

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

В Е С Т Н И К КрасГАУ

Выпуск 10

Красноярск 2015

Редакционный совет

Н.И. Пыжикова – д-р экон. наук, проф. – *гл. научный редактор*
А.С. Донченко – д-р вет. наук, акад. РАН – *зам. гл. научного редактора*
Н.В. Донкова – д-р вет. наук, проф. – *зам. гл. научного редактора*
Я.А. Кунгс – канд. техн. наук, проф.
Г.Т. Мейрман – д-р с.-х. наук, проф. Казахского НИИ земледелия и растениеводства (Республика Казахстан)
Н.А. Сурин – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН

Редакционная коллегия

А.Н. Антамошкин, д-р техн. наук, проф.
С.С. Бакшеева, д-р биол. наук, доц.
Г.С. Вараксин, д-р с.-х. наук, проф.
Н.Г. Ведров, д-р с.-х. наук, проф.
Н.А. Величко, д-р техн. наук, проф.
Г.А. Демиденко, д-р биол. наук, проф.
Т.Ф. Лефлер, д-р с.-х. наук, проф.
А.Е. Луценко, д-р с.-х. наук, проф.
В.В. Матюшев, д-р техн. наук, проф.
Н.И. Селиванов, д-р техн. наук, проф.
А.Н. Халипский, д-р с.-х. наук, проф.
Н.И. Чепелев, д-р техн. наук, проф.
В.В. Чупрова, д-р биол. наук, проф.

Журнал «Вестник КрасГАУ» включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Адрес редакции: 660017, г. Красноярск,
ул. Ленина, 117
тел. 8-(3912)-65-01-93
E-mail: rio@kgau.ru

Редактор *Т.М. Матрич*
Компьютерная верстка *А.А. Грудинин*

Подписано в печать 7.10.2015 Формат 60x84/8
Тираж 250 экз. Заказ № 437
Усл. п.л. 27,0

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»
Издается с 2002 г.
Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 10 (109).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.
ISSN 1819-4036

© Красноярский государственный
аграрный университет, 2015



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 630*114.351

А.В. Климченко, И.Н. Безкоровайная,
И.В. Борисова, О.М. Шабалина

ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА В ФИТОДЕТРИТЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ В СРЕДНЕТАЁЖНЫХ ЛЕСАХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ПОДКАМЕННАЯ ТУНГУСКА

В статье дана количественная оценка депонирования углерода в основных блоках напочвенного фитодетрита преобладающих групп типов леса. Исследования проведены в зоне прерывистого распространения многолетней мерзлоты в Байkitском лесорастительном округе горных среднетаёжных лесов. Анализ полученных данных показал, что перестойное темнохвойное насаждение содержит углерода в напочвенном фитодетрите в 1,6 раза и в крупных древесных остатках в 4,5 раза больше, чем светлохвойное насаждение того же возраста.

Ключевые слова: фитодетрит, подстилка, крупные древесные остатки, лиственничники, темнохвойные насаждения.

A.V. Klimchenko, I.N. Bezkorovaynaya,
I.V. Borisova, O.M. Shabalina

THE CARBON DEPOSIT IN THE PHYTODETRITUS ON THE SOIL SURFACE IN THE MIDDLE-TAIGA FORESTS IN THE MIDDLE REACHES OF THE PODKAMENNAYA TUNGUSKA RIVER

The quantitative assessment of the carbon deposit in the basic blocks of the surface ground phytodetritus of the prevailing forest type groups is given in the article. The research is conducted in the zone of the discontinuous permafrost distribution of the Baikit forest district of the mountain middle-taiga forests. The analysis of the received data showed that over-mature dark-coniferous plantation contains carbon in the soil phytodetritus by 1,6 times and in the big woody debris by 4,5 times larger than the light-coniferous plantation of the same age.

Key words: phytodetritus, underlayer, big woody debris, larch forests, dark-coniferous plantations.

Введение. Углерод в лесных экосистемах аккумулируется в фитомассе растений, мортмассе и почве. Напочвенный фитодетрит представляет собой комплекс фракций отмерших компонентов растений. Особой фракцией мортмассы являются крупные древесные остатки, которые характеризуются относительно сложной доступностью для заселения редуцентами, высокой концентрацией массы на единицу объема и малой удельной поверхностью контакта с окружающей средой. В зависимости от экологических условий и лесообразующей породы время пребывания углерода в подстилке по подгоризонтам сверху вниз может составлять от 1 года до 700 лет, а для КДО от 100 до 500 лет [3]. В накоплении углерода в бореальных лесах в зоне распространения многолетней мерзлоты крупные древесные остатки (КДО) играют особую роль в связи с медленной и сезонно-подавленной деструкцией органического вещества, сдерживающей возврат углерода в атмосферу

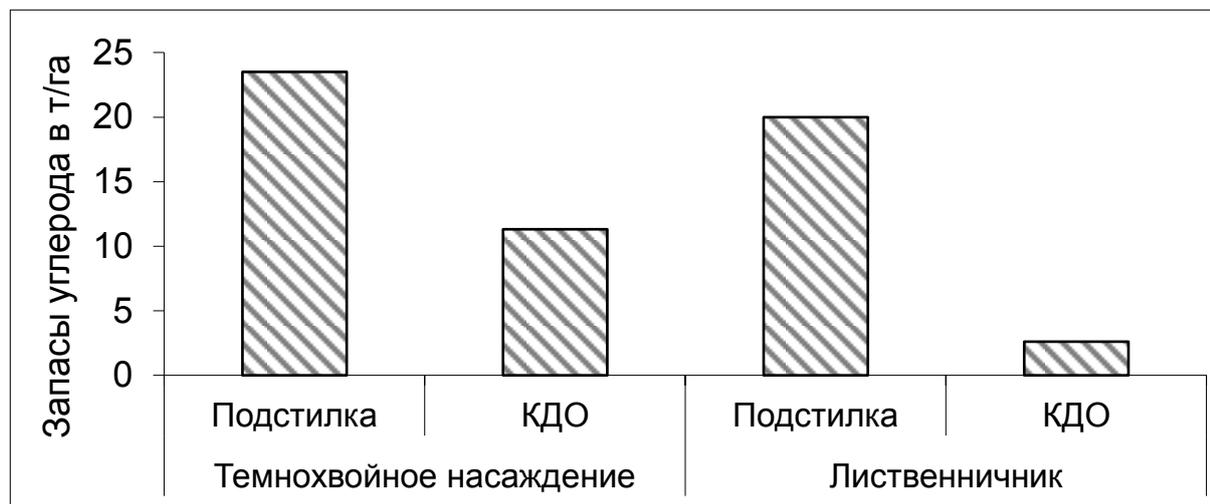
[5, 6]. На завершающих стадиях разложения стволы деревьев, которые утратили первоначальную форму и плотность, относятся к фракции ферментации лесной подстилки.

Данных по запасам углерода в подстилке и КДО в лесах с малой хозяйственной вовлечённостью, которые в основном выполняют средообразующие и средостабилизирующие функции, явно недостаточно, что предопределяет актуальность исследований по данной проблеме в бореальной зоне.

Цель работы. Оценка запасов углерода в подстилке и крупных древесных остатках – валеже и пнях в преобладающих группах типов леса средней тайги в зоне прерывистого распространения многолетней мерзлоты Средней Сибири.

Исследования проводились в Байkitском лесорастительном округе горных среднетаёжных лесов [1] в среднем течении р. Подкаменная Тунгуска. Преобладающими по площади насаждениями являются лиственничные (55%) и темнохвойные (31%) разновозрастные леса, которые в большей степени представлены спелыми и перестойными сообществами. В данной работе изучение запасов углерода в наземном фитодетрите проводилось в 200-летнем елово-кедровом насаждении зеленомошной группы типов леса и в 200-летнем лиственничнике кустарничково-зеленомошном.

Общий запас углерода, аккумулированного в фитодетрите перестойного темнохвойного насаждения на поверхности почвы, составляет $34,8 \text{ т С га}^{-1}$ и в крупных древесных остатках $11,3 \text{ т С га}^{-1}$ (рис.), при этом на пни приходится около трети запаса КДО. В общей структуре углерода напочвенного фитодетрита 32 % приходится на КДО. Согласно среднему диаметру КДО в 15 см, при среднем диаметре живого древостоя в 21 см отпад деревьев произошел в результате естественной конкуренции в процессе развития сукцессии после сильного пожара.



Депонирование углерода в наземном фитодетрите в темнохвойных и лиственничных насаждениях

Лиственничник подвергался неоднократным низко- и среднеинтенсивным воздействиям низовых пожаров [4], которые не привели к гибели большинства доминантов древесного яруса, что установлено по наличию пожарных подсушин у многих перестойных живых деревьев и отсутствию огневых повреждений у небольшого количества древостоя. В результате дендрохронологического анализа пожарных подсушин живых деревьев установлено, что наиболее сильному воздействию огня лиственничник подвергся около 130 лет назад.

В лиственничнике запас углерода КДО составил около $2,5 \text{ т С га}^{-1}$, при этом 78 % составляют крупные ветви лиственницы. Преобладание в составе КДО ветвей, а не отпавших стволов, связано с высокой устойчивостью лиственницы к пожарам, воздействию которых подвергался исследованный древостой, что привело к выгоранию крупных древесных остатков в результате неоднократного воздействия огня. Доля крупного древесного детрита в составе всего углерода напочвенного мертвого органического вещества лиственничника составляет всего около 11%.

Темнохвойные и лиственничные насаждения содержат близкие количества углерода, приходящегося на подстилку, запасы которого составляют соответственно 20 и 23 т С га^{-1} .

Средняя величина запасов углерода крупного наземного фитодетрита, полученная в данной работе для перестойных насаждений, составляет около 7 т С га⁻¹, что хорошо согласуется со средними запасами, полученными в результате модельной оценки запасов углерода КДО по возрастным группам лесов России, равными 9,1 т С га⁻¹ [2].

Выводы. Таким образом, перестойное темнохвойное насаждение содержит углерода в напочвенном фитодетрите в 1,6 раза и в крупных древесных остатках в 4,5 раза больше, чем светлохвойное насаждение того же возраста. Большие различия в количестве углерода, приходящегося на КДО изученных насаждений, связаны с наиболее высокой частотой пожаров в лиственных экосистемах. При отсутствии сильных высокоинтенсивных лесных пожаров, возникающих в экстремально засушливые годы, в елово-кедровой экосистеме в подстилке накапливается количество углерода, сопоставимое с углеродом, находящимся во всём надземном фитодетрите лиственничника.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №142400113.

Литература

1. Лесные экосистемы Енисейского меридиана / Ф.И. Плешиков, Е.А. Ваганов, Э.Ф. Ведрова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 356 с.
2. Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учётом влияния пожаров и рубок // Лесоведение. – 2009. – № 4. – С. 3–15.
3. Уткин А.И. Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 3–20.
4. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаёжных сосняков Сибири / Г.А. Иванова, С.Г. Конрад, Д.Д. Макрае [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2014. – 232 с.
5. Заварзин Г.А. Круговорот углерода на территории России. – М., 1999. – 325 с.
6. Леса России как резервуар органического углерода биосферы / А.И. Уткин [и др.] // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 8–23.



УДК 574.21

Г.А. Демиденко, В.В. Шуранов

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФУЗОРИЙ *PARAMECIUM CAUDATUM*

*В статье рассмотрены вопросы токсичности кормов (зерновой смеси, комбикормов и травяной муки) методом биотестирования, применяя инфузорию *Paramecium caudatum* как тест-организмы.*

Ключевые слова: токсичность, корма (зерновая смесь, комбикорм и травяная мука), биотестирование, тест-организм, инфузорию *Paramecium caudatum*.

G.A. Demidenko, V.V. Shuranov

THE ASSESSMENT OF THE FORAGE TOXICITY USING THE *PARAMECIUM CAUDATUM* CILIATES

*The issues of the forage toxicity (grain mix, mixed fodder and grass meal) by the bio-testing method using the *Paramecium caudatum* ciliates as the test organisms are considered in the article.*

Key words: toxicity, forage (grain mix, mixed fodder and grass meal), bio-testing, test-organism, *Paramecium caudatum* ciliates.

Введение. Качество кормов является основой для жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. В состав кормов вводятся различные добавки: консерванты, белковые и витаминные концентраты, аминокислоты и т.д. Кроме того, корма могут быть загрязнены различными ток-

сическими веществами. Применение органических и минеральных удобрений, пестицидов, техногенное загрязнение тяжелыми металлами, поражение кормов микотоксинами и многими другими элементами при превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) оказывают губительные действия на организмы и требуют постоянного контроля за их количественным содержанием. В связи с этим большое значение приобретает оценка их качества на токсичность [3, 5, 10].

Цель исследования. Оценка токсичности кормов (зерновой смеси, комбикормов и травяной муки) методом биотестирования с применением инфузорий *Paramecium caudatum* как тест-организмов.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются виды кормов: зерновая смесь, комбикорма и травяная мука.

Травяная мука. Измельченная зеленая трава, высушенная на высокотемпературных сушильных агрегатах. В 1 кг готового корма содержится 0,6–0,7 кормовых единиц, 100–120 г переваримого протеина (по этому признаку травяная мука, особенно из бобовых, может быть отнесена к белковому концентрату) и 230–280 мг каротина.

Зерновая смесь. Зерна злаковых и бобовых растений, производимых для кормовых и пищевых целей. Высококонцентрированные продукты с высоким содержанием легкопереваримых питательных веществ, как безазотистых (злаковые), так и азотистых (бобовые), или тех и других (масличные).

Комбикорм. Кормовые смеси промышленного приготовления, состоящие из многих компонентов, подобранных на основе рационального питания.

Пробы кормов отбирались в соответствии с требованиями ГОСТ-13586.83 с поступлением новой партии. Отобрано 15 проб концентрированных кормов. Определение каждой пробы проводилось в пяти повторностях (пять микроаквариумов).

Основной метод исследования – экологический мониторинг, составной частью которого являются биологические методы, например биотестирование. Этот метод позволяет определять суммарное присутствие всех токсикантов и выявлять не отдельные вредные вещества, а общебиологический эффект их действия. При этом биотесты отличаются относительной простотой, экспрессностью, экономностью и большой численностью индикаторной популяции [1, 4, 7, 8].

Для определения качества кормов использовался метод биотестирования, с применением общепринятой методики «Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности. ГОСТ 13496.7-92». Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсических веществ ацетоном и последующем воздействии водных растворов этих фракций на инфузорию.

