факторов;

t – время.

Известно, что при эксплуатации трактора внешние факторы изменяются во времени:

$$a_0(t) = a_0 b_i f(t), \quad (2)$$

где $f(t)$ – функция, учитывающая изменения внешнего фактора во времени.

Решение системы уравнений (1) удовлетворяет начальным условиям $\varphi_i(t_0) = \varphi(0)$, называется устойчивым по Ляпунову, которое можно записать в виде

$$|\delta_i(b) - \varphi_i(0)| \leq \varepsilon, \quad (3)$$

где $\varphi_i(0)$, $\delta(b)$ – номинальное и возмущенное значение характеристических чисел Ляпунова; $\varphi_i(t_0) = \varphi(0)$;

ε – заданное допустимое отклонение.

Удовлетворение неравенства (3) означает сохранение устойчивости по Ляпунову. При этом надёжность отождествляется с понятием устойчивости по Ляпунову.

Решение уравнения (1) запишем в виде

$$y = P(t, b) y = [P_0 + bP_1(t)]y, \quad (4)$$

где P – постоянно устойчивая матрица;

$[bP_1(t)]y$ – ограниченная и интегрируемая в каждом конечном промежутке матрица.

Уравнение (4) запишем в виде [15]

$$y = \left(\begin{bmatrix} y_1 & 0 \\ 0 & y_2 \end{bmatrix} + bS \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ f(t) & 0 \end{bmatrix} S^{-1} \right) y, \quad (5)$$

где $S = \text{const}$ – постоянная матрицы, приводящая матрицу к диагональному виду.

Условия надёжности трактора запишем в виде

$$|b| |P_i| \leq \frac{1}{4h}, \quad (6)$$

где h – постоянная.

С учётом значения матрицы допустимое количество внешних факторов для различных условий эксплуатации тракторов определяется по формуле

$$|b| \leq \frac{1}{4h \frac{|f(t)|}{\left| y \left(1 - \frac{y_1}{y_2} \right) \right|} \max \left\{ \left(\frac{y_1}{y_2} \right) + \left(\frac{y_1}{y_2} \right)^2 \right\}} \quad (7)$$

Уравнение (7) общего количества внешних факторов, в частности отклонений от правил эксплуатации и технического обслуживания (ТО) тракторов в реальных условиях эксплуатации, показывают, что при $b \geq 4$ резко ухудшается надёжность работы трактора.

Результаты исследования. Однако, во многих хозяйствах количество внешних факторов значительно больше. К ним можно отнести: неисполнение сроков между ТО, неисполнение требований инструкции по эксплуатации. Ис-

следования проводились в Центральном федеральном округе для тракторов типа МТЗ-80. В процессе исследований (130 тракторов) были выявлены следующие факторы, влияющие на надёжность:

- несоблюдение времени обкатки;
- использование масел, не соответствующих инструкции по техническому обслуживанию и правилам эксплуатации;
- несоблюдение сроков между ТО, указанных в инструкции по техническому обслуживанию;
- разбор узлов и механизмов, требующих ремонта, без специального инструмента;
- эксплуатация тракторов с перегрузкой.

Анализ показал, что наиболее существенными факторами, влияющими на надёжность, являются: эксплуатация тракторов с перегрузкой, несоблюдение сроков между ТО, использование масел, не соответствующих инструкции.

Кроме того, в реальных условиях эксплуатации тракторов условие, обозначенное в уравнении (7), не выполняется.

При оценке надёжности тракторов за основной показатель принята наработка на отказ

$$T_{CP} = \sum_{i=0}^n t_i / n(t), \quad (8)$$

где t_i – время исправной работы i трактора между j и $j - 1$ отказами (м.ч.),

$n(t)$ – число отказов за время t .

Динамика изменения количества отказов тракторов серии МТЗ-80 в зависимости от наработки представлено на рис. 2.

Наработка на отказ тракторов МТЗ-80 в зависимости от условий эксплуатации представлена в таблице 1.

Анализ данных, приведённых в таблице 1, по распределению отказов в зависимости от наработки трактора показывает, что в начальный период эксплуатации при 1000 м. ч. работы наблюдается максимальная величина наработки на отказ, что объясняется в основном проявлением отказов первой группы сложности, устраняемых без разборки механизмов трактора.

При наработке 3000 м. ч. наблюдается минимальная величина наработки на отказ при ТО – квалифицированными рабочими, которая существенно превышает наработку на отказ тракторов при ТО в реальных условиях эксплуатации.

Анализ показателя наработки на отказ тракторов необходимо проводить по группам сложности, так как это позволяет выявить отказы, при сборке непосредственно на предпри-

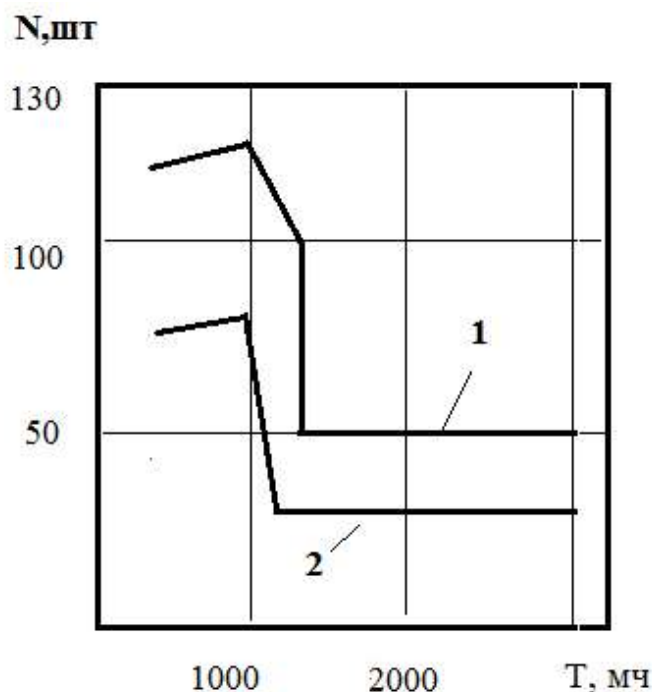


Рисунок 2 – Динамика изменения количества отказов тракторов серии МТЗ-80 в зависимости от наработки при техобслуживании (ТО) квалифицированными рабочими (1), в реальных условиях эксплуатации (2): N – количество тракторов

Таблица 1 – Нарботка на отказ тракторов МТЗ-80 в зависимости от условий эксплуатации

| Нарботка на отказ, м. ч. | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|-------|------|------|------|
| Условия эксплуатации | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 |
| ТО – квалифицированными рабочими | 12,3 | 31,3 | 132,4 | 183 | 227 | 220 |
| ТО – в реальных условиях | 8,46 | 21,2 | 78 | 110 | 130 | 103 |

ятии-изготовителе, производителе комплектующих, непосредственно в хозяйстве, эксплуатирующим тракторы, на сервисных предприятиях, выполняющих ремонтные работы и техобслуживание (ТО).