Тест-система (ТС) – пространственно ограниченная совокупность биологических элементов – тест-объектов (ТО), способных реагировать на внешнее воздействие среды, в которой они находятся. Тест-организм – это систематическое наименование ТО, вплоть до вида, штамма, клона. В результате целевого воздействия вся тест-система претерпевает деформацию, что проявляется в появлении ряда реакций на различные условия ее функционирования. Эти реакции различаются по чувствительности, скорости проявления, легкости проявления и другим параметрам. Одну или несколько из этих реакций выбирают в качестве тест-реакции (ТР). Тест-реакция – одна из закономерно возникающих ответных реакций тест-системы на воздействие комплекса внешних факторов, выбранной для анализа состояния тест-системы. По степени проявления тест-реакции судят о свойствах исследуемого образца. Определение степени проявления ТР производится по некоторому критерию – тест-критерию (ТК). ТК – это показатель, на основании которого проводят оценку изменения состояния ТС, находящегося под воздействием комплекса внешних факторов. Одной ТР могут соответствовать несколько различных ТК [2].

В качестве тест-объекта используются различные организмы, как растительного, так и животного происхождения, начиная с микроорганизмов и заканчивая высшими организмами [5, 9]. Среди микроорганизмов широкое применение для определения токсичности нашли светящиеся бактерии, цианобактерии, микроскопические грибы (пенициллиум), водоросли (хлорелла и др.), простейшие (инфузории и др.). Из более организованных представителей растительного мира ис-

пользуются водоросли (элодея), злаковые (овес, горох, ячмень и др.). Среди представителей животного мира – дафнии, черви, рыбы, грызуны (крысы, мыши, кролики) и т.д.

Норма реакции у различных групп животных на внешнее воздействие зависит от уровня организации организма. Биотестирование с использованием культур инфузорий имеет ряд преимуществ и успешно применяется [2, 3, 5–7, 10]. У парамеции реакции организма на внешнее воздействие осуществляются на клеточном уровне. Поскольку парамеции, например *Paramecium caudatum*, не имеют хитиновой оболочки, норма реакции на внешние воздействия довольно высока [9]. Кроме того, она удобна для проведения визуального метода, не требует больших экономических затрат при культивировании и обладает высокой чувствительностью [3]. Дж.Кэрнс выделил следующие причины для использования инфузорий в экотоксикологическом тестировании: вседневное распространение облегчает сравнение результатов тестирования в различных географических регионах; воспроизводимость лучше, чем в случае тестов, использующих более крупные организмы; увеличивает количество тест-видов, обнаруживая вариабельность, которая еще и намного естественнее; проведение лабораторных тестов с использованием инфузорий в выделенных в природных условиях местах облегчается и удешевляется [11].

Результаты исследования. Степень токсичности в экстрактах зерновой смеси, комбикорма и травяной муки определяли по выживаемости инфузорий через 1 час экспозиции в вытяжке исследуемого продукта.

Степень токсичности исследуемого продукта определяли по таблице 1.

Таблица 1

Степень токсичности исследуемого продукта [9]

Степень токсичности исследуемого продукта	Выживаемость инфузорий, %
Нетоксичный	90–100
Слаботоксичный	50–89
Токсичный	00–49

Результаты исследования выживаемости инфузорий исследуемых кормов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты исследования выживаемости инфузорий исследуемых кормов

Номер пробы	Номер повторности	Количество инфузорий в начале опыта, шт.	Количество инфузорий через 1 час, шт.	Выживаемость, %	Средняя выживаемость, %
1	2	3	4	5	6
В экстракте зерновой смеси					
1	1	5	5	100	92
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	5	100	

1	2	3	4	5	6
2	1	5	4	80	84
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	4	80	76
	2	5	3	60	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	3	60	
4	1	5	5	100	88
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	5	100	
5	1	5	4	80	80
	2	5	4	80	
	3	5	5	100	
	4	5	3	60	
	5	5	4	80	
В экстракте комбикорма					
1	1	5	4	80	88
	2	5	5	100	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
2	1	5	4	80	84
	2	5	4	80	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	5	100	88
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
4	1	5	5	100	84
	2	5	3	60	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
5	1	5	3	60	72
	2	5	3	60	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
В экстракте травяной муки					
1	1	5	4	80	88
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	5	180	
2	1	5	4	80	84
	2	5	5	100	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
3	1	5	3	60	76
	2	5	3	60	
	3	5	4	80	
	4	5	4	80	
	5	5	5	100	
4	1	5	5	100	92
	2	5	5	100	
	3	5	5	100	
	4	5	4	80	
	5	5	4	80	
5	1	5	4	80	84
	2	5	4	80	
	3	5	4	80	
	4	5	5	100	
	5	5	4	80	

По полученным результатам высчитали токсичность исследованных проб кормов (табл. 3).

Таблица 3

Токсичность исследуемых кормов, %

Корм	Номер пробы	Токсичность, %
1	2	3
Зерновая смесь	1	8
	2	16
	3	24
	4	12
	5	20
Средняя токсичность		16,0
Комбикорм	1	12
	2	16
	3	12
	4	16
	5	28
Средняя токсичность		16,8

1	2	3
Травяная мука	1	12
	2	16
	3	24
	4	8
	5	16
Средняя токсичность		15,2

Данные таблицы 3 показывают, что при исследовании токсичности зерновой смеси 1-, 2-, 4-, 5-е пробы являются нетоксичными. Проба 3 имеет токсичность 24 % (табл.3) при выживаемости инфузорий 76 % (табл. 2), что относит ее к слаботоксичной (табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 15 %.

При исследовании токсичности комбикорма 1–4-е пробы нетоксичны. Проба 5 имеет токсичность 28 % (см. табл.3) при выживаемости инфузорий 72 % (см. табл. 2), что относит ее также к слаботоксичной (см. табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 11 %.

При исследовании токсичности травяной муки 1-, 2-, 4-, 5-е пробы нетоксичны. Проба 3 имеет токсичность 24 % (см. табл. 3) при выживаемости инфузорий 76 % (см. табл. 2), что относит ее также к слаботоксичной (см. табл.1). Для снижения токсичности корма этой пробы следует смешивать с кормом, токсичность которого не должна превышать 15 %.

Средняя токсичность всех видов кормов за период исследования не превышает 16,8 % (табл. 3), то есть эти корма хорошего качества и пригодны для кормления.

Заключение. Для определения качества кормов эффективно использовать как тест-объект инфузории, которые обладают высокой чувствительностью к различным токсикантам. Тест-объект является экспресс-методом определения суммарной токсичности исследуемых объектов в течение одного часа. При определении слабой токсичности отдельных проб можно использовать как способ снижения ее, например, смешивание таких кормов с нетоксичным кормом.

Литература

1. Бойкова Д.Е. Применение простейших в токсикологических исследованиях // Экспериментальная водная токсикология. – 1991. – Вып. 15. – С. 155–164.
2. Виноходов Д.О. Токсикологические исследования кормов с использованием инфузорий. – СПб., 1995. – 80 с.
3. Головня Е.А., Большаков Е.Н. Сравнительный анализ токсичности комбикормов на инфузориях родов *Colpoda*, *Stilonychia*, *Paramecium* // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 263.
4. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Мониторинг окружающей среды. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 154 с.
5. Ильющенко В.П. Быстрое тестирование токсичности, основанное на определении респираторной активности инфузорий // Экология. – 1995. – № 1. – С. 63–67.
6. Довгаль И.В. Проблемы стандартизации биотеста с использованием культур инфузорий // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 28.
7. Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Архив ветеринарных наук, 1998. – 304 с.
8. Пожаров А.В. Биотестирование как метод научного исследования // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 44.
9. Сазонова В.Е. Биологические аспекты использования парамеций в качестве тест-объекта // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 24.

10. Шадрин И.А., Аветисян А.Т. Инфузории в оценке токсичности семенного материала кормовых культур // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 80–82.
11. Cairns John. Myths impeding the utilization of infusoria in ecotoxicological toxicity testing // Инфузории в биотестировании: тез. докл. Междунар. науч. конф. – СПб., 1998. – С. 10.



УДК 631.436

О.В. Рыбачук, Е.М. Осницкий, М.П. Сартаков

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ТОРФОВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО – ЮГРЫ

В статье представлено сравнение спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из различных по типу и виду торфов Ханты-Мансийского АО – Югры.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, гиматомелановые кислоты, торф.

O.V. Rybachuk, E.M. Osnitskiy, M.P. Sartakov

THE ABSORPTION SPECTRA AND THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PEAT HUMIC ACIDS IN KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA

The comparison of the spectral characteristics and the element composition of the humic and hymatomelanic acids extracted from the varying in the type and sort peats of the Khanty-Mansi autonomous okrug – Yugra is presented in the article.

Key words: humic acids, hymatomelanic acids, peat.

Введение. На территории Ханты-Мансийского автономного округа расположено значительное количество болот, в которых накоплено большее количество торфа. Торф выполняет множество важных биосферных функций, в основном за счет содержащихся в нем гумусовых кислот, высокомолекулярных органических соединений [1].

Гиматомелановые кислоты – самая малоизученная часть гумусовых кислот [2]. Многие исследователи даже не выделяют гиматомелановые кислоты как отдельную группу гумусовых кислот, считая их частью гуминовых кислот, что не соответствует действительности. Изучение гиматомелановых кислот целесообразнее проводить в сравнении с гуминовыми кислотами, извлеченными из того же образца. Это позволяет наглядно оценить различия физико-химических свойств от различий структуры.

Цель исследований. Изучение спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из торфов Ханты-Мансийского АО.

Задачи исследований. Установить сходство и различие спектральных характеристик и элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из торфов Ханты-Мансийского АО.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования были выбраны гуминовые и гиматомелановые кислоты торфов различного типа и вида, отобранные на территории Ханты-Мансийского АО. Характеристика образцов торфа представлена в таблице 1.

Характеристика исследованных торфов

Район отбора образца	Шифр	Вид торфа	Степень разложения торфа
Нефтеюганский район	1.1	Сфагновый, верховой	30
Ханты-Мансийский район	2.1	Древесный, переходный	50
	2.2	Шейхцериевый, переходный	35
Октябрьский район	3.1	Древесно-травяной, низинный	30
	3.2	Пушицевый, переходный	25
	3.3	Сфагновый, верховой	20
Белоярский район	4.1	Пушицевый, верховой	55
	4.2	Сфагновый, низинный	10
	4.3	Осоковый, переходный	40

Массовые доли углерода, азота и водорода определялись на элементном анализаторе в Институте органической химии СО РАН (Новосибирск). Массовая доля кислорода рассчитывалась при помощи вычитания массовых долей определенных анализатором элементов и, по сути, является суммой кислорода и серы. На спектрофотометрах были сняты инфракрасные и электронные спектры поглощения. Извлечение ГК и ГМК проводили по ранее описанной методике [3].

Результаты исследований. ИК-спектры исследованных гиматомелановых кислот схожи между собой, как и спектры аналогичных гуминовых кислот, но разница спектров гуминовых и гиматомелановых кислот заметна [4, 5].

На рисунке 1 представлено наложение спектра гуминовых кислот на спектр гиматомелановых кислот, извлеченных из древесно-травяного торфа (образец 3.1). На спектрах хорошо видны характерные для гумусовых кислот максимумы при 1281 и 1265, 1463 и 1466, 1637 и 1607, 1719 и 1707 см^{-1} для гиматомелановой и гуминовой кислоты соответственно. Разрешенные пики поглощения в области 500–1000 см^{-1} , по-видимому, обусловлены минеральными компонентами.

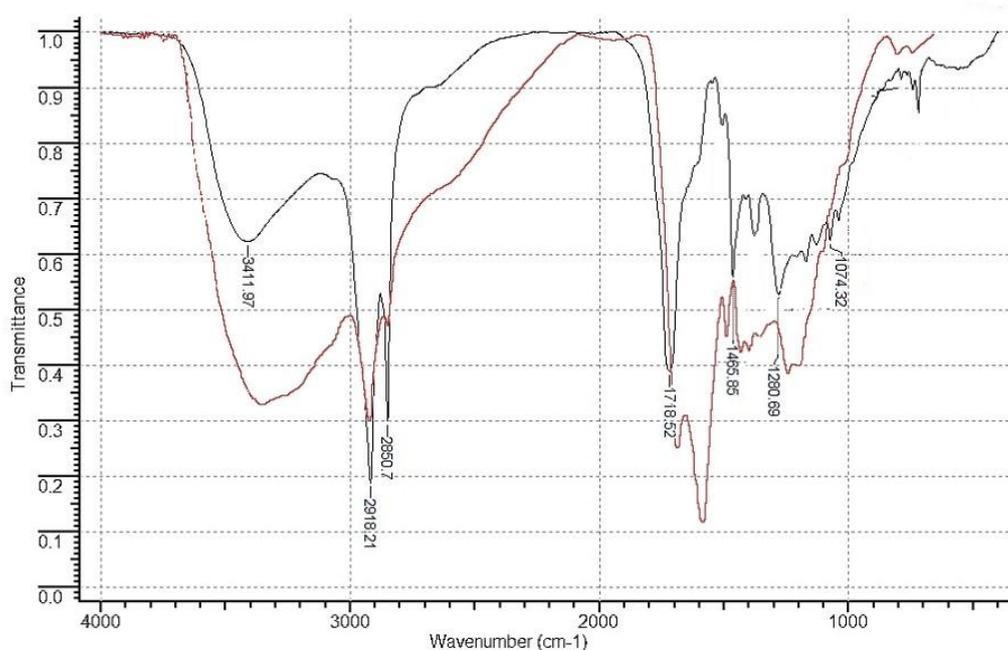


Рис. 1. ИК-спектры гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из древесно-травяного торфа (образец 3.1)

Полосы поглощения с максимумами при 1281 и 1265 см^{-1} обусловлены асимметричными валентными колебаниями связи С–О простых эфиров и им подобных соединений. Интенсивности пиков показывают небольшое преобладание данных групп в гуминовых кислотах. Для симметричных валентных колебаний в той же группе характерны полосы 1078 см^{-1} , которые, как правило, менее интенсивны и у гуминовых кислот не образуют пик, а являются перегибом.

Полоса поглощения при 1463 и 1466 см^{-1} может быть отнесена к деформационным колебаниям связи С–Н в группах CH_2 .

На присутствие ароматических колец в молекулах исследуемых гиматомелановой и гуминовой кислот указывает полоса поглощения при 1637 и 1607 см^{-1} , которая обусловлена валентными колебаниями сопряженных двойных связей углеродных атомов. Для гиматомелановых кислот вместо интенсивного пика, как у гуминовых кислот, характерен неинтенсивный перегиб, что может говорить о их более алифатическом строении в сравнении с гуминовыми кислотами.

Полоса с максимумом при 1716 см^{-1} принадлежит свободной карбоксильной группе – COOH . Известно также, что интенсивность этой полосы поглощения находится в прямой зависимости от содержания карбоксильных групп в молекуле. Из спектров видно, что карбоксильных групп гораздо больше в гуминовых кислотах.

Полосы поглощения с максимумами при 2850 см^{-1} и 2922 см^{-1} обусловлены валентными колебаниями связей С–Н в алифатических CH_3 и CH_2 группах. Более интенсивны пики гиматомелановых кислот, что подтверждает их более алифатическое строение.

Очень широкая полоса с максимумом в области примерно при 3412 см^{-1} для гиматомелановой кислоты и более широкая и интенсивная полоса поглощения в области 3370 см^{-1} для гуминовой кислоты обусловлены водородными связями. Основное участие водородной связи проявляется не в молекулярных, а межмолекулярных взаимодействиях, происходящих в боковых структурах, расположенных в одной плоскости. Это объясняется главным образом наличием гидроксильных и карбоксильных групп, которых больше в гуминовых кислотах.

На основе полученных ИК-спектров можно сделать вывод о различии строения гуминовых и гиматомелановых кислот. В них присутствуют все полосы поглощения, характерные для этих соединений, но интенсивность и ширина пиков различна. От спектров гуминовых кислот спектры гиматомелановых кислот отличаются большим числом узких, четких полос поглощения, менее интенсивных для простых эфирных, сопряженных двойных, карбоксильных, гидроксильных связей, но более интенсивных для валентных колебаний связей С–Н в алифатических CH_3 и CH_2 группах.

Представлены два электронных спектра, принадлежащие образцу, выделенному из пушицевого верхового торфа, – образец 3.2 (рис. 2).

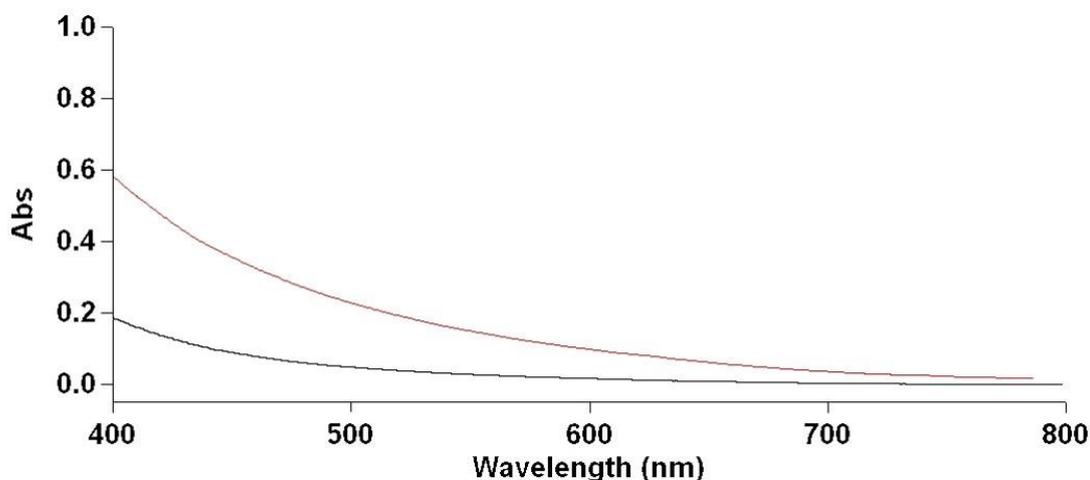


Рис. 2. Абсорбционные спектры щелочных растворов гуминовых и гиматомелановых кислот, извлеченных из пушицевого верхового торфа

Из общего рассмотрения были исключены три образца (гиматомелановые кислоты, выделенные из древесного верхового, древесно-травяного и сфагнового торфов), которые перед снятием спектра не растворились до конца. Остальные спектры схожи.

Спад оптической плотности у гуминовых кислот продолжается за 800 нм, что объясняется более сопряженной структурой по сравнению с гиматомелановыми кислотами.

Все спектры показывают монотонные возрастания поглощения в область коротких длин волн и не имеют характеристических пиков. Вместе с тем в области 450–750 нм исследованию не мешают неспецифические вещества, которые сильно поглощают свет в коротковолновой части спектра [6].

Крутизна падения оптической плотности при увеличении длины волны выражается отношением D_{465}/D_{650} . Можно полагать, что крутизна наклона кривой светопоглощения отражает соотношение между ароматическими и алифатическими фрагментами в молекулах гуминовых кислот.

Низкие по сравнению с гуминовыми кислотами коэффициенты экстинкции показывают, что в гиматомелановых кислотах меньше хромофорных групп и меньшее сопряжение углеродных атомов. При определенном сходстве спектров интенсивность светопоглощения для разных кислот неодинакова, что свидетельствует о различном соотношении ароматических ядер и открытых периферических цепей у разных образцов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты электронной спектроскопии

Торф	Шифр	R, %	D_{465}	D_{650}	D_{465}/D_{650}	E_{465}
Гиматомелановые кислоты						
Сфагновый в.	1.1	30	0,081	0,024	3,375	0,013
Шейхцериевый п.	2.2	35	0,127	0,064	1,984	0,017
Пушицевый п.	3.2	25	0,092	0,027	3,407	0,013
Сфагновый в.	3.3	20	0,066	0,026	2,538	0,015
Пушицевый в.	4.1	55	0,098	0,027	3,630	0,02
Осоковый п.	4.3	40	0,056	0,016	3,500	0,013
Гуминовые кислоты						
Сфагновый в.	1.1	30	0,300	0,058	5,170	0,058
Шейхцериевый п.	2.2	35	0,378	0,063	6,000	0,044
Пушицевый п.	3.2	25	0,336	0,061	5,510	0,061
Сфагновый в.	3.3	20	0,376	0,063	5,970	0,056
Пушицевый в.	4.1	55	0,281	0,05	5,620	0,07
Осоковый п.	4.3	40	0,463	0,078	5,940	0,066

Элементный состав гиматомелановых кислот исследованных торфов Среднего Приобья. Содержание углерода в образцах (в массовых процентах) колеблется от 61,05 до 71,09 %; водорода от 7,58 до 9,50; азота от 0,47 до 1,60; кислорода от 18,95 до 30,32 %. Согласно данным, полученным Г.И. Глебовой для гиматомелановых кислот почв, элементный состав (в массовых процентах) изменяется в пределах: углерод 58–62 %; водород 6–7 %; азот 2–5; кислород 29–31 % (табл. 3).

Различия элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот заключаются в большем процентном соотношении углерода и водорода в гиматомелановых кислотах и меньшем для азота и кислорода [7].

Результаты элементного анализа

Торф	Шифр	Элементный состав, %				Атомные отношения		
		С	Н	N	О	H:C	O:C	N:C
Гиматомелановые кислоты								
Сфагновый в.	1.1	67,60	8,70	0,64	23,07	1,53	0,26	0,01
Древесный п.	2.1	65,85	9,15	0,75	24,27	1,65	0,28	0,01
Шейхцериевый п.	2.2	61,02	7,58	1,09	30,32	1,48	0,37	0,02
Древесно-травяной н.	3.1	70,74	9,29	0,71	19,28	1,56	0,20	0,01
Пушицевый п.	3.2	69,76	8,85	0,50	20,90	1,51	0,22	0,01
Сфагновый в.	3.3	71,09	9,50	0,47	18,95	1,59	0,20	0,01
Пушицевый в.	4.1	64,05	7,86	1,60	26,50	1,46	0,31	0,02
Осоковый п.	4.3	66,75	8,85	0,62	23,80	1,58	0,27	0,01
Сфагновый н.	4.2	70,40	8,89	0,61	20,11	1,50	0,21	0,01
Гуминовые кислоты								
Сфагновый в.	1.1	53,31	4,38	1,62	40,69	0,98	0,57	0,03
Древесный п.	2.1	54,84	5,02	1,64	38,50	1,09	0,53	0,03
Шейхцериевый п.	2.2	40,02	3,23	1,85	54,90	0,95	1,02	0,03
Древесно-травяной н.	3.1	58,56	4,96	1,68	34,80	1,01	0,45	0,02
Пушицевый п.	3.2	57,55	4,78	2,03	35,64	0,99	0,47	0,03
Сфагновый в.	3.3	54,78	4,59	1,94	38,69	0,99	0,53	0,03
Пушицевый в.	4.1	57,31	4,35	1,67	36,67	0,90	0,48	0,02
Осоковый п.	4.3	56,62	4,25	1,98	37,15	0,89	0,49	0,02
Сфагновый н.	4.2	53,46	4,64	2,51	39,40	1,03	0,55	0,04

Важным показателем, по Ван-Кревелену, является атомное отношение H:C, которое четко характеризует класс углеводов. Для гиматомелановых кислот торфов это отношение обычно приблизительно равно 1,5, что указывает на увеличение доли алифатических боковых цепей по сравнению с гуминовыми кислотами, где это значение находится в пределах единицы. Самое высокое отношение H:C у гиматомелановых кислот (1,65) наблюдается у древесного переходного торфа, а самое низкое у пушицевого верхового (1,46), что указывает на зависимость атомного отношения от ботанического состава. Отношение O:C гиматомелановых кислот примерно в два раза меньше, чем у гуминовых, изменяется от 0,20 до 0,37. Отношение N:C практически одинаково для всех исследуемых образцов: 0,01–0,02 для гиматомелановых кислот и 0,02–0,04 для гуминовых.

Оценка атомных отношений позволяет решить некоторые вопросы механизмов трансформации растительных остатков и отдельных групп гумусовых веществ. С этой целью удобно воспользоваться диаграммой атомных отношений H:C–O:C [8] (рис. 3).

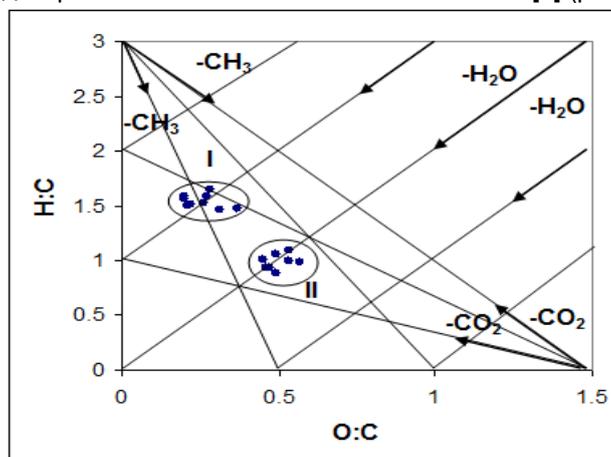


Рис. 3. Диаграмма атомных отношений

На диаграмме можно выделить две различающиеся области. Для II области, где расположены гуминовые кислоты, среднее отношение Н:С = 0,97, О:С = 0,50, для I области гиматомелановых кислот среднее отношение Н:С = 1,54, О:С = 0,23. При переходе из области II к области I происходит декарбоксилирование (точнее, потеря атомов С и О в соотношении 1:2) и дегидратация (потеря атомов Н и О в соотношении 2:1). Различия между указанными областями связаны с разницей в количестве кислородных и водородных атомов.

Выводы

1. Атомные отношения Н:С гиматомелановых кислот в отличие от гуминовых зависят от ботанического состава и растут в ряду травянистые, осоковые, моховые, древесные торфа. Атомные отношения Н:С для гиматомелановых кислот значительно превышают атомные отношения гуминовых кислот, что подтверждает больший вклад в их структуру алифатической составляющей.
2. ИК-спектры показывают различия строения гуминовых и гиматомелановых кислот, которые заключаются в меньшем количестве характерных для гуминовых кислот функциональных групп, более развитой алифатической составляющей.
3. Коэффициенты экстинкции электронных спектров указывают на менее сопряженную систему углеродных атомов гиматомелановых кислот в сравнении с гуминовыми кислотами.

Работа была проведена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Договор № НК 15-44-00090\15 от 28.04.15 г.).

Литература

1. *Василевич Р.С., Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д.* Строение высокомолекулярных органических веществ тундровых бургистых торфяников // Гуминовые вещества в биосфере: мат-лы VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Сыктывкар, 2014. – С. 49–52.
2. *Катунина Е.Е.* Экологическая и биохимическая активность гиматомелановых кислот пелоидов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Самара, 2007. – 20 с.
3. *Комиссаров И.Д., Стрельцова И.Н.* Влияние способа извлечения гуминовых кислот из сырья на химический состав получаемых препаратов // Науч. тр. Тюменского СХИ. – Тюмень, 1971. – Т.14. – С. 34–48.
4. *Сартаков М.П., Чумак В.А.* Инфракрасные спектры поглощения гуминовых кислот аллювиальных почв Обь-Иртышской поймы // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 53–56.
5. *Шпынова Н.В., Сартаков М.П.* Спектральные характеристики гуминовых кислот органогенных отложений Обь-Иртышского междуречья // Вестник Югор. гос. ун-та. – 2010. – № 4. – С. 88–91.
6. *Орлов Д.С., Гришина Л.А.* Практикум по химии гумуса. – М., 1981. – 270 с.
7. Сравнительная характеристика элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот торфов Среднего Приобья / *О.В. Рыбачук, Ю.М. Дерябина, М.П. Сартаков* [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2014. – № 1. – С. 36–40.
8. *Сартаков М.П., Тихова В.Д.* Графостатистический анализ и спектроскопия ЯМР –¹³С молекул гуминовых кислот торфов Среднего Приобья // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6. – С. 76–80.



БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЦ) НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ

В статье представлены исследования биологической рекультивации сельскохозяйственных земель (оленьих пастбищ) на полуострове Ямал методом «Залужение». Выявлено, что данный способ является эффективным для восстановления нарушенных земель при использовании оптимальной нормы внесения семян растений (более 100 кг/га) и минеральных удобрений более (200 кг/га).

Ключевые слова: рекультивация, сельскохозяйственные земли, залужение, минеральные удобрения.

A.A. Galyamov, E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova

BIOLOGICAL RECULTIVATION OF AGRICULTURAL LANDS (REINDEER PASTURES) ON THE YAMAL PENINSULA

The paper presents the study of the biological recultivation of the agricultural lands (reindeer pastures) on the Yamal Peninsula by the «Grassing» method. It is revealed that this method is effective for the restoration of the disturbed lands by using the optimal application rate of plant seeds (more than 100 kg / ha) and mineral fertilizers more than 200 kg/ha.

Key words: recultivation, agricultural lands, grassing, mineral fertilizers.