К первой группе сложности могут быть отнесены отказы, устраняемые ремонтом и заменой деталей, которые находятся за пределами сложных узлов и механизмов, а также отказы, устранение которых требует внеочередного проведения работ, предусмотренных техническим обслуживанием (ТО-1) и (ТО-2).

К второй группе сложности могут быть отнесены отказы, устраняемые ремонтом и заменой узлов и механизмов, а также отказы, устранение которых требует раскрытие корпусов меха-

низмов или внеочередного проведения работ, предусмотренных (ТО-3).

К третьей группе сложности могут быть отнесены отказы, на устранение которых необходима разборка основных механизмов (коробка передач, трансмиссия, двигатель).

Анализ показателя наработки на отказ тракторов необходимо проводить по группам сложности, так как это позволяет выявить причины, приводящие к наработке на отказ: на предприятии-изготовителе; на предприятии, производящем комплектующие узлы и агрегаты; в хозяйствах и с/х предприятиях, на сервисном предприятии.

Для предприятия-изготовителя выявить: недостатки сборки, провести сравнение ком-

плектующих, поступающих от предприятий-смежников и предприятий, производящих комплектующие узлы.

Для предприятий, производящих комплектующие узлы и агрегаты, выявить: недостатки сборки собственных узлов (например, колёс), недостатки материалов (механических свойств металла, резинотехнических изделий), поступающих от металлургических комбинатов и заводов, заводов резинотехнических изделий (РТИ).

Для хозяйств и с/х предприятий, непосредственно эксплуатирующих тракторы, выявить:

почвенно-климатические условия, квалификацию работников, квалификацию работников сервисных организаций.

Для сервисных предприятий, выполняющих ремонтные работы и техобслуживание (ТО), выявить: качество масел, качество запасных частей, квалификацию работников.

Рассмотрим распределение отказов по группам сложности трактора МТЗ-80.

Наработка на отказ трактора МТЗ-80 в зависимости от условий эксплуатации представлена в таблице 2.

Таблица 2 – **Наработка на отказ по группам сложности трактор МТЗ-80 (средние показатели)**

| Наименование показателя | Значение |
|--|----------|
| Средняя наработка одной машины, мч | 2460,7 |
| Общее количество отказов, в т. ч. | 597 |
| I группа сложности | 87 |
| II группа сложности | 504 |
| III группа сложности | 6 |
| Среднее количество отказов одной машины, в т. ч. | 19,9 |
| I группа сложности | 2,9 |
| II группа сложности | 16,8 |
| III группа сложности | 0,2 |

Анализ данных, приведённых в таблице 2, показал, что для тракторов МТЗ-80 отказ по причине I группы сложности составил 87 случаев, II группы сложности – 504 случая, III группы сложности – 6 случаев. Для одной машины отказ по причине I группы сложности составил 19,9 случая, II группы сложности – 16,8 случая, III группы сложности – 0,2 случая.

Показатели наработки на отказ узлов и агрегатов трактора МТЗ-80 при средней наработке 2460,7 м. ч. представлены в таблице 3.

В соответствии с данными, приведёнными в табл. 3, к I группе сложности относятся: система топливоподачи, система питания воздуха, система водяного охлаждения, водяной и масляный радиатор, облицовка, сцепление, передний мост, генератор, аккумулятор.

В соответствии с данными, приведёнными в табл. 3, к II и III группам сложности относят-

ся: двигатель, блок цилиндров в сборе, головка блока цилиндров, система выпуска, система водяного охлаждения, система выпуска, сцепление, ведущий мост, вал отбора мощности, ходовая система, шины, рабочие тормоза, электрооборудование, стартер, приборы, датчики, свечи накала.

К наиболее неблагоприятным случаям отказа относятся: передний мост (51 случай отказа), сцепление (50 случаев отказа), шины (31 случай отказа), аккумулятор (30 случаев отказа), система водяного охлаждения (28 случаев отказа) и др.

Выводы

1. Определены внутренние и внешние факторы, влияющие на надёжность работы тракторов.

2. Представлена динамика изменения количества отказов тракторов серии МТЗ-80 в зависимости от наработки при техобслуживании (ТО) квалифицированными рабочими и в реальных условиях эксплуатации.

Таблица 3 – Показатели наработки на отказ узлов и агрегатов трактора МТЗ-80 при средней наработке 2460,7 м. ч.

| Наименование | I группа сложности | II группа сложности | III группа сложности | Всего |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------|
| Двигатель | – | 6 | – | 6 |
| Блок цилиндров в сборе | – | 6 | – | 6 |
| Головка цилиндров | – | 1 | – | 1 |
| Система топливоподачи | 8 | 7 | – | 15 |
| Система питания воздуха | 5 | 3 | – | 8 |
| Система водяного охлаждения | 13 | 15 | – | 28 |
| Водяной радиатор | 1 | – | – | 1 |
| Масляный радиатор | 1 | – | – | 1 |
| Система выпуска | – | 2 | – | 2 |
| Облицовка | 1 | – | – | 1 |
| Сцепление | 6 | 41 | 3 | 50 |
| Ведущий мост | – | 9 | – | 9 |
| Передний мост | 7 | 44 | – | 51 |
| Вал отбора мощности | – | 8 | – | 8 |
| Ходовая система | – | 2 | – | 2 |
| Колеса | – | 1 | – | 1 |
| Шины | – | 31 | – | 31 |
| Рабочие тормоза | – | 5 | – | 5 |
| Электрооборудование | – | 2 | – | 2 |
| Генератор | 1 | 4 | – | 5 |
| Стартер | – | 7 | – | 7 |
| Аккумулятор | 7 | 23 | – | 30 |
| Приборы | – | 4 | – | 4 |
| Датчики | – | 8 | – | 8 |
| Свечи накала | 1 | 12 | – | 13 |

3. Исследование по распределению отказов тракторов МТЗ-80 в зависимости от наработки показывает, что в начальный период эксплуатации при 1000 м. ч. работы наблюдается максимальная величина наработки на отказ. При наработке 3000 м. ч. наблюдается минимальная величина наработка на отказ.

Список литературы

1. Архипов, В.С. Методы оценки надёжности тракторов в условиях рыночной экономики / В.С. Архипов // Тракторы и с.-х. машины. 2001. – № 1. – С. 34–36.
2. Величкин, П.Н. К вопросу об определении оптимального уровня надёжности тракторов / П.Н. Ве-

личкин // Тр. ГОНТИ НАТИ. 1975. Вып. 241. – С. 3–11.

3. Галушко, В.Г. Вероятностно статистические методы на автотранспорте / В.Г. Галушко. – Киев: Вища шк., 1976. – 232 с.

4. Гличев, А.В. Комплексная экономическая оценка надёжности и долговечности изделий / А.В. Гличев, В.П. Панов. – М.: Стандарты, 1970. – 215 с.

5. Горелов, В.Г. Повышение надёжности гусеничных тракторов / В.Г. Горелов, И.Н. Попов, Н.В. Маркина // Тракторы и с.-х. машины. 2003. – № 9. – С. 32–33.

6. ГОСТ 4.40-84. Система показателей качества продукции тракторы сельскохозяйственные. Номенклатура показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 8 с.

7. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 12 с.

8. ГОСТ 18524-85. Тракторы сельскохозяйственные. Сдача тракторов в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 16 с.

9. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.

02. ГОСТ 27310-95. Надёжность в технике. Анализ видов последствий и критичности отказов. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 14 с.

11. Ерохин, Г.Н. Сравнительная оценка надёжности зерноуборочных комбайнов «Дон-1500Б» и «Енисей-950» / Г.Н. Ерохин // Техника и оборудование для села. 2004. – № 6. – С. 32–33.

12. Каплан, В.Р. Технико-экономические обоснования замены капитальных ремонтов тракторов класса 0,6–1,4 на профилактические текущие ремонты / В.Р. Каплан, С.Г. Стопалов, Н.Н. Максимова // Тракторы и с.-х. машины. – 1991. – № 8. – С. 14–18.

13. Классификация отказов сельскохозяйственных тракторов по группам значимости (сложности) / Методические указания. – М.: НАТИ и ГИЦ Минсельхоза РФ, 2004. – 8 с.

14. Конкин, Ю.А. Экономика технического сервиса на предприятиях АПК / Ю.А. Конкин, К.З. Бисултанов, М.Ю. Конкин и др. – М.: Колос, 2005. – 368 с.

15. Малкин, И.Г. Теория устойчивости. – М.: Наука, 1966. – 403 с.

Spisok literatury

1. Arhipov, V.S. Metody ocenki nadyozhnosti traktorov v usloviyah rynochnoj ekonomiki / V.S. Arhipov // Traktory i s.-h. mashiny. 2001. – № 1. – С. 34–36.

2. Velichkin, P.N. K voprosu ob opredelenii optimal'nogo urovnya nadyozhnosti traktorov / P.N. Velichkin // Tr. GONTI NATI. 1975. Vyp. 241. – S. 3–11.

3. Galushko, V.G. Veroyatnostno statisticheskie metody na avtotransporte / V.G. Galushko. – Kiev: Vishcha shk., 1976. – 232 s.

4. Glichev, A.V. Kompleksnaya ekonomicheskaya ocenka nadyozhnosti i dolgovechnosti izdelij / A.V. Glichev, V.P. Panov. – M.: Standarty, 1970. – 215 s.

5. Gorelov, V.G. Povyshenie nadyozhnosti gusenichnyh trakov / V.G. Gorelov, I.N. Popov, N.V. Markina // Traktory i s.-h. mashiny. 2003. – № 9. – S. 32–33.

6. GOST 4.40-84. Sistema pokazatelej kachestva produkcii traktory sel'skohozyajstvennyye. Nomenklatura pokazatelej. – M.: Izd-vo standartov, 1984. – 8 s.

7. GOST 18322-78. Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya. M.: Izd-vo standartov, 1979. – 12 s.

8. GOST 18524-85. Traktory sel'skohozyajstvennyye. Sdacha traktorov v kapital'nyj remont i vypusk iz kapital'nogo remonta. – M.: Izd-vo standartov, 1987. – 16 s.

9. GOST 27.002-89. Nadyozhnost' v tekhnike. Terminy i opredeleniya. – M.: Izd-vo standartov, 1990. – 37 s.

02. GOST 27310-95. Nadyozhnost' v tekhnike. Analiz vidov posledstvij i kritichnosti otkazov. Osnovnye polozheniya. – M.: Izd-vo standartov, 1997. – 14 s.

11. Erohin, G.N. Sravnitel'naya ocenka nadyozhnosti zernouborochnyh kombajnov «Don-1500B» i «Enisej-950» / G.N. Erohin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2004. – № 6. – S. 32–33.

12. Kaplan, V.R. Tekhniko-ekonomicheskie obosnovaniya zameny kapital'nyh remontov traktorov klassa 0,6–1,4 na profilakticheskie tekushchie remonty / V.R. Kaplan, S.G. Stopalov, N.N. Maksimova // Traktory i s.-h. mashiny. – 1991. – № 8. – S. 14–18.

13. Klassifikaciya otkazov sel'skohozyajstvennyh traktorov po gruppam znachimosti (slozhnosti) / Metodicheskie ukazaniya. – M.: NATI i GIC Minsel'hoza RF, 2004. – 8 s.

14. Konkin, YU.A. Ekonomika tekhnicheskogo servisa na predpriyatiyah APK / YU.A. Konkin, K.Z. Bisultanov, M.YU. Konkin i dr. – M.: Kolos, 2005. – 368 s.

15. Malkin I.G. Teoriya ustojchivosti. – M.: Nauka, 1966. – 403 s.

Сведения об авторе:

Максимов Евгений Александрович – начальник отдела, кандидат технических наук, предприятие по обслуживанию и ремонту тракторов НТПП – ЗАО «Интрай» (г. Челябинск, e-mail: maksimov50@mail.ru).