Введение. В 70-х годах прошлого века начинается интенсивное освоение нефтяных месторождений Севера. Разработка месторождений влечет за собой значительные изменения условий функционирования природных экосистем, а в некоторых случаях – коренное нарушение почвенного и растительного покровов. Если раньше на этих территориях основным фактором, преобразующим почвенно-растительный покров этого региона, были пожары и перевыпас из-за наращивания чрезмерной численности оленьих стад, то в настоящее время техногенный фактор становится ведущим фактором, обуславливающим деградацию почв и растительности. На повестку дня встают специфические проблемы разработки месторождений и сохранения режима многолетнемерзлых пород, очистки нефтезагрязненных территорий, предупреждения термокарстовых процессов, оврагообразования, эрозии, обусловленных и стимулируемых деятельностью человека. Важным критерием в вопросах освоения Севера и восстановления нарушенных земель является познание особенностей функционирования северных экосистем, предупреждение и своевременное приостановление деградационных процессов [2, 3].

Естественное зарастание нарушенных земель в настоящее время является преобладающим процессом восстановления в ЯНАО, необходимо разработать мероприятия по стимулированию этого процесса. Тем не менее необходимо отметить, что наиболее распространенный подход к рекультивации, как к озеленению нарушенных территорий Севера, путем естественного зарастания до сих пор преобладает над практикой целенаправленного восстановления нарушенных экосистем, и критерием успешности рекультивации считается создание фитоценозов в техногенных ландшафтах. Перспективы развития исследований по рекультивации в техногенных ландшафтах Севера должны основываться на разработке наукоемких технологий рекультивации с обязательным определением почвенно-экологической эффективности естественного восстановления и применяемых технологий рекультивации [1, 4].

Существующий опыт рекультивации нарушенных и загрязненных земель создал предпосылки для апробации ранее изученных технологий их усовершенствования и адаптации применительно к существующим условиям проведения работ. Метод «Залужение» разработан и внедрен в практику сельского хозяйства на Крайнем Севере. В целях биологической рекультивации на Севере

он рекомендуется как основной на «интенсивном» этапе для восстановления почвенно-растительных структур экосистем [5].

Цель исследований. Совершенствование биологического этапа рекультивации сельскохозяйственных земель на полуострове Ямал при применении технологии «Залужение».

Материалы и методы исследований. Территория проведения работ по закладке пробных площадок рекультивации расположена в пределах Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения полуострова Ямал и включает в себя участки размещения ликвидированных и консервированных поисково-разведочных скважин, освоение и разработка которых были завершены в 70–90-е годы прошлого столетия. Для опытно-промышленной апробации с целью закладки пробных участков биологической рекультивации на площади 0,39 га использована технология «Залужение» – 7 вариантов (24 подварианта).

Для разработки оптимальных норм посева семян многолетних трав, внесения минеральных удобрений были разработаны варианты с учетом природных особенностей и разных почвенных субстратов. Состав травосмеси: мятлик луговой (8%), тимофеевка луговая (23%), кострец безостый (23%), овсяница красная (23%), овсяница луговая (23%).

Метод «Залужение» выполнен в два вегетационных периода (летний и осенний) в связи с коротким вегетационным сезоном, низкими температурами, обильным количеством осадков. Работы по закладке пробных площадок рекультивации проведены ручным и механизированным способом. Посев трав и внесение минеральных удобрений выполнены ручным способом (вразброс).

Наиболее традиционным и эффективным методом «Залужения» является посев семян многолетних трав с внесением комплексного минерального удобрения. Для разработки и определения оптимальных норм внесения травосмеси и нитроаммофоски на разных почвенных субстратах были заложены следующие варианты (табл. 1, 2).

Таблица 1

Варианты закладки технологии «Залужение»

Но- мер п/п	Залужение с разной нормой посева семян многолетних злаковых растений (кг/га) и внесением минеральных удобрений: нитроаммофоска (200 кг/га), аммиачная селитра (50 кг/га)				Залужение с разной дозой внесения нитроаммофоски (кг/га), масса семян многолетних трав (150 кг/га), аммиачная селитра (50 кг/га)			
	50	100	200	300	100	200	350	500
1*	+	+	+	+	-	-	-	-
2**	+	+	+	+	+	+	+	+
3***	+	+	+	+	+	+	+	+

* – метод заложен на типичной тундровой почве, ** – на смеси отходов бурения и типичных тундровых почв, *** – на смеси отходов бурения + типичных тундровых почв с нанесением песчаного грунта.

Таблица 2

Варианты закладки технологии «Залужение»

Номер п/п	Разная норма посева семян многолетних трав, кг/га											
	Нитроаммофоска (100 кг/га)			Нитроаммофоска (200 кг/га)			Нитроаммофоска (300 кг/га)			Нитроаммофоска (500 кг/га)		
	50	100	200	50	100	200	50	100	200	50	100	200
1*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

* – метод заложен на типичной тундровой почве.

Для оценки эффективности вышеуказанных методов был заложен вариант с разной нормой посева семян многолетних злаковых растений (50, 100, 200, 300 кг/га) без внесения минеральных удобрений (контроль) на типичных тундровых почвах.

Оценка результатов выполненных работ по опытно-промышленной апробации технологии рекультивации на пробных площадках проводилась с применением специальных методик, полевых измерений в осенний период в конце вегетационного периода по следующим критериям: проективное покрытие почв растительностью; количество особей; фенофаза; жизненное состояние растений; высота надземной части побегов; степень заселенности рекультивированного участка растениями местной флоры.

Результаты исследований и их обсуждение. На исследуемых площадках проводилась апробация различных вариантов расхода посевного материала (50, 100, 200, 300 кг/га) при постоянной норме внесения минеральных удобрений (нитроаммофоска – 200 кг/га, аммиачная селитра – 50 кг/га). Почвенным субстратом для закладки технологий биологической рекультивации использовались непосредственно тундровые почвы, смесь отходов бурения и тундровых почв с минеральным песчаным грунтом и без нанесения песка. Полученные результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова с использованием технологии «Залужение» при норме посева семян 50, 100, 200 и 300 кг/га

Показатель	Разная норма посева семян травосмеси (кг/га), масса нитроаммофоски – 200 кг/га, масса аммиачной селитры – 50 кг/га											
	50			100			200			300		
	1*	2**	3***	1*	2**	3***	1*	2**	3***	1*	2**	3***
Проективное покрытие, %	10	10	20	20	60	60	55	80	40	70	75	45
Количество особей, шт.	6	12	8	13	20	32	26	35	12	46	40	15
Высота надземных побегов, см	1,8	1,2	2,0	2,0	1,5	1,9	1,9	2,3	1,7	1,8	2,1	1,8
Степень заселенности аборигенной растительности, %	10	15	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Максимальный размер оголенных пятен, м ²	-	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Суммарная величина всех пятен, лишенных растительности, м ²	-	16	14	-	7	7	-	3	10	1	4	10

* – метод заложен на типичной тундровой почве; ** – на смеси отходов бурения и типичных тундровых почв; *** – на смеси отходов бурения + типичных тундровых почв с нанесением песчаного грунта.

По результатам проведенных исследований установлено, что при внесении семян в почвенный субстрат из расчета 50 кг/га отмечается слабое восстановление растительного покрова. Проективное покрытие составляет 10–20 %, проростки злаков высотой 1,2–2,0 см встречаются крайне разреженно, с количеством особей от 6 до 12 штук на единицу измеряемой площади.

Внесение семян злаков из расчета 100 кг/га при постоянной норме расхода минеральных удобрений улучшает показатели по всхожести и проективному покрытию растений. В большинстве случаев отмечается развитие агроценоза с проективным покрытием до 60 %. Плотность всходов высокая, количество проростков варьирует в пределах 13–32 штук на единицу измеряемой площади, высота надземных побегов составляет 1,5–2,0 см.

Дальнейшее увеличение нормы внесения семян приводит к повышению показателей всхожести и проективного покрытия злаков на пробных площадках. При норме расхода посевного материала из расчета 200 кг/га отмечается формирование жизнеспособного ценоза злаков на участках рекультивации. Проективное покрытие надземных побегов на смеси отходов бурения и типичных тундровых почв составляет 80 % при высоте проростков 2,3 см. Плотность всходов высокая, о чем свидетельствуют количественные показатели встречаемости проростков на измеряемой площадке – 35 штук. На пробных площадках (тундровая почва и смесь отходов бурения + типичных тундровых почв с нанесением песчаного грунта) также отмечается высокая всхожесть злаков при несколько меньших показателях проективного покрытия – 40–55 %.

При посеве семян из расчета 300 кг/га практически во всех вариантах эксперимента отмечается значительное увеличение показателя проективного покрытия и всхожести злаков на пробных площадках, что свидетельствует об эффективности апробируемого способа рекультивации.

Экспериментальные исследования в рамках апробируемого способа рекультивации заключались в оценке эффективности использования различных норм внесения минеральных удобрений (нитроаммофоска – 100, 200, 350, 500 кг/га) при фиксированном расходе посевного материала (150 кг/га).

В качестве субстрата для посева семян и удобрений использованы непосредственно тундровые почвы, смесь отходов бурения и тундровых почв с песком и без применения песка. Полученные результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4

Восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова с использованием технологии «Залужение» при норме внесения нитроаммофоски 100, 200, 350 и 500 кг/га

Показатель	Разная норма внесения нитроаммофоски (кг/га), масса травосмеси – 150 кг/га											
	100			200			350			500		
	1*	2**	3***	1*	2**	3***	1*	2**	3***	1*	2**	3***
Проективное покрытие, %	40	60	50	40	50	30	50	60	35	40	40	40
Количество особей, шт.	22	17	22	15	20	15	15	22	22	12	20	12
Высота надземных побегов, см	1,7	1,9	1,9	1,2	1,5	1,5	1,7	1,9	1,9	1,5	1,7	1,7
Степень заселенности аборигенной растительности, %	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-
Максимальный размер оголенных пятен, м ²	1	0,5	1	0,5	1	1,5	1,2	1	2	1	0,2	1
Суммарная величина всех пятен, лишенных растительности, м ²	12	7,2	9	10	9	9	10	7	12	1	11	11

* – метод заложен на типичной тундровой почве; ** – на смеси отходов бурения и типичных тундровых почв; *** – на смеси отходов бурения + типичных тундровых почв с нанесением песчаного грунта.

По результатам выполненных исследований установлено, что внесение различных доз минеральных удобрений в почвенный субстрат оказывает в целом положительный эффект на развитие сеяного ценоза. Наиболее показательными являются результаты, полученные при расходе нитроаммофоски из расчета 100 и 350 кг/га (табл. 4). Из трех заложенных вариантов эксперимента в двух вариантах отмечается активизация процесса роста и развития злаков в стадии проростков. Проективное покрытие варьирует от 50 до 60 % – для серии экспериментов с нормой расхода удобрения 100 и 350 кг/га. Плотность всходов высокая, количество проростков на единицу измеряемой площади варьирует от 17 до 22 штук, высота надземных побегов – 1,7–2,2 см.

Для вариантов с нормой внесения нитроаммофоски 200 и 500 кг/га полученные результаты менее показательны, проективное покрытие составило от 30 до 50 %. Растения активно развиваются на субстратах, состоящих из смеси отходов бурения и типичных тундровых почв.

Исследовательские работы заключались в оценке эффективности использования различных норм минеральных удобрений в сочетании с разным расходом посевного материала. В качестве субстрата служили исходные тундровые почвы. Результаты выполненных работ представлены в таблице 5.

Таблица 5

Восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова при норме внесения нитроаммофоски 100, 200, 300 и 500 кг/га и расходе посевного материала 50, 100 и 200 кг/га

Показатель	Разная норма посева семян травосмеси (кг/га), масса нитроаммофоски – 100, 200, 300, 500 кг/га											
	50				100				200			
	NPK – 100 кг/га	NPK – 200 кг/га	NPK – 300 кг/га	NPK – 500 кг/га	NPK – 100 кг/га	NPK – 200 кг/га	NPK – 300 кг/га	NPK – 500 кг/га	NPK – 100 кг/га	NPK – 200 кг/га	NPK – 300 кг/га	NPK – 500 кг/га
Проективное покрытие, %	90	90	70	99	95	70	50	97	95	80	70	98
Количество особей, шт.	7	12	13	10	17	20	25	12	31	29	46	14
Высота надземных побегов, см	1,5	2,3	2,3	2,0	2,3	2,3	2,4	2,5	2,3	2,4	2,2	2,1
Степень заселенности аборигенной растительности, %	70	65	50	80	65	40	20	70	30	-	-	60
Максимальный размер оголенных пятен, м ²	-	-	0,2	-	-	-	0,3	-	-	-	0,3	-
Суммарная величина всех пятен, лишенных растительности, м ²	-	-	5,4	-	-	-	9	-	-	-	5	-

На основании полученных результатов установлено, что практически во всех вариантах исследований наблюдается активное восстановление растительного покрова. Показатели проективного покрытия злаков достигают 95 % и более, плотность всходов и степень зарастания нарушенных участков высокие. Количество проростков варьирует от 7 до 46 штук на единицу измеряемой площади. Высота надземных побегов также характеризуется значимыми показателями от 1,5 до 2,5 см.

Исследования в рамках апробируемого способа рекультивации заключались в оценке эффективности использования различных норм расхода посевного материала (50, 100, 200, 300 кг/га) без внесения минеральных удобрений. Данная серия экспериментов применялась в качестве контрольной, для объективной оценки степени и норм влияния минеральных удобрений. Результаты выполненных работ представлены в сводной таблице 6.

Восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова без использования минеральных удобрений (контрольный эксперимент)

Показатель	Разная норма посева семян травосмеси (кг/га)			
	50	100	200	300
Проективное покрытие, %	15	20	40	70
Количество особей, шт.	15	18	30	42
Высота надземных побегов, см	1,4	1,9	2,0	2,2
Степень заселенности аборигенной растительности, %	-	-	-	-
Максимальный размер оголенных пятен, м ²	-	2	-	-
Суммарная величина всех пятен, лишенных растительности, м ²	15	14	10	5

Результаты выполненных исследований позволяют заключить, что увеличение нормы расхода посевного материала положительно влияет на формирование сеяного агроценоза. В контрольной серии с использованием норм посева семян 200 и 300 кг/га отмечается повышение проективного покрытия до 70 %, но преобладают участки с проективным покрытием порядка 40 %. За счет увеличения нормы расхода посевного материала также увеличивается и количество всходов на единицу площади. По результатам подсчета надземных побегов установлено, что количество всходов на разных вариантах изменяется от 15 до 42.

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных научно-исследовательских работ опытно-промышленной апробации на пробных площадках рекультивации можно сделать вывод, что способ «Залужение» является эффективным для восстановления нарушенных земель при использовании оптимальной нормы внесения семян растений более 100 кг/га и минеральных удобрений более 200 кг/га.

Литература

1. Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале. – Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1981. – 113 с.
2. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
3. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
4. Капелькина Л.П., Андроханов В.А. Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование // Сб. мат-лов Междунар. науч. конф. – Новосибирск: Окарина, 2013. – С. 337–339
5. Рекультивация нарушенных земель под нефтегазовыми объектами / И.Н. Кустышева, Л.Н. Скипин, Ю.В. Ваганов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 4. – С. 27–31.