E.A. Maksimov
NTPP-ZAO "Intraj"
Chelyabinsk

DYNAMICS OF TRACTORS' FAILURE DISTRIBUTION DEPENDING ON RUNNING CONDITIONS

Internal and external conditions affecting the tractors' reliability have been determined. The dynamics of the quantity fluctuation for tractors' failures of MTЗ-80 series has been shown, depending on the operating time at technical servicing by qualified technicians, and in actual running conditions. In the course of investigations (130 tractors, the following factors influencing the reliability have been revealed: non-compliance with the running-in time, use of oils that do not match the maintenance manual and servicing regulations, non-observance in-between specified maintenance periods in manuals, analysis of units and mechanisms under repair without the special tools; running overloaded tractors. It is shown that the most essential factors influencing reliability are: running overloaded tractors, failure during in-between technical servicing, use of oils failing to meet the manual requirements. Investigation of a failure distribution for MTЗ-80 tractors depending on running periods shows that at initial running stage, at 1000 m. hrs. the minimum magnitude of time for in-between failures is observed. At an operating time of 5000 m. hrs. the maximum magnitude of time for in-between failures is observed.

Keywords: *internal and external running conditions, reliability of work of tractors, a failure distribution of tractors, failures, in-between failure period.*

Author:

Maksimov Yevgeny Aleksandrovich – Chief of the Department, Candidate of Technical Sciences, Enterprise for Maintenance and Repair of Tractors, NTPP-ZAO "Intraj" (Chelyabinsk, Russian Federation, e-mail: maksimov50@mail.ru).

УДК 631.363.21. (470.51)

В.И. Широбоков, О.С. Фёдоров, А.Г. Ипатов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗМЕЛЬЧЁННОГО ЗЕРНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДРОБИЛОК ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ТИПОВ

Статья посвящена исследованию гранулометрического состава концентрированных кормов, производимых сельскохозяйственными предприятиями Удмуртской Республики. Проведён анализ конструкций дробилок зерна, применяемых в сельском хозяйстве. Представлены зоотехнические требования к гранулометрическому составу концентрированных кормов, для кормления наиболее распространённых групп животных.

Для измельчения зерна в сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики используются молотковые дробилки закрытого и открытого типов. Основным недостатком машин закрытого типа является то, что процесс измельчения и сепарации происходит в одной камере, что приводит к переизмельчению зерна, неточной сепарации, износу рабочих органов, а также повышенному расходу энергии. Анализ гранулометрического состава измельчённого зерна, полученного на дробилках обоих типов, показал, что по всем качественным показателям использование дробилок закрытого типа в технологическом процессе кормозаготовки более эффективно, в частности, улучшается модуль помола, увеличивается равномерность гранулометрического состава, уменьшается число целых зёрен в структуре готового продукта. Однако эксплуатация дробилок открытого типа характеризуется повышенным энергопотреблением (более 25 %) в сравнении с дробилками закрытого типа. Кроме того, использование дробилок закрытого типа приводит к повышенной пылевидной фракции в структуре готового продукта и чрезмерно высокому изнашиванию рабочих органов дробилки. С учётом выполненных исследований в условиях производственного процесса кормозаготовки на предприятиях Удмуртской Республики авторами предложены основные направления по улучшению показателей измельчения зерна при использовании дробилок различного типа – улучшение конструктивных параметров зерновой дробилки открытого типа. Проведённые исследования имеют высокий практический потенциал, поскольку позволяют в значительной степени повлиять на структуру машин используемых на предприятиях нашей республики при кормозаготовке.

Ключевые слова: Дробилка зерна открытого типа, дробилка зерна закрытого типа, ситовый лабораторный классификатор, концентрированные корма, гранулометрический состав.

Актуальность. Для оценки качества измельчения концентрированных кормов используется нормативно-техническая документация (ГОСТ 28098-89. Дробилки кормов молотковые. В общих технических условиях [2] указаны следующие основные показатели: массовая доля остатка на сите с отверстиями диаметром 3 мм, массовая доля целых зёрен, содержание пылевидной фракции. Следует отметить, что чрезмерное измельчение концентрированных кормов до состояния пыли снижает эффективность их использования [4, 5], а вдыхание животным пыли вместе с воздухом может привести к заболеваниям легких у животного. Так, скармливание животным переизмельчённого продукта приводит к снижению приростов до 15 % и отрицательно влияет на процесс пищеварения вследствие проглатывания животными корма без пережевывания [4]. Таким образом, основные требования к измельчителям концентрированных кормов – это обеспечение равномерности помола, минимальное содержание пылевидной фракции и

максимальное соответствие гранулометрического состава требованиям стандартов.

Измельчение концентрированных кормов является сложной и энергоёмкой технологической операцией. Основными машинами, применяемыми для этих целей, являются молотковые дробилки открытого и закрытого типов различных конструкций. В дробилках закрытого типа (рис. 1) основные технологические операции (измельчение и сепарация) происходят в одной камере.

Конструкция молотковых дробилок закрытого типа такова, что вследствие установленного в камере измельчения сепарирующего решета невозможен своевременный отвод готового продукта. Кроме этого, эффективность ударного разрушения зерна ничтожно мала, так как этому препятствует кольцевой слой измельчаемого зерна, движущийся по поверхности решета со скоростью $V_{СЛ} = (0,4...0,5) V_{К}$, где $V_{К}$ – окружная скорость молотков [6]. Всё это ведёт к переизмельчению зерна, повышенному износу рабочих органов дробилки, а так-

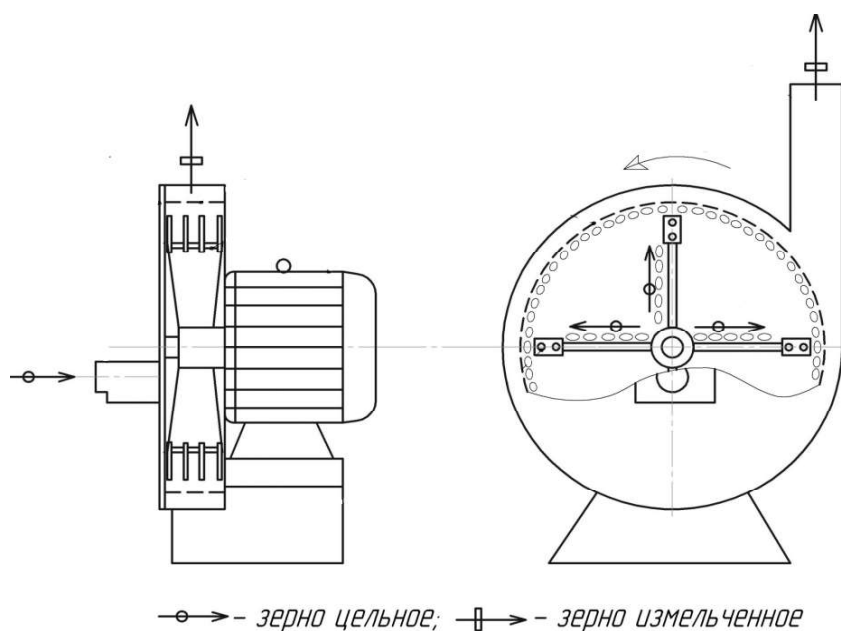


Рисунок 1 – Дробилка закрытого типа

же увеличивает энергозатраты на процесс измельчения.

Ранее проведённые исследования параметров изношенного сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа показали ухудшение качественных показателей готового продукта: увеличение размера отверстия приводит к повышению модуля помола до 19,4 %; деформация из-за износа перемычек между отверстиями решета приводит к увеличению модуля помола на 0,3 мм и

остатка на ситах с диаметром отверстий 3 мм до 5,6 % [7, 9, 10, 11].

В дробилках открытого типа (рис. 2) осуществляется разделение технологических процессов: дробление происходит в камере измельчения, а отделение измельчённого материала – в сепарирующем устройстве. Такой способ организации работы дробилки позволяет значительно повысить качество измельчаемого зерна и увеличить ресурс рабочих органов на 30...40 % [1, 4, 5].

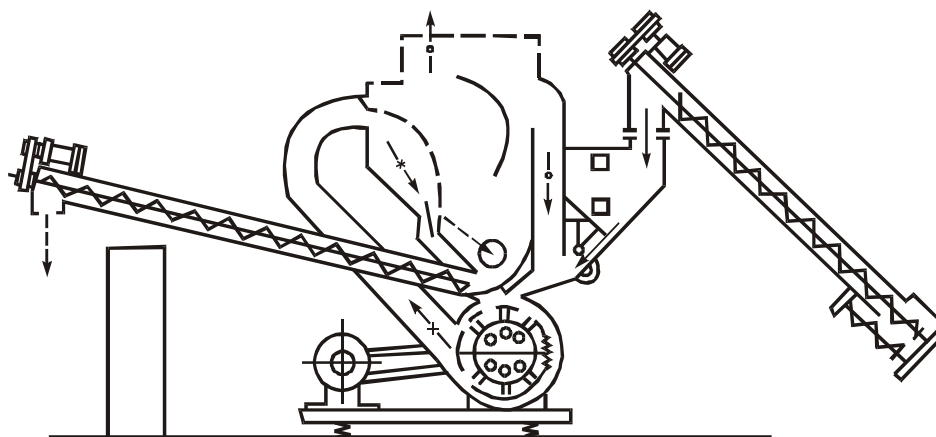


Рисунок 2 – Дробилка открытого типа

Целью работы является анализ качества измельчения зерна в технологии производства продукции животноводства с использованием различных конструкций дробилок, а также модернизированной дробилки открытого типа, разработанной на базе Ижевской ГСХА. Для решения поставленной цели поставлены сле-

дующие **задачи**: 1) методом ситового анализа определить качественные показатели работы дробилок зерна различной конструкции; 2) основываясь на показателях качества готового продукта, установить наиболее эффективное конструктивное решение дробилки, наиболее полно отвечающей требованиям стандарта.

Материалы и методы исследований. Для выяснения эффективности работы дробилок зерна (закрытого и открытого типа), используемых на сельскохозяйственных предприятиях, взяты пробы дроблёного зерна в различных хозяйствах и проведён их ситовый анализ.

Ситовой анализ проводился в следующем порядке:

- отбор проб – 3-кратный;
- рассев проб на ситовом лабораторном классификаторе;
- взвешивание остатка на поддоне классификатора и остатков на ситах с диаметром отверстий 1, 2 и 3 мм на весах с точностью отсчёта 0,01 г;
- взвешивание выявленных целых зёрен на весах с точностью отсчёта 0,01 г;
- просеивание пылевидной фракции через сито с диаметром отверстий 0,25 мм;
- взвешивание пылевидной фракции с точностью отсчёта 0,01 г.

Результаты исследований. Сравнительный анализ результатов оценки качества измельчённого зерна приведён в таблицах 1, 2, 3: P_3 , P_2 , P_1 и P_0 – остатки на ситах с диаметром

отверстий соответственно 3, 2, 1 мм и на поддоне классификатора.

Жирным шрифтом и курсивом в таблицах выделены показатели качества дроблёного зерна, не соответствующие требованиям стандарта и зоотехнической науки. Показатели P_2 , P_1 и P_0 учитываются косвенно при оценке качества дроблёного зерна. Эти показатели нужны для определения модуля помола или средневзвешенного размера измельчённых частиц зерна по известной формуле, который учитывается при оценке качества конечного продукта [3, 9]:

$$M = d_{cp} = (0,5 \times P_0 + 1,5 \times P_1 + 2,5 \times P_2 + 3,5 \times P_3) : 100.$$

Анализ данных, приведённых в таблице 1, показывает, что качество измельчения зерна дробилками закрытого типа ни по одному показателю не отвечает требованиям в полной мере, особенно велико несоответствие содержанию пылевидной фракции и равномерности гранулометрического состава. Имеются хозяйства, в которых качество измельчённого зерна не удовлетворяет ни одному из 5-ти показателей, установленных требованиями стандартов и зоотехнической науки (дробилка закрытого типа).