УДК 631.42:625.12(571.56)

М.В. Оконешникова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Приведены результаты исследования почв района строительства железнодорожных линий, расположенных в пределах Алданского нагорья (Южная Якутия). Получены данные, характеризующие состояние почвенного покрова и почв до начала освоения. Определены возможные негативные последствия.

Ключевые слова: почвы, почвенный покров, техногенное нарушение, Алданское нагорье.

M.V. Okoneshnikova

THE SOIL CURRENT STATE IN THE DISTRICT OF THE RAILWAY LINE CONSTRUCTION IN SOUTHERN YAKUTIA

The research results on soils in the construction area of the railway lines located within the Aldan Plateau (South Yakutia) are presented. The data characterizing the current state of soil cover and the soils prior to the development are obtained. The possible negative consequences are determined.

Key words: soils, soil cover, anthropogenic impact, Aldan Plateau.

Введение. Перспективы социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) в последние годы тесно связаны с реализацией инвестиционного проекта «Комплексное развитие Южной Якутии», основная часть которого предусматривает освоение природных ресурсов региона. В ходе реализации данного проекта будут построены железнодорожные линии общей протяженностью около 257 км: Томмот – Эльконский горно-металлургический комбинат (~53 км), Таежная – Таежный горно-обогатительный комбинат (~4 км), Чульбасс – Инаглинский угольный комплекс (~11 км) и Икабьекан – Тарыннахский горно-обогатительный комбинат (~189 км). В конце 2014 года финансирование строительства Таежного горно-обогатительного комбината (ГОК) и железнодорожной линии ст. Таежная – Таежный ГОК включено в Федеральную целевую программу «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2018 года».

Сотрудниками Института биологических проблем криолитозоны (ИБПК) СО РАН в 2010 году проведены работы по инженерно-экологическим изысканиям (ИЭИ) и оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) в составе проектной документации на строительство железнодорожной линии ст. Таежная – Таежный ГОК.

Цель исследования. Изучение исходного (фоновое) состояния и прогноз возможных негативных изменений почв при строительстве и эксплуатации железнодорожных линий.

Объекты и методы исследования. Железнодорожная линия ст. Таежная – Таежный ГОК расположена в юго-восточном районе Приалданской горно-таежной провинции слабо- и среднеподзолистых обычных и иллювиально-гумусовых, подбуров и горно-тундровых щебнистых почв [1]. Эта провинция расположена южнее 59° с.ш. и занимает огромную территорию Алданского нагорья.

Климат холодный, влажный, с низкими среднегодовыми температурами (около -8°) и высокой относительной влажностью (73%) [2]. Несмотря на низкую отрицательную температуру воздуха, многолетняя мерзлота не имеет сплошного распространения.

Основными процессами, формирующими особенности почв юго-восточного района, являются те же почвообразовательные процессы, протекающие в почвах всей Приалданской горно-таежной провинции: криогенез, накопление грубого органического вещества и подвижного дисперсного гумуса, подзолообразование, обломочная сиаллитизация, на слабодренированных местах торфонакопление и оглеение.

На типичных ландшафтах предполагаемого района строительства железнодорожной линии заложено 5 почвенных разрезов, проведено описание морфологического строения и по генетическим горизонтам произведен отбор проб для оценки уровня плодородия и фонового состояния загрязненности почв. Название почвенных разностей устанавливалось по региональной классификации, разработанной Л.Г. Еловской [3].

Физико-химические свойства почв определялись общепринятыми методами в аналитической лаборатории ИБПК СО РАН [4]. Валовое содержание тяжелых металлов определялось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ICP-MS Elan DRS II PerkinElmer (США), нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии (ПНДФ 16.1:2.2.22-98) в Хабаровском инновационно-аналитическом центре Института тектоники и геофизики Дальневосточного отделения РАН.

Результаты и их обсуждение. В зоне техногенного воздействия структуру почвенного покрова слагают мерзлотные подбуры (типичные, оподзоленные, сухоторфянистые) и торфянисто- и торфяно-глеевые почвы.

Ниже приводим краткую характеристику изученных почв.

Подбуры – почвы холодных гумидных областей [5], встречаются под мохово-багульниковыми (или бруснично-лишайниковыми) листовничными редколесьями с кедровым стлаником и ольховником в кустарниковом ярусе. Основным источником поступления органического вещества в этих почвах являются мохово-хвойные сообщества, при разложении растительных остатков которых образуются продукты кислотного характера. Почвообразующие породы (грубообломочный элювий коренных пород – граниты, гнейсы и реже осадочных – песчаники, алевролиты) бедны основаниями, поэтому не могут нейтрализовать создающуюся кислотность. А их высокая фильтрационная способность, обусловленная легким гранулометрическим составом, щебнистостью и трещиноватостью, и глубокое залегание многолетней мерзлоты содействуют нисходящим токам, способствующим часто развитию процессов подзолообразования. Подбуры имеют своеобразную бурю окраску профиля, свидетельствующую о преобладании здесь окислительных и отсутствии восстановительных процессов. Гранулометрический состав грубозернистый. В составе мелкозема преобладают песчаные фракции. Содержание более тонких фракций уменьшается вниз по профилю, поскольку по мере углубления идет омоложение почвенной толщи [6].

Для подбуров типичных характерно следующее морфологическое строение: О – АО – В_{Fe} – ВС.

В верхней части профиля отчетливо выделяется темно-серый или темно-бурый рыхлый грубогумусовый горизонт АО (АОА) небольшой мощности (2–3 см). Под ним непосредственно залегает бурый иллювиально-железистый слой (В_{Fe}), имеющий мощность 15–20 см и переходящий в постепенно светлеющий буровато-серый горизонт ВС. Почвы щебнистые и каменистые.

Подбуры типичные имеют сильноокислую реакцию среды, значения pH несколько увеличиваются вниз по профилю. Гумусовый профиль укороченный (< 50 см) и имеет резко убывающий характер распределения органического вещества. Однако в слое 0–20 см содержание гумуса остается высоким и не снижается менее 2 %. Величина потери при прокаливании в маломощном грубогумусовом горизонте АО колеблется от 30 до 60 %. Для них характерны высокая гидролитическая кислотность, низкое содержание обменных оснований и подвижных соединений азота, фосфора и калия. Только в органогенном горизонте наблюдается биогенное накопление питательных элементов (табл. 1).

Подбуры оподзоленные отличаются от типичных наличием оподзоленного горизонта АОЕ (или Е), светлоокрашенного, небольшой мощности (до 5 см), залегающего между горизонтами АО и В_{Fe}. Их морфологический профиль имеет следующее строение: О – АО – АОЕ(Е) – В_{Fe} – ВС.

Подбуры сухоторфянистые встречаются в средних и нижних частях склонов северных экспозиций под листовничниками мохово-лишайниковыми с каменной березой и ольховником, а также в поясе лишайниковых кедровых стлаников. Почвы слабо изучены. Морфологическое строение профиля имеет формулу: О – АО – А_T – В_T(В_{Fe}). Отличаются от предыдущих подтипов очень высоким содержанием органического вещества по всему профилю.

Таблица 1

Химические свойства мерзлотных почв

Горизонт	Глубина, см	рН водный	Гумус (*ППП), %	Обменные, мг-экв/100 г почвы		Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Подвижные, мг/100 г почвы	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺		P ₂ O ₅	K ₂ O
Подбур типичный (разрез 10)								
АО	5-12	4,4	51,9*	9,5	3,1	80,5	6,0	13,6
V _{Fe}	12-30	4,7	2,8	1,6	0,8	10,1	10,0	2,4
BC	30-55	5,1	1,0	1,3	0,5	7,4	4,0	2,4
Подбур сухоторфянистый (разрез 11)								
АО	6-12	4,3	64,4*	13,9	6,9	86,4	23,2	73,4
АТ	12-19	4,5	49,2*	4,9	8,1	65,2	9,2	18,3
V _{Fe}	19-52	4,8	4,31	2,3	1,4	16,5	11,2	3,1
Подбур оподзоленный (разрез 12)								
АОЕ	10-14	4,1	5,33	1,6	0,7	19,2	14,7	4,6
V _{Fe}	14-24	4,8	3,52	0,8	0,5	10,8	15,2	3,1
Подбур оподзоленный (разрез 13)								
АО	6-17	4,3	52,4*	13,3	4,9	87,6	15,2	29,7
АОЕ	17-28	4,2	3,34	1,2	0,5	12,0	10,7	2,5
V _{Fe}	28-31	4,8	1,86	1,2	0,6	6,2	10,7	0,9
Торфянисто-глеевая (разрез 14)								
Т	4-20	5,1	88,3*	47,1	10,3	69,9	55,5	66,5
ТН	20-28	6,1	39,8*	60,5	11,5	23,0	19,8	26,0
V _g	28-42	5,9	5,3	13,6	3,7	8,1	8,1	21,2

Торфянисто- и торфяно-глеевые почвы формируются под пологом голубично-багульниковой листовенничной редины с моховым покровом. Почвы оттаивают на 40–90 см (в отличие от горно-таежных почв многолетняя мерзлота присутствует во всех болотных почвах). Морфологический профиль имеет следующее строение: О – Т – ТН – V_g(G).

Мощность торфяного горизонта колеблется от 8–20 см в торфянистых до 50 см в торфяно-глеевых почвах. Торфяной горизонт при большой мощности подразделяется на 2–3 подгоризонта по степени разложения. Верхний, состоящий из слаборазложившихся мхов и осок, опада листьев кустарников, имеет более светлую бурую окраску по сравнению с нижележащими темно-бурыми или черными, лучше разложенными торфяными горизонтами. Минеральный горизонт сильно оглеен, грязно-сизого или серовато-сизого цвета, иногда с ржавыми выцветами.

Торфяные горизонты этих почв имеют кислую, глеевые горизонты – слабокислую реакцию среды. Содержание гумуса в минеральном глеевом горизонте среднее, питательных элементов – низкое.

К основным видам воздействия на почвенный покров при строительстве железнодорожной линии можно отнести:

- отчуждение земельных участков под строительство железнодорожной линии и временных объектов инфраструктуры;
- механическое нарушение почв;
- химическое загрязнение почв.

В таблице 2 приведены основные (исходные) количественные показатели фонового состояния почв, необходимые при прогнозе возможных негативных процессов и разработке предложений по охране и мониторингу изученных почв.

Таблица 2

Основные характеристики мерзлотных почв зоны воздействия

Почва	Площадь отвода, га	Средняя мощность плодородного слоя, см	Среднее содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов (НП) в слое 0-20 см (n=8), мг/кг					
			Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	НП
Подбуры типичные, сухоторфянистые и оподзоленные	6,51	<10	5,76	0,06	27,64	18,35	13,10	711
Торфянисто - и торфяно-глеевые	22,38	20	2,67	0,03	22,2	10,04	11,43	2870

На этапе строительства железнодорожной линии наиболее сильное воздействие на почвенный покров и почвы происходит при производстве земляных работ, которые могут сопровождаться следующими негативными явлениями: техногенным нарушением мезо- и микрорельефов, вызванным профилированием и отсыпкой трассы, многократным прохождением тяжелой строительной техники (рытвины, колеи, борозды и др.); полным или частичным уничтожением органогенного слоя и выносом на поверхность малопродуктивных подстилающих пород, активизацией водной эрозии на склоновых почвах – подбурах. Нарушение мохового слоя на торфянисто- и торфяно-глеевых почвах существенно увеличивает глубину протаивания и может способствовать образованию термокарстовых провалов аналогично тому, как это отмечается при разных антропогенных воздействиях на мерзлотные почвы других районов Якутии [7–10 и др.].

В целях снижения деградации почв и почвенного покрова необходимо использовать весь известный комплекс противозерозионных мероприятий и соблюдать агротехнические, строительные и другие требования к производству земляных работ, изложенные в строительных нормах на земляные сооружения [11, 12].

В зоне строительства и эксплуатации железнодорожной линии можно ожидать загрязнение почв:

а) тяжелыми металлами, в особенности свинцом, за счет выхлопных газов автотранспорта. Считается, что наиболее сильно это влияние прослеживается в полосе шириной 8–10 м. В меньшей мере это влияние проявляется в прилегающей полосе шириной до 40–50 м;

б) нефтепродуктами за счет разлива при их транспортировании.

Фоновое содержание тяжелых металлов во всех почвах (см. табл. 2) существенно ниже ОДК, рекомендованных в ряде российских нормативных документов для песчаных и супесчаных почв (Pb – 32 мг/кг; Cd – 0,5 ; Zn – 55; Cu – 33; Ni – 20 мг/кг). Безопасный уровень загрязнения нефтепродуктами в почвогрунтах территории России составляет 1000 мг/кг [13].

Относительно высокое содержание НП, соответствующее умеренному уровню загрязнения для почвогрунтов России, обнаружено в торфяных горизонтах торфянисто-глеевых почв, что обусловлено высокими сорбционными свойствами торфа. Согласно экспериментальным данным, использование торфа в качестве мелиоранта на нефтезагрязненных почвах Западной Сибири не позволяет проникновению нефти в более глубокие слои почвы и способствует восстановлению плодородия почв [14]. Однако слабая способность мерзлотных почв Якутии к самоочищению [15] предопределяет повышенную опасность устойчивого накопления НП и тяжелых металлов в изученных почвах. При соблюдении технологического регламента химическое загрязнение почв может иметь локальный характер; в условиях, благоприятных для миграции вещества (склоновых) приобретает площадные формы.

Выводы. Почвы района строительства железнодорожной линии ст. Таежный – Таежный ГОК характеризуются укороченным, как правило, < 50 см, профилем с высоким содержанием щебня и камней и обладают низким потенциальным плодородием. Эти особенности в сочетании со своеобразными природными и ландшафтными особенностями Алданского нагорья обуславливают невысокую устойчивость изученных почв к техногенному воздействию и, следовательно, быструю деградацию и слабую релаксацию почв при строительстве линейных сооружений.

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 0376-2014-0004. Тема 54.1.2 «Механизмы трансформации и закономерности функционирования почв криолитозоны в условиях глобальных изменений: факторы, современное состояние и прогноз». Направление 54 «Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)» программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Литература

1. Еловская Л.Г., Коновровский А.К. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии. – Новосибирск: Наука, 1978. – 173 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 24. Якутская АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Кн. 1. – 607 с.
3. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
4. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
5. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. – М.: Наука, 1971. – 268 с.
6. Коновровский А.К. Почвы севера зоны Малого БАМа. – Новосибирск: Наука, 1984. – 120 с.
7. Гаврильев П.П., Угаров И.С., Ефремов П.В. Мерзлотно-экологические особенности таежных агроландшафтов Центральной Якутии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2001. – 196 с.
8. Гаврильев П.П. Классификация геоэкологических и почвенных процессов по степени опасности и безопасности для сельскохозяйственного освоения // Мерзлотные почвы: разнообразие, экология и охрана. – Якутск, 2004. – С. 151–154.
9. Оконешникова М.В. Влияние строительства магистрального газопровода на почвенный покров в условиях Центральной Якутии // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 9. – С. 50–53.
10. Оконешникова М.В. Современное состояние и прогноз изменений почв долины Средней Лены (Центральная Якутия) // Вестник Томск. гос. ун-та. Биология. – 2013. – № 3 (23). – С. 7–18.
11. РД 51-2-95. Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов. – М., 1995. – 62 с.
12. СП 11-102-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., 1997. – 41 с.
13. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М.: Наука, 2001. – 125 с.
14. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В.П. Середина, Т.А. Андреева, Т.П. Алексеева [и др.]. – Томск: Изд-во ТГУ, 2006. – 270 с.
15. Последствие пестицидов и прогнозирование загрязнения их остатками территории / В.А. Ковда, М.А. Глазовская, М.С. Соколов [и др.] // Известия Академии наук СССР. Сер. биологическая. – 1977. – № 1. – С. 120–124.

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ГРУППИРОВОК ИРБИСА (*PANTHERA UNCIA SHREBER, 1775*) НА ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

На основе собственных исследований рассмотрено современное состояние группировок ирбиса (*Panthera uncia Shreber, 1775*) в пределах Тувы. Выделены ключевые группировки ирбиса на рассматриваемой территории. Приведены данные по относительной численности, а также рассчитана плотность группировок.

Ключевые слова: ирбис, Тува, экология, распространение, численность.

A.N. Kuksin, S.V. Spitsyn, D.G. Medvedev

CURRENT DISTRIBUTION AND ABUNDANCE STATE OF THE SNOW LEOPARD (*PANTHERA UNCIA SHREBER, 1775*) GROUPINGS IN THE TUVA TERRITORY

On the basis of the own research the current state of the snow leopard (*Panthera uncia Shreber, 1775*) groupings within Tuva is considered. The especially significant groupings of snow leopards in the studied area are revealed. The data on the relative abundance are given and the density of groupings is calculated.

Key words: snow leopard, Tuva, ecology, distribution, abundance.

Введение. Снежный барс (*Panthera uncia*) в России распространён в горах Алтае-Саянской горной области (Республики Тыва, Алтай, Бурятия, Хакасия, юг Красноярского края, Иркутская область), и здесь же проходит северная граница ареала [14]. При этом Республика Тыва (Тува) из всех вышеуказанных административных регионов, ввиду особенностей географического расположения, экологических условий, высокой степени гористости, является ключевым регионом для обитания ирбиса в России. Именно в Тыве обнаружено большее количество (5) ключевых участков с устойчивыми группировками [14]: Чихачевская, Цаган-Шибэтинская, Шапшальская, Сангиленская, Восточно-Саянская. В границах данного региона расположены основные трансграничные высокогорные хребты (Чихачёва, Шапшальский, нагорье Сангилен, Восточный Саян), в пределах которых происходит миграция отдельных особей между тувинскими, бурятскими и монгольскими группировками ирбиса.

Ввиду весьма скрытного образа жизни и обитания в труднодоступных горных экосистемах со сложнопереосечённым рельефом ирбис до сих пор остаётся одним из наименее изученных видов семейства Кошачьих не только на территории России, но и в пределах всего ареала. Это касается практически всех аспектов экологии вида, в том числе и определение численности на отдельных участках.

В начале 2000-х годов общая численность вида на территории России оценивалась экспертами в 150–200 особей [14], но в дальнейшем, при более углубленном изучении экологии ирбиса в отдельных очагах распространения, эта цифра была значительно снижена [12].

До настоящего времени для определения относительной численности использовался метод учётов отпечатков лап на снегу [7]. Однако, ввиду набора факторов, влияющих на результат учётов и определения принадлежности отпечатков отдельным особям, данный метод давал лишь приблизительные данные.

Тем более что, как показывают наши исследования, каждая группировка ирбиса является сложно устроенной структурой, включающей в себя ядро, состоящее, как правило, из 1–2 самок и 3–4 самцов. Дополнительно территорию группировки посещают особи различного статуса с разной степенью привязанности к определённой территории: транзитные, расселяющиеся, сезонно приходящие (обычно самцы, посещающие участок обитания самки во время гона).

В последнее время в процесс изучения численности ирбиса активно включаются методы с применением фоторегистраторов и молекулярно-генетического анализа, дающие достоверные результаты относительной численности [6].

Цель и задачи. На основе имеющегося материала провести анализ современного состояния отдельных группировок и численности ирбиса на территории Тувы.

Материалы и методы. Для изучения относительной численности ирбиса на территории Тувы нами проводились полевые исследования в основных очагах распространения данного вида, определённых на основе литературных данных [1, 8, 10, 11, 16], опросных данных и собственных наблюдений.

Основной метод – поиск и измерение следов жизнедеятельности ирбиса, главным образом отпечатков лап зверя, оставленных в снежный период [7]. Обязательным условием является наличие устоявшегося снегового покрова, в связи с чем исследования проводились преимущественно в периоды с декабря по март. С 2010 г. внедрены новые методы: фоторегистраторы, молекулярно-генетический анализ, впервые применённый для российской части ареала.

В ходе учётных работ обследовались как речные долины (следы переходов), так и гребни грив и водораздельных хребтов. Все найденные следы ирбиса промерялись (длина и ширина следа, при четком отпечатке – длина и ширина пятки передней и задней лапы, а также длина и ширина каждого пальца; длина шага зверя и ширина следовой дорожки). Места встреч следов наносились на рабочую карту.

В соответствии с методикой учета следов жизнедеятельности ирбиса [9] отмечались все встреченные метки (поскребы, мочевые и пахучие метки).

Для картирования следов жизнедеятельности вида применялись топографические карты масштаба 1:100000 и GPS-навигаторы, цифровое фото и видеоприборы. В дальнейшем все полученные данные заносились в геоинформационную базу данных на основе программы ArcMap 9.3.

Плотность группировок рассчитывалась в соответствии с рекомендациями SLIMS [9].

Также в полевых условиях проводился опрос и анкетирование местного населения.

Результаты и их обсуждение. В период с 2004 по 2013 г. на ключевые участки обитания ирбиса в пределах Тувы (Шапшальский, Цаган-Шибэтинский, Чихачёвский, Сангиленский, Западно-Саянский) проведено 17 полевых выездов с целью мониторинга группировок ирбиса. Во время экспедиций отработано 976 человеко-суток, общая длина пеших маршрутов составила около 3800 км (рис. 1).

Подавляющее большинство работ было проведено в юго-западной части Тувы, что связано с организацией здесь модельных площадок для мониторинга состояния группировок хищника в условиях усиления антропогенного воздействия на высокогорные экосистемы.

Также проведены исследования на граничащих с Тувой территориях Восточного Саяна в Иркутской области и Бурятии.

На хр. Цаган-Шибэту участок работ охватывает бассейны рек Барлык и Тоолайлыг (рис.1). Примыкая непосредственно к границе Монголии, участок является коридором для миграции отдельных особей по территории трансграничного хребта. По результатам учётов следовой деятельности относительная численность на хр. Цаган-Шибэту в период 2004–2012 гг. варьировала от 4 до 10 особей [2, 3, 6]. При этом некоторое увеличение численности наблюдалось в 2010–2011 гг. Применение автоматических камер слежения с последующей индивидуальной идентификацией исследовательской группой ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова (г. Москва) в 2010–2011 гг. подтверждают обитание на трансграничном участке правобережья р. Барлык 6 особей ирбиса [13]. Наши данные метода фотоловушек позволили выявить на хр. Цаган-Шибэту 20 отдельных особей в период 2012–2014 гг., из которых 17 взрослых и 3 котёнка [6]. При этом регулярно отмечалось лишь 4 особи. Статус некоторых особей остаётся невыясненным.

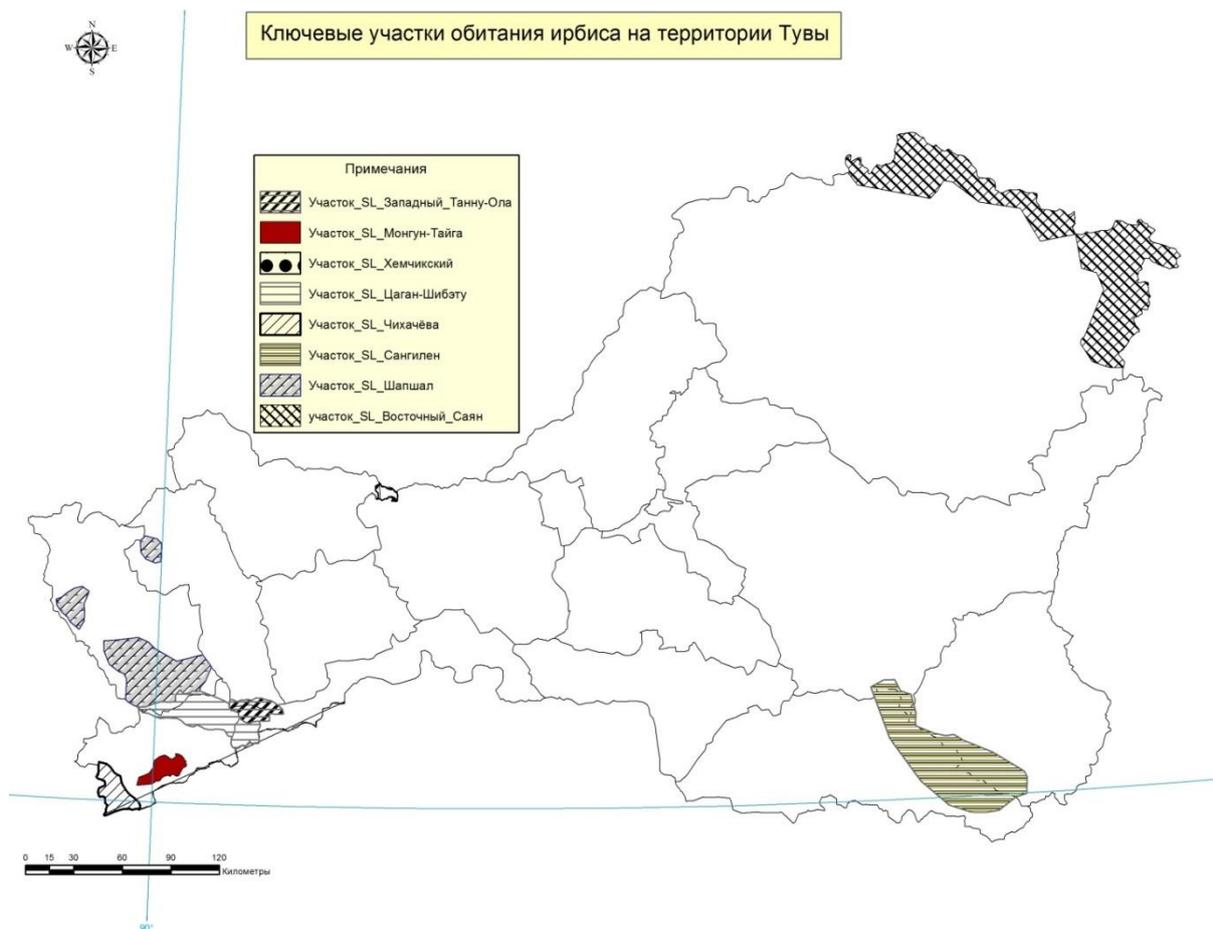


Рис. 1. Ключевые участки обитания ирбиса на территории Тувы

В то же время на базе лаборатории молекулярно-генетического анализа Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН) проведён анализ 45 проб экскрементов и образцов шерсти, собранных на данном хребте в период 2010–2014 гг. Результаты показали, что на хребте отмечено 19 разных особей ирбиса.

В марте 2010 г. в правобережной части р. Барлык визуально отмечена и сфотографирована самка с двумя котятками примерно 20–21-месячного возраста [3]. Через 1 год, в марте 2011 г., сотрудниками ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова (г. Москва) при помощи камеры слежения отсняты кадры самки с двумя котятками, но уже 8–9-месячного возраста, в пределах того же участка, что и предыдущий, что предполагает удачное размножение данной самки в 2010 г. [13]. В период с октября 2012 г. по август 2013 г. нами в правобережной части р. Барлык фотоловушками регулярно регистрировалась самка с одним котёнком помёта 2012 г.

Участок на высокогорном массиве Монгун-Тайга включает бассейны рек с истоками на его юго-восточных и южных макросклонах. В период с апреля по декабрь 2011 г. при помощи фотоловушек «Resonux» (предоставлены ИПЭЭ РАН, г. Москва) и «Veber» (предоставлены WWF России) получены снимки трёх разных особей ирбиса. В апреле 2011 г. инспектору заповедника «Убсунурская котловина» фотоаппаратом удалось отснять 1 особь. Ранее считалось, что ирбис здесь отсутствует либо его присутствие носит характер временного пребывания во время прохода между хребтами Чихачёва и Цаган-Шибэту [12]. В ноябре 2013 г. скотовод из ур. Кадыр-Орук наблюдал переход 1 особи снежного барса через р. Каргы в направлении от массива Монгун-Тайга в сторону южного склона хр. Цаган-Шибэту. Наличие постоянной группировки здесь ставится под сомнение из-за небольшой численности на данном массиве козерога [6], а также редких случаев нападения на домашний скот. Это требует дальнейших исследований для оценки статуса данных особей как транзитных или же части постоянной небольшой местной группировки.

Относительная численность ирбиса на ключевых участках

Участок	Период наблюдений	Потенциально пригодная площадь для обитания, км ²	Относительная численность	Плотность группировки на 100 км ²
Хр. Цаган-Шибэту и западная оконечность хр. Западный Танну-Ола	2004-2013	1494	10-12	0,7
Высокогорный массив Монгун-Тайга	2006, 2011, 2012	298	2-4	1
Хр. Шапшальский	2004, 2011	2034	6-8	0,3
Хр. Чихачёва	2010-2013	436	4-5	0,9
Нагорье Сангилен	2004, 2009	3288	8-10	0,2
Хр. Удинский	2000, 2012	1369	2-4	0,2 - 0,4
Пик Топографов	2013- 2015	388	1-2	0,25-0,5

Хр. Шапшальский включает 2034 км² потенциально пригодной площади для обитания снежного барса. В 2011 г. зимний (февраль) учет в бассейне р. Шуй позволил выделить 5–6 особей снежного барса [5]. При использовании фоторегистраторов в течение 2014 г. выявлено 4 взрослых особи (1♀+3♂) и 2 котёнка, родившихся в 2014 г. Кроме этого, отдельные особи регулярно отмечаются местными скотоводами в бассейнах рек Чоон-Хем и среднем и верхнем течении р. Хемчик. На основании этого предполагается постоянное обитание в данном очаге (хр. Шапшальский) 6–8 особей снежного барса.

На хребте Чихачёва ирбис постоянно отмечается лишь в юго-восточной (Тува) и южной частях (Республика Алтай). Здесь, по результатам учётов следов в октябре-декабре 2011 г., выявлено 4 отдельных особи [6]. Эти данные подтверждаются методом регистрации с помощью автоматических камер слежения. При этом регулярно отмечается размножение здесь ирбиса. Так, в 2011 г. отмечена самка с котёнком, а в период с января по март 2015 г. – самка с двумя котятами в возрасте 8–9 месяцев. При обследовании северо-западной части хребта (бассейн р. Устуу-Ыймааты) в период 2004–2006, 2011 гг. не удалось обнаружить следы пребывания ирбиса, несмотря на постоянное обитание здесь основных его жертв. В пойме р. Берт-Адыр (приток р. Устуу-Ыймааты) в 2011 г. отмечено четыре задира примерно двухлетней давности. Опрос местного населения позволил получить данные о встрече следов хищника здесь в 2009 г. Всё это позволяет говорить о непостоянном присутствии здесь ирбиса, что объясняется, по нашему мнению, высоким уровнем браконьерского пресса.

Очаг на нагорье Сангилен расположен в юго-восточной части региона в 500 км восточнее группировок в юго-западной части. По нашей оценке, обитает не менее 8–10 особей. Наличие здесь стабильной группировки подтверждается как литературными данными [12, 14], так и результатами МГА (молекулярно-генетического анализа) [15].

Существует устойчивая группировка и на хр. Восточный Саян. Это подтверждается устными сообщениями о визуальных встречах с ирбисом. Также имеются данные о гибели самца в браконьерской петле в феврале 2012 г. и другие факты обитания снежного барса на хребтах, разграничивающих Туву с Иркутской областью и Бурятией [8].

На Западном Саяне следы ирбиса периодически отмечаются на Хемчикском и Куртушибинском хребтах.

Выводы. На основе собственных исследований с применением новых методов учёта (фоторегистраторы, молекулярно-генетический анализ) на территории Тувы нами выявлено 5 устойчивых группировок ирбиса, определена относительная численность ирбиса на ключевых участках обитания в Туве. Шапшальский – 0,3–0,4 ос/100 км², Сангиленский – 0,2 ос/100 км², Чихачёвский (хр. Чихачёва) – 0,9 ос/100 км², Монгун-Тайгинский – 0,6–1,3 ос/100 км², Цаган-Шибэтинский (с включением западной оконечности хр. Западный Танну-Ола) – 0,5 ос/100 км². На северной и во-

сточной границах Тувы на Восточном Саяне в Удинском хребте плотность ирбиса на 100 км² – 0,2–0,4, а в районе пика Топографов и оз. Коке-Холь – 0,25–0,5 (рис. 2).

Наименьшая общая численность ирбиса на территории Тувы оценивается нами в 33–45 особей, что с учётом особей с неопределённым статусом, не закреплённых на определённых участках, может достигать 60–70 особей.

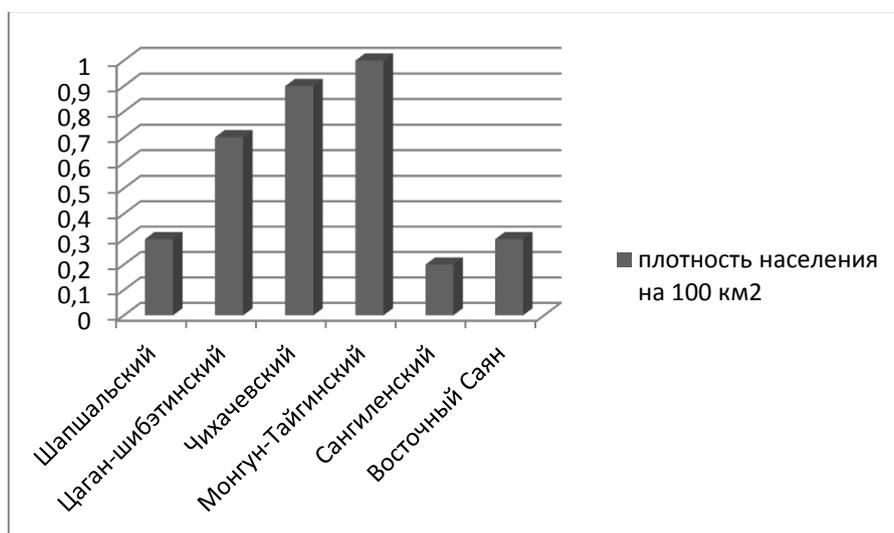


Рис. 2. Соотношение плотности вида на участках

Литература

1. Куксин А.Н. Вертикальное распространение ирбиса (*Panthera uncia* Shr., 1775 (Jonsonet. al., 2006) в Туве // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов. – Ховд, 2013. – Т.1. – С. 101–103.
2. Куксин А.Н. Отчет заповедника «Убсунурская котловина» по гранту WWF «Разработка рекомендаций для сохранения снежного барса на хр. Цаган-Шибэту, Юго-Западная Тыва» // Архив Всемирного фонда дикой природы (WWF). – Кызыл, 2010.
3. Куксин А.Н. Отчет о первом Российско-Монгольском зимнем учете снежного барса на территории хребта Цаган-Шибэту в 2010 г. // Архив Всемирного фонда дикой природы. – Кызыл, 2010.
4. Куксин А.Н. Отчет рабочей группы заповедника «Убсунурская котловина» о результатах полевых работ на нагорье Сангилен (бассейн р. Балыктыг-Хем) в сентябре-октябре 2009 г. // Архив заповедника «Убсунурская котловина». – Кызыл, 2009.
5. Куксин А.Н. Отчет заповедника «Убсунурская котловина» по гранту WWF «Разработка рекомендаций по сохранению ирбиса в южной части Шапшальского хребта и на хр. Цаган-Шибэту» // Архив Всемирного фонда дикой природы (WWF). – Кызыл, 2011.
6. Куксин А.Н. Отчёт по организации изучения ключевой трансграничной группировки снежного барса на хребтах Цаган-Шибэту, Чихачева и кластерном участке «Монгун-Тайга» в Юго-Западной Туве с использованием автоматических фотокамер // Архив Всемирного фонда дикой природы. – Кызыл, 2012.
7. Матюшкин Е.Н., Кошкарев Е.П. Следы снежного барса // Охота и охотничье хозяйство. – 1990. – № 2. – С. 14–17.
8. Медведев Д.Г. История открытия и изучения снежного барса (*Uncia uncia* Shreber, 1776) в Иркутской области // Байкальский зоологический журнал. – Иркутск: РИО НЦРВХ СО РАН, 2012а. – № 1(9). – С. 102–104.
9. Методы полевого изучения и сохранения ирбиса / под ред. Е.Н. Панова, А.Д. Пояркова, А.Е. Субботина; пер. с англ Е.Н. Панова. – М.: Изд. фирма «А.В. Туров», 2001. – 303 с.

10. Никифоров В.М., Шурьегин В.В. Современное распространение снежного барса в Тувинской АССР. Редкие виды млекопитающих и их охрана. – М.: Наука, 1977. – 139 с.
11. Пальцын М.Ю. Отчет о полевых работах на хр. Сенгелен, Юго-Восточная Тыва, июнь 2004 // Архив Всемирного фонда природы (WWF). – Кызыл, 2004.
12. Сохранение снежного барса в России / М.Ю. Пальцын, С.В. Спицын, А.Н. Куксин [и др.]. – Красноярск: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2012. – 104 с.
13. Поярков А.Д., Карнаухов А.С. Исследование группировки ирбисов в Юго-Западной Тыве // Отчёт ИПЭЭ РАН. – М., 2012.
14. Стратегия сохранения снежного барса (ирбиса) в России / А.Д. Поярков, В.С. Лукаревский, А.Е. Субботин [и др.] // Всемирный фонд природы (WWF). – М., 2002.
15. Неинвазивный молекулярно-генетический анализ в исследованиях экологии ирбиса: проблемы и перспективы / В.В. Рожнов, Е.Ю. Звычайная, А.Н. Куксин [и др.] // Экология. – 2011. – № 6. – С. 403–408.
16. Смирнов М.Н., Соколов Г.А., Зырянов А.Н. Распространение и состояние численности снежного барса на юге Сибири // Бюл. МОИП. – 1991. – Т. 96. – Вып. 1. – С. 27–34.



УДК 581.522.5

И.И. Гаврилин, А.М. Шигапов

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

В статье представлены результаты исследований токсического воздействия нефтяного загрязнения почвогрунтов на анатомо-морфологические характеристики растений. Особое внимание уделено вопросам перспективы использования метода фиторемедиации при очистке почвогрунтов, загрязненных нефтепродуктами. Проведена оценка прямого токсического воздействия на растения углеводородов нефти. По результатам исследований фитотоксичности нефтезагрязненных почв определен наиболее эффективный вид растения для использования при рекультивации нефтезагрязненных почв.

Ключевые слова: нефтепродукты, загрязнение, почва, фитотоксичность, фиторемедиация, растения, биомасса.

I.I. Gavrilin, A.M. Shigarov

THE PROSPECTS OF THE BIOINDICATION RESEARCH METHOD USE FOR THE ASSESSMENT OF THE OIL-POLLUTED SOIL PHYTOTOXICITY

The research results of the toxic influence of the soil oil pollution on the anatomical and morphological characteristics of plants are presented in the article. Special attention is given to the prospects of the phytoremediation method use for the purification of soils polluted by oil products. The assessment of the direct toxic influence of the oil hydrocarbons on the plants is carried out. According to the research of the polluted soil phyto-toxicity the most effective type of plants for the use in the oil-contaminated soil recultivation is determined.

Key words: oil products, pollution, soil, phyto-toxicity, phytoremediation, plants, biomass.

Введение. В мировом сообществе нефть и нефтепродукты, с одной стороны, являются важнейшим стратегическим органическим сырьем, обеспечивающим рост и развитие экономики, с другой – опасными загрязнителями компонентов окружающей среды [1].

В зонах техногенного воздействия основная масса загрязнения нефтью и нефтепродуктами, как правило, находится в системе «атмосфера-гидросфера-педосфера», а именно в трех компонен-

тах экосистем: приземной слой атмосферы, поверхностные воды и почвенный покров. В результате загрязнения нефтью и нефтепродуктами компонентов экосистем через воздушную, водную и почвенную среды происходит поступление загрязнителей в живые организмы, их дальнейшая трансформация, аккумуляция, перераспределение и перемещение.

Однако, если в приземном слое атмосферы и поверхностных водах высокие концентрации нефти и нефтепродуктов наблюдаются непродолжительный промежуток времени и вследствие достаточного разбавления снижаются, то в почвах загрязнение накапливается и существенно влияет на их свойства, а степень устойчивости определяется их буферностью. Под буферностью почв следует понимать способность почв обеспечивать минимальный уровень содержания нефтепродуктов в почвенном растворе.

Загрязнение нефтью почв сопровождается сильным негативным воздействием на растения, главным образом из-за изменения её физико-химических свойств (увеличение гидрофобности, заполнение нефтью почвенных капилляров) и прямого токсического действия углеводородов нефти (фитотоксичности) [2], обусловленного содержанием в нефти токсических компонентов.

На сегодняшний день для ликвидации нефтяного загрязнения используется широкий выбор методов, однако из всех существующих способов очистки и рекультивации почв при умеренной степени загрязнения наиболее эффективными считаются биологические, среди которых существенное признание в науке приобретают приемы фиторемедиации [3–5].

При фиторемедиации положительное воздействие посева растений на нефтезагрязненную почву объясняется тем, что растения используют углеводороды нефти в качестве дополнительного питания и способствуют улучшению газовоздушного режима загрязненной почвы, обогащая её при этом различными активными соединениями, что в конечном итоге стимулирует рост числа микроорганизмов и, соответственно, ускоряет разложение нефти и нефтепродуктов [6].

Следует отметить, что существенным недостатком использования растений при рекультивации нефтезагрязненных почв является их высокая чувствительность к нефтяному загрязнению в силу его токсичности, поэтому фиторемедиация может применяться лишь на почвах со средним уровнем загрязнения.

Цель исследований. Оценка прямого токсического воздействия различных концентраций углеводородов нефти на анатомо-морфометрические характеристики растений, произрастающих на загрязненных почвах.

Основная задача исследований заключалась в определении эффективности видов растений при рекультивации нефтезагрязненных почв.

Материалы и методы исследований. Лабораторные и камеральные исследования проводились на базе лаборатории «Мониторинг окружающей среды» Уральского государственного университета путей сообщения, производился посев семян и их дальнейшее выращивание в загрязненной почве.

Для оценки эффективности метода фиторемедиации проводились полевые исследования с отбором проб почв, наиболее характерных для природно-климатических условий Свердловской области [7]. В качестве тест-объектов использовались семена культур, произрастающих в природно-климатических условиях Среднего Урала и широко применяемых в качестве фитомелиорантов: клевер луговой (*Trifolium pratense* (L.)), овес посевной (*Avena sativa* (L.)), горчица обыкновенная (*Brassica nigra* (L.) Koch.) [8].

Достоверность данных биотестирования обеспечивалась выращиванием тест-объектов в равных условиях. Для исследований были подобраны сосуды из инертного нетоксичного материала одинаковой цветовой гаммы, емкостью 5 литров, вмещающие 4 кг почвы. В каждый из сосудов с равномерным распределением по поверхности производилась посадка семян тест-объектов в количестве 200 шт. Тест-объекты выращивались при одинаковых внешних факторах воздействия: освещенность, приближенная к реальным условиям; влажность почвы, поддерживаемая на уровне 60 % полной влагоемкости; температура, поддерживаемая на уровне 18–25 С⁰. Полив производился в одинаковое время и с одинаковым объемом. В образцы почв предварительно вносилось опре-

деленное количество сырой нефти для получения установленных значений концентрации: 10 и 20 мг/кг. Контрольные образцы применялись без загрязнения сырой нефтью.

Основная концепция исследований заключалась в быстрой оценке влияния загрязненных почв на морфометрические показатели тест-объектов, выращиваемых на протяжении 45 суток.

Результаты исследований и их обсуждение. Первый этап исследований, проведенный в период 2012–2013 гг. [1], включал в себя изучение биологических методов очистки почв, с использованием метода биоремедиации, основанного на внесении органических структурообразующих субстратов в состав сильнозагрязненных нефтью и нефтепродуктами почв. По результатам исследований доказано, что эффективность применения предлагаемого метода достигает 60 % деструкции нефтепродуктов от их первоначального содержания.

Таким образом, применение метода биоремедиации обеспечивает восстановление сильнозагрязненных почв до уровня, который позволяет использовать следующий этап биологической очистки – фиторемедиацию. Одной из существенных проблем метода фиторемедиации является выбор растений с повышенным уровнем «выживаемости» и продуктивности в загрязненных почвах.

Второй этап исследований биологических методов очистки по изучению фитотоксичности нефтезагрязненных почв проводился в 2013–2014 гг. В рамках исследований определялись: всхожесть, энергия прорастания и другие анатомо-морфометрические признаки растений, выращиваемых в почве с разными концентрациями нефти, а также зависимость фитотоксичности от степени загрязнения почв.

Наблюдения за ростом растений в период экспериментальных работ показали, что нефтепродукты, в том числе в небольших концентрациях (1–2 % от массы почв), оказывают высокое токсическое воздействие на растения. Выявлена прямая зависимость анатомо-морфологических признаков растений от изначальной концентрации нефтепродуктов в загрязненных почвах. Результаты исследований представлены в таблицах 1–3.

Для визуализации полученных данных результаты исследований по определению фитотоксичности почвы представлены на рисунке.



Результаты исследований фитотоксичности нефтезагрязненных почв (с концентрацией нефти: 0, 10, 20 мг/кг – слева направо) на произрастание тест-объектов: а – клевер луговой (*Trofolium pretense* (L.)); б – овес посевной (*Avena sativa* (L.)); в – горчица обыкновенная (*Brassica nigra* (L.) Koch.)

Всхожесть тест-объектов в почвах с разными концентрациями загрязнения нефтью

Концентрация нефти, мг/кг	Всхожесть, %		
	Клевер луговой (<i>Trofolium pratense</i> (L.))	Овес посевной (<i>Avena sativa</i> (L.))	Горчица обыкновенная (<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.)
0	30	110	12
10	36	169	8
20	15	161	2

Анализ всхожести тест-объектов в зависимости от концентрации нефтяного загрязнения в почвах в образцах с тест-объектами *Trofolium pratense* (L.) и *Avena sativa* (L.) показал отсутствие прямой взаимосвязи токсичности почв на растения при различных концентрациях нефтяного загрязнения. К основной причине того, что не установлено прямой взаимосвязи, следует отнести то, что нефтепродукты, являясь по своему составу углеводородами, выступают в качестве дополнительного питания растений. В связи с этим при малых концентрациях нефтяного загрязнения всхожесть семян тест-объектов закономерно увеличивается. Однако при дальнейшем увеличении концентрации нефтяного загрязнения всхожесть семян тест-объектов начинает снижаться, что в свою очередь свидетельствует о токсическом воздействии нефти на растения.

При применении в качестве тест-объекта *Brassica nigra* (L.) Koch. получена положительная зависимость всхожести семян растения от концентрации нефтяного загрязнения.

В результате исследований выявлено, что наиболее устойчивым по критерию всхожести семян из предложенных растений к нефтяному загрязнению является *Avena sativa* (L.). Количество взошедших семян в нефтезагрязненных почвах составило 80–85 % от их общего количества, при сравнительно небольшом значении тест-объектов *Trofolium pratense* (L.) и *Brassica nigra* (L.) Koch, всхожесть семян которых в среднем составила лишь 12 и 3 % соответственно. Относительно низкая всхожесть семян тест-объектов *Trofolium pratense* (L.) и *Brassica nigra* (L.) Koch, кроме токсического влияния углеводородов нефти, может быть связано с низким качеством семян.

Длина ростков и корней тест-объектов в почве с разными концентрациями загрязнения нефтью

Концентрация нефтепродуктов, мг/кг	Клевер луговой (<i>Trofolium pratense</i> (L.))	Овес посевной (<i>Avena sativa</i> (L.))	Горчица обыкновенная (<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.)
	Высота ростков, см.		
0	18±3	47±5	18±2
10	8±1	33±3	10±1
20	6±0,5	27±2	4±0
Длина корней, см			
0	7±1	20±4	11±2
10	7±1	13±2	5±1
20	6±0,5	10±2	3±0

На основании полученных данных во всех исследуемых вариантах выявлена положительная зависимость длины ростков и корней тест-объектов в зависимости от концентрации нефтяного загрязнения в почвах. Длина ростков и корней, произрастающих на нефтезагрязненной почве тест-объектов, заметно снижается при увеличении концентрации загрязнения. Кроме того, при увеличении концентрации нефтяного загрязнения почв увеличивается негативное влияние на эффективность произрастания тест-объектов (см. рис.).

На основании полученных данных зависимости длины ростков тест-объектов от концентрации нефтяного загрязнения выявлено, что наименьшее токсическое влияние оказывается на *Avena sativa* (L.). Уменьшение длины ростков *Avena sativa* (L.) от нефтяного загрязнения, равного 10 мг/кг, составило 29 %, а при 20 мг/кг – 42 %. Тогда как в образцах с применением *Trofolium pretense* (L.) и *Brassica nigra* (L.) Koch. уменьшение составило порядка 50 % при 10 мг/кг и 70 % при 20 мг/кг.

Как видно из данных таблицы 2, наименьшему негативному токсическому воздействию подвергается корневая система *Trofolium pretense* (L.). Уменьшение длины корневой системы *Trofolium pretense* (L.) от нефтяного загрязнения до 20 мг/кг составляет лишь 12,5 %.

Таблица 3

Биомасса тест-объектов в почвах с разными концентрациями загрязнения нефтью

Концентрация нефти, мг/кг	Биомасса, мг		
	Клевер луговой (<i>Trofolium pretense</i> (L.))	Овес посевной (<i>Avena sativa</i> (L.))	Горчица обыкновенная (<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.)
0	1,098	10,235	1,047
10	0,503	6,827	0,177
20	0,103	6,780	0,004

Анализ результатов исследований биомассы тест-объектов в почве с разными концентрациями загрязнения нефтью показывает, что присутствие в почвах углеводородов нефти, даже в небольших концентрациях, негативно сказывается на росте растений и тем самым на значениях их биомассы. В вариантах с применением в качестве тест-объектов *Avena sativa* (L.) и *Trofolium pretense* (L.) содержание углеводородов нефти в количестве менее 1% от массы почв приводит к угнетению роста растений, вследствие чего их биомасса уменьшается на 30 и 50 % соответственно, а в варианте с *Brassica nigra* (L.) Koch. уменьшение произошло на 83 %.

Дальнейшее увеличение концентрации нефтяного загрязнения в образцах почв приводит к более высокой степени угнетения роста растений, так, уменьшение биомассы тест-объектов при содержании углеводородов нефти в почвах 20мг/кг составило: *Trofolium pretense* (L.) – 90,6 %; *Avena sativa* (L.) – 33,7; *Brassica nigra* (L.) Koch. – 99,6 %.

Следовательно, учитывая данные по такому показателю, как биомасса тест-объектов, наиболее приемлемым видом растения для использования его в целях рекультивации нефтезагрязненных почв является *Avena sativa* (L.). Значение биомассы *Avena sativa* (L.) практически в 10 раз превышает значения биомассы других исследованных тест-объектов. Негативное воздействие, оказываемое на биомассу тест-объектов, сказывается на *Avena sativa* (L.) менее, чем на других тест-объектах.

Полученные результаты исследований тест-объектов, выращиваемых в камеральных условиях на нефтезагрязненной почве в течение 45 суток, свидетельствуют, что во всех исследуемых объектах проявляется острое токсичное влияние нефтезагрязненных почв на анатомо-морфометрические характеристики тест-объектов. При этом более высокие концентрации нефти в почвах вызывают усиление токсического влияния на произрастание растений.

Необходимо отметить, что в рамках проведенных исследований выявлена плохая смачиваемость нефтезагрязненных почв при их поливе. Вода застаивалась, собираясь на поверхности, и не проникала в почву. Тем самым содержание нефтепродуктов в почве, кроме прямого токсического воздействия, препятствует полноценному росту и развитию растений в загрязненных почвах вследствие нарушения водно-воздушного режима.

По результатам практического применения фиторемедиации в составе первого этапа исследований биологических методов очистки на загрязненных почвах отмечается факт существенного снижения концентрации углеводородов нефти в течение 30–45 дней практически до уровня ориентировочно допустимых концентраций [9].

Основное достоинство предлагаемого комплекса биологических методов очистки почв заключается в том, что не разрушается плодородный слой, не требуется применение специальной техники, не оказывается попутного негативного воздействия на компоненты окружающей среды, практически не оказывается отрицательного влияния на функционирование аборигенных почвенных биоценозов и не создается препятствий восстановлению первоначального микробного сообщества в почве. В процессе применения биологических методов происходит повышение биогенности почв, это способствует активизации природных резервов экосистемы, увеличению численности аборигенной микрофлоры и росту растений, что в комплексе приводит к очищению грунтов от углеводородов нефти.

Выводы. Таким образом, полученные результаты исследований свидетельствуют, что посев растений на нефтезагрязненную почву является одним из перспективных направлений доочистки. Наиболее эффективным в качестве фиторемедианта является *Avena sativa* (L.), который среди исследуемых тест-объектов менее других подвержен токсическому воздействию нефти и наиболее приспособлен к произрастанию на загрязненных нефтью почвах. Корневая система *Avena sativa* (L.) практически не подвержена токсическому воздействию, о чем свидетельствуют результаты исследований её морфометрических характеристик. Развитая корневая система *Avena sativa* (L.) способствует образованию почвенных пор, благодаря которым усиливается доступ кислорода в нижележащие слои грунта, развитие в ризосферной среде микроорганизмов, синтез ферментов, активизирующих рост микроорганизмов и разрушение компонентов нефти [9].

Посев семян *Avena sativa* (L.) на нефтезагрязненные, предварительно рекультивированные участки позволяет создать благоприятный воздушный режим в почве, снабдить почву органическим веществом за счет отмирающих клеток корней и выделения различных биоактивных веществ, которые могут непосредственно разрушать загрязнитель или способствовать росту ризосферных микроорганизмов. *Avena sativa* (L.), показав наиболее высокие значения по выбранным критериям, является наиболее устойчивым из всех представленных вариантов растений к нефтяному загрязнению и наиболее приемлемым видом растения для использования его в целях рекультивации нефтезагрязненных почв Свердловской области.

Литература

1. Гаврилин И.И., Шигапов А.М. Перспективы использования аборигенной микрофлоры для борьбы с нефтяным загрязнением // Сб. науч. тр. IV информ. школы молодого ученого. – Екатеринбург, 2014. – С. 326–332.
2. Назаров А.В., Иларионов С.А. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв // Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – № 1. – С. 60–65.
3. Турковская О.В., Муратова А.Ю. Биodeградация органических поллютантов в корневой зоне растений // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциированных микроорганизмов с растениями. – М.: Наука, 2005. – С. 180–208.
4. Роль фитомелиорации в воспроизводстве плодородия черноземов Зауралья (Башкирия) / Я.Т. Суюндуков, Б.М. Миркин, Ш.Р. Абдуллин [и др.] // Почвоведение. – 2007. – № 10 – С. 1217–1225.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Назаров А.В. Использование микробно-растительных ассоциаций для очистки почвы от нефтяного загрязнения // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3 (5) – С. 1673–1675.
7. Гафуров Ф.Г. Почвы Свердловской области. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.

8. Гаврилин И.И., Губарь М.А. Оценка влияния железной дороги на состояние растительности по показателям фитотоксичности почв с использованием тест-объекта «*Avena Sativa L.*» // Междунар. науч.-исслед. журн. – 2012. – № 7-1 (22). – С. 27–29.
9. Гаврилин И.И., Шиганов А.М. Некоторые особенности биологических методов очистки почвогрунтов от загрязнения нефтепродуктами // Междунар. науч.-исслед. журн. – 2014. – № 3-1 (22). – С. 43–46.



УДК 597.2/.5+574.589

А.Л. Павленко, В.П. Стариков

КАРПОВЫЕ (*CYPRINIDAE*) УРБАНИЗИРОВАННОЙ И НЕНАРУШЕННОЙ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

В работе дана эколого-морфологическая характеристика рыб семейства Карповые водоёмов г. Сургута и Сургутского района.

Ключевые слова: карповые, меристические и пластические признаки, ихтиофауна.

A.L. Pavlenko, V.P. Starikov

CYPRINIDS (*CYPRINIDAE*) OF THE URBAN AND UNDISTURBED AREAS OF THE MIDDLE OB REGION

The ecological and morphological description of the Cyprinid family fish in Surgut and Surgut district reservoirs is given in the article.

Key words: cyprinids, meristic and plastic features, ichthyofauna.

Введение. В настоящее время, в связи с быстрорастущей инфраструктурой г. Сургута (строительство дорог, систем предприятий, коммуникаций и т.д.), возникает необходимость в ихтиологической характеристике водоёмов.

Различная степень техногенного воздействия на ихтиофауну водоёмов способствует изменению структуры популяций, морфологических показателей, отсюда возрастает необходимость комплексного биоиндикационного мониторинга данной территории.

По типу водного режима, климатическим условиям, источникам питания, особенностям рельефа, а также условиям формирования годового стока и его внутригодовому распределению реки бассейна Средней Оби в пределах широтного отрезка относятся к рекам лесной зоны равнинного гидрогеологического района [1].

Карповые являются самым крупным, как по числу видов (на территории округа обитают 13 видов), так и по уловам, семейством; часть из них распространены повсеместно (плотва, язь, елец), относительно неприхотливы (серебряный карась, плотва) [2]. Многие имеют существенное значение в рыболовстве.

Цель работы. Дать краткую эколого-морфологическую характеристику некоторых видов рыб семейства Карповые водоёмов г. Сургута и Сургутского района.

Материал и методы. Материал собран в характерные гидрологические сезоны (половодья, осенняя межень, зимняя межень) 2012–2014 гг. В г. Сургуте учёты рыб проведены на реках Чёрная и Сайма, озере Соровое и водохранилище ГРЭС. В качестве контроля использована старица р. Большой Юган (окрестности д. Юган Сургутского района) как относительно ненарушенный водоём [3]. Обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым стандартным мето-

дикам [4, 5]. Статистические различия в соотношении полов рассчитывали с помощью критерия χ^2 Пирсона, между выборками – t -критерия Стьюдента [6]. Показатель доминирования вычисляли при помощи индекса Бергера-Паркера (d).

Морфологические исследования проведены