Таблица 1 – Результаты ситового анализа дроблёного зерна

| № п/п | Показатели | Допустимые значения для молодняка КРС | Значения, полученные из пробы хозяйства на агрегатах | | | | | |
|-------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | | Хозяйство 1 КДМ-2 (Игринский р-н) | Хозяйство 2 ДКР-5М (Завьяловский р-н) | Хозяйство 3 ДБ-5 открытого типа (Вавожский р-н) | Хозяйство 4 АКР-1 (Глазовский р-н) | Хозяйство 5 КДУ-2 (Алнашский р-н) | Дробилка ИжГСХА открытого типа |
| 1. | P_3 , % | не более 10 | 0 | 6,9 | 1,9 | 12,4 | 0,61 | 4,7 |
| 2. | P_2 , % | | 0,75 | 24,85 | 11,5 | 34,4 | 4,16 | |
| 3. | P_1 , % | | 37,9 | 47,08 | 50,4 | 42,0 | 43,69 | |
| 4. | P_0 , % | | 61,35 | 21,17 | 36,2 | 11,2 | 53,461 | |
| 5. | Содержание пыли, % | не более 2,0 | 28,4 | 5,35 | 12,24 | 3,3 | 21,17 | 4,3 |
| 6. | Содержание целых зёрен, % | не более 0,3 для телят до 6 мес. | 0 | 0,99 | 0,18 | 0,78 | 0,04 | 0,17 |
| 7. | Модуль помола, мм | 1,0...1,8 – средний | 0,89 – мелкий | 1,61 | 1,29 | 1,94 – крупный | 1,04 | 1,5...1,6 |
| 8. | Равномерность гранулометрического состава, % | не менее 85 | 61,1 | 47,08 | 50,4 | 42,0 | 43,69 | 76 |

Анализ таблицы 2 показывает, что качественные показатели конечного продукта, получаемого дробилками открытого типа, более отвечают требованиям стандартов в сравнении с дробилками закрытого типа.

Сравнительный анализ (таблица 3) показывает, что наиболее полно отвечает требованиям стандартов дробилка, разработанная в ФГОУ ВО Ижевская ГСХА (таблица 3) [8].

Таблица 2 – Отклонение показателей качества дроблёного зерна от допустимых значений

| № п/п | Показатели | Допустимые значения для молодняка КРС | Значения показателей качества на дробилках типа: | | Отклонение показателей от допустимых значений на дробилках типа: | |
|-------|--|---------------------------------------|--|-------------|--|--------------|
| | | | закрытого | открытого | закрытого | открытого |
| 1. | R_3 , % | не более 10 | 0...12,4 | 1,9...4,7 | + до 1,24 раза | – |
| 2. | Содержание пыли, % | не более 2 | 5,35...28,4 | 4,3...12,4 | + до 14,2 раза | + до 6,2 раз |
| 3. | Содержание целых зёрен, % | не более 0,3 | 0...0,99 | 0,17...0,18 | + в 3,3 раза | – |
| 4. | Модуль помола, мм | 1,0...1,8 | 0,89...1,94 | 1,5...1,6 | - | – |
| 5. | Равномерность гранулометрического состава, % | не менее 85 | 47,08...61,1 | 76 | – в 1,4 раза | – в 1,1 раза |

Таблица 3 – Сравнительный анализ качества готового продукта, полученного при использовании дробилок зерна открытого типа (дробилки ДБ-5 и дробилки ИжГСХА)

| № п/п | Показатели | Значения показателей на дробилках открытого типа: | | Отклонение показателей от допустимых значений на дробилках: |
|-------|--|---|-----------------|---|
| | | ДБ-5 | Дробилка ИжГСХА | |
| 1. | R_3 , % | 1,9 | 4,7 | норма |
| 2. | Содержание пыли, % | 12,24 | 4,3 | лучше в 2,85 раза |
| 3. | Содержание целых зёрен, % | 0,18 | 0,17 | норма |
| 4. | Модуль помола, мм | 1,29 | 1,5...1,6 | норма |
| 5. | Равномерность гранулометрического состава, % | 50,4 | 76 | лучше в 1,5 раза |

Выводы. При измельчении зерна наиболее эффективными являются дробилки открытого типа, качество дробления зерна с использованием дробилок данного типа более полно отвечает требованиям стандартов и зоотехнической науки. Кроме того, по энергетическим показателям дробилки закрытого типа являются более энергоёмкими. Удельный расход энергии на дробление зерна в таких дробилках выше более чем на 25 % в сравнении с дробилками открытого типа. Вследствие своевременного отвода готового продукта, в дробилках открытого типа снижается содержание пылевидной фракции, а также увеличивается ресурс рабочих органов.

Однако при проектировании и изготовлении дробилок открытого типа следует обратить внимание на улучшение показателей качества дроблёного зерна по содержанию пыли и равномерности гранулометрического состава.

Список литературы

1. Бастрогов, А.Г. Обоснование пропускной способности циклона-сепаратора для дробилок зерна / А.Г. Бастрогов, П.В. Дородов, О.С. Фёдоров, В.И. Ширококов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (49). – С. 44–51.

2. ГОСТ 28098-89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 2 с.

3. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

4. Сысуев, В.А. Кормоприготовительные машины. В 2 т. Т. 1. Теория, разработка, эксперимент / В.А. Сысуев, А.В. Алешкин, П.А. Савиных. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. – 640 с.

5. Фёдоров, О.С. Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки путём совершенствования способа сепарации: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Олег Сергеевич Фёдоров; Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2010. – 136 с.

6. Ширококов, В.И. О необходимости модернизации всасывающе-нагнетательных дробилок зерна / В.И. Ширококов, Р.С. Байтуков, Е.В. Байтукова, А.Г. Бастрогов, Н.С. Панченко // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 4 (34). – С. 103–106.

7. Ширококов, В.И. Исследование параметров изношенного сепарирующего решета / В.И. Ширококов, А.Г. Ипатов, Л.Я. Новикова, С.Н. Шмыков // Вестник ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – 2017. – № 3 (52). – С. 62–70.

8. Пат. №151368 Российская Федерация, МПК В02С 13/00(2006.01), Модернизированная дробилка для зерна / В.И. Ширококов, В.А. Жигалов, О.С. Фёдоров, Ю.А. Ясафов, А.Г. Бастрогов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА –

№ 2014126676/13; заявл.01.07.14; опубл. 10.04.2015, бюл. № 10. – 2 с.

9. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P. Savinyh, V. Shirobokov, O. Fyodorov, S. Ivanov // Engineering for Rural Development 17. Ser. "17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings". – 2018. – С. 131–136.

10. Ипатов, А.Г. Повышение работоспособности сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа / А.Г. Ипатов, В.И. Ширококов, М.А. Кубалов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55. – № 1. – С. 112–119.

11. Ipatov, A.G., Shmykov, S.N., Deryushev, I.A., Novikova, L.Ya., Sokolov, V.A. Analysis and synthesis of functional coatings by high-speed laser processing of ultrafine powder compositions // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 421–430.

Spisok literatury

1. Bastrigov, A.G. Obosnovanie propusknoy sposobnosti ciklona-separatora dlya drobilok zerna / A.G. Bastrigov, P.V. Dorodov, O.S. Fyodorov, V.I. SHirobokov // Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii. – 2016. – № 4 (49). – С. 44–51.

2. GOST 28098-89. Drobilki kormov molotkovye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. – М.: Izd-vo standartov, 1989. – 2 s.

3. Mel'nikov, S.V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskih ferm / S.V. Mel'nikov. – L.: Kolos, 1978. – 560 s.

4. Sysuev, V.A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. V 2 t. T. 1. Teoriya, razrabotka, eksperiment / V.A. Sysuev, A.V. Aleshkin, P.A. Savinyh. – Kirov: Zonal'nyj NIISKH Severo-Vostoka, 2008. – 640 s.

5. Fyodorov, O.S. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya molotkovej drobilki putyom sovershenstvovaniya sposoba separatsii: dis. ...kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Oleg Sergeevich Fedorov; Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2010. – 136 s.

6. SHirobokov, V.I. O neobходимosti modernizatsii vsasyvayushche-nagnetatel'nyh drobilok zerna / V.I. SHirobokov, R.S. Bajtukov, E.V. Bajtukova, A.G. Bastrigov, N.S. Panchenko // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2014. – № 4 (34). – С. 103–106.

7. SHirobokov, V.I. Issledovanie parametrov iznoshennogo separiruyushchego resheta / V.I. SHirobokov, A.G. Ipatov, L.Ya. Novikova, S.N. SHmykov // Vestnik FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – 2017. – № 3 (52). – С. 62–70.

8. Pat. №151368 Rossijskaya Federatsiya, MPK V02S 13/00(2006.01), Modernizirovannaya drobilka dlya zerna / V.I. SHirobokov, V.A. ZHigalov, O.S. Fyodorov, YU.A. YAsafov, A.G. Bastrigov; zayavitel' i patentobladatel' FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA – № 2014126676/13; заявл.01.07.14; опубл. 10.04.2015, бюл. № 10. – 2 s.

9. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product / P. Savinyh, V. Shirobokov, O. Fedorov, S. Ivanov // Engineering for Rural Development 17. Ser. "17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings". – 2018. – С. 131–136.

10. Ipatov, A.G. Povyshenie rabotosposobnosti separiruyushchego resheta drobilki zerna zakrytogo tipa / A.G. Ipatov, V.I. SHirobokov, M.A. Kubalov // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. – 2018. – Т. 55. – № 1. – С. 112–119.

11. Ipatov, A.G., Shmykov, S.N., Deryushev, I.A., Novikova, L.Ya., Sokolov, V.A. Analysis and synthesis of functional coatings by high-speed laser processing of ultrafine powder compositions // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 421–430.

Сведения об авторах:

Ширококов Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: vlh150l@yandex.ru).

Фёдоров Олег Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9).

Ипатов Алексей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: lpatow.al@yandex.ru).

V.I. Shirobokov, O.S. Fyodorov, A.G. Ipatov
Izhevsk State Agricultural Academy

ANALYSIS OF CRUSHED GRAIN QUALITY WHEN USING CRUSHERS OF OPEN AND CLOSED TYPES

The article is devoted to the study of granulometric composition of concentrated feed produced by agricultural enterprises in the Udmurt Republic. The analysis of the design of a grain crusher used in agriculture. Zootechnical requirements are presented for the granulometric composition of concentrated feed for feeding the most common groups of animals.

To grind grain at the agricultural enterprises in the Udmurt Republic, hammer crushers of the closed and open types are used. The main disadvantage of closed-type machines is that the grinding and separation processes take place in one the same chamber, that leads to grain overgrinding, inaccurate separation, wear of running units, as well as to increased energy consumption. Analysis of the particle size distribution of the crushed grain obtained on the crushers of both types shows that in all qualitative indicators the use of closed type crushers in the feed preparation process is more efficient, in particular, the grinding module improves, the uniformity of particle size increases, the amount of whole grains in the output structure decreases. However, the operation of closed-type crushers is characterized by increased energy consumption (over 25%), in comparison with closed-type crushers. In addition, the use of closed-type crushers leads to an increased dust-like fraction in the structure of the finished product and excessive wear of the crusher's running units. Taking into account the research carried out, under the conditions of the production process of forage preparation at the enterprises in the Udmurt Republic, the authors proposed the main directions for improving the grain crushing indicators when using crushers of various types: 1) improving the design parameters of a closed type grain crusher; 2) increasing the resource of the working units of the crusher of the closed type. The conducted studies have a high practical potential, since they make it possible to significantly influence the structure of the machines used at the enterprises of the republic during fodder procurement.

Key words: *open-type grain crusher, closed-type grain crusher, sieve laboratory classifier, concentrated feed, granulometric composition.*

Authors:

Shirobokov Vladimir Ivanovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Operation and Repair of Machines, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: vlh1501@yandex.ru).

Fyodorov Oleg Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Operation and Repair of Machines, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069).

Ipatov Aleksey Gennadievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Operation and Repair of Machines, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: Ipatow.al@yandex.ru).

ЭТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ КАЖДЫЙ!

Персональные данные представляют собой информацию о конкретном человеке. Это те данные, которые позволяют узнать человека в толпе, идентифицировать и определить как конкретную личность. Таких идентифицирующих данных огромное множество, к ним относятся: фамилия, имя, отчество, дата рождения, место рождения, место жительства, номер телефона, адрес электронной почты, фотография, возраст и пр.

Так, если мы кому-то сообщим свои фамилию, имя, отчество и адрес места жительства, то нас вполне можно будет опознать как конкретное лицо. Но если мы исключим из этого набора данных фамилию или адрес места жительства, то понять, о каком человеке идет речь, будет невозможно. Получается, что персональные данные – это не просто ваши фамилия или имя, персональные данные – это набор данных, их совокупность, которые позволяют идентифицировать вас.

В целом можно сказать, что персональные данные – это совокупность данных, которые необходимы и достаточны для идентификации какого-то человека.

Развитие коммуникационных технологий изменило нашу жизнь. Обычные процессы отношений между людьми с помощью Интернета приобретают в цифровом мире новые особенности. Скорость распространения информации в сети Интернет уже через мгновение позволяет делиться своими жизненными новостями, фотографиями и общаться с множеством людей.

Доступ к размещаемой вами информации может быть ограничен только кругом вашего общения или быть доступным неограниченному кругу лиц. Однако оборот личной информации в сети может приводить к проблемам, когда незнакомцы, прохожие или даже друзья используют информацию безответственно и без

учёта права на неприкосновенность частной жизни.

Существует много каналов, по которым наши персональные данные попадают в интернет. Что-то выкладываем мы сами, что-то пишут о нас наши друзья и знакомые, определённую информацию собирают приложения и онлайн-ресурсы. Все наши «цифровые следы» хранятся в наших компьютерах и смартфонах. Если вы хотите сохранить определенный уровень конфиденциальности и хорошую репутацию в сети, эти «следы» необходимо контролировать. Важно знать, что они хранятся и на серверах разработчиков приложений и онлайн-ресурсов и удалить их оттуда практически невозможно.

Персональные данные, размещённые в сети Интернет самим субъектом персональных данных, становятся общедоступными, и доступ к ним получает неограниченный круг лиц. Причём в пользовательских соглашениях многих социальных сетей изначально поставлено условие согласия пользователей на общедоступность и согласие на право пользования ими третьими лицами. Поэтому, регистрируясь в социальных сетях, необходимо внимательно читать условия регистрации и правила пользования сайтом.

В Интернете нет кнопки «Удалить», чтобы удалить информацию, размещённую в Интернете. Вы можете пожалеть о размещении личной информации в сети Интернет, потом, удалив её в течение часа, крайне удивиться, что эта личная информация уже прочитана десятками или сотнями людей и столько же людей перенаправили её по разным адресам.

Поэтому всегда надо крайне внимательно относиться к той информации, которую вы выкладываете в сеть, а также к тому, что вы делаете в Интернете, какие ресурсы посещаете, какие файлы скачиваете, какие поисковые запросы делаете.

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. К публикации принимаются соответствующие основным научным направлениям журнала статьи, содержащие новые, ранее не опубликованные результаты научных исследований, разработки, готовые к практическому применению, а также материалы, представляющие познавательный интерес.

2. Автор предоставляет редакции журнала «Вестник Ижевской ГСХА» неисключительные права на статью для её опубликования. Шаблон лицензионного договора размещён на странице журнала в сети Интернет (<http://izhgsha.ru>).

3. Рукопись статьи представляется непосредственно в редакцию журнала или присылается по почте (в т. ч. электронной) в виде компьютерной распечатки с приложением носителя (диск CD-R или CD-RW, USB-носитель) с записанным текстом (в формате Microsoft Word 2003 с расширением файла *.rtf или *.doc) и иллюстрационным материалом.

Статья должна содержать следующие структурные элементы: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования (желательно наличие иллюстративного материала: таблицы, рисунки), выводы.

4. Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman. Размер шрифта 14 (для основного текста), 12 – для дополнительного текста (текста таблиц, списка литературы и т. п.). Междустрочный интервал для текста одинарный; режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Формат бумаги А4 (210x297 мм). Поля: сверху, снизу, слева – 2,0 см, справа – 2,5. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 или 1,5 см). Номера страниц ставятся внизу и посередине.

5. Таблицы должны быть созданы в Microsoft Word. Шрифт шапки таблицы – 11 (жирн.), текста таблицы – 12. Междустрочный интервал для таблиц одинарный. Ширина таблицы должна совпадать с границами основного текста, горизонтальные таблицы необходимо поместить в отдельные файлы.

6. Рисунки допускаются только чёрно-белые, штриховые, без полутонов и заливки. В рисунках необходимо предусмотреть 1,5-кратное уменьшение. Ширина рисунков – не более ширины основного текста. Дополнительно рисунки предоставляются в отдельных файлах в одном из следующих форматов: *.jpeg, *.eps, *.tiff.

7. Все математические формулы должны быть тщательно выверены. Электронная версия представлена в формате Microsoft Equation 3.1.

8. Объём рукописи должен быть от 8-ми до 14-ти стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки.

9. Сведения об авторе должны содержать: фамилию, имя, отчество, учёную степень, учёное звание, должность, полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языках); e-mail для каждого автора, корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

10. Название статьи приводится на русском и английском языках.

11. Аннотация приводится на русском и английском языках и повторяет структуру статьи: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования, выводы. Аннотация должна содержать не менее 200 слов.

12. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой. Ключевые слова приводятся на русском и английском языках.

13. Статья должна быть подписана всеми авторами.

14. Пристатейный список литературы должен оформляться по ГОСТ 7.1–2003. В тексте статьи ссылки на литературу оформляются в виде номера в квадратных скобках на каждый источник. В список литературы желательно включать статьи из периодических источников: научных журналов, материалов конференций, сборников научных трудов и т. п., нельзя ссылаться на неопубликованные работы. Источники (не менее 7) в списке литературы размещаются строго в алфавитном порядке. Сначала приводятся работы авторов на русском языке, затем на других языках. Все работы одного автора необходимо указывать по возрастанию годов издания. Авторы несут ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном списке литературы, а также за точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных. Пристатейный список литературы приводится на русском языке.

15. Статьи, оформленные с нарушением требований, рассматриваться и публиковаться не будут.

16. К статье прилагается рецензия (внешняя), составленная доктором наук по направлению исследований автора (формат jpg). Рецензия должна содержать: полное название статьи; должность автора статьи; его фамилию, имя, отчество; краткое описание проблемы, которой посвящена статья; степень актуальности предоставляемой статьи; наиболее важные аспекты, раскрытые автором в статье; рекомендацию к публикации; сведения о рецензенте (учёная степень, учёное звание, должность, место работы, фамилия, имя отчество, подпись, гербовая печать). Рецензирование всех научных статей обеспечивается редакцией. Рецензирование проводят члены редакционной коллегии или приглашенные редакцией рецензенты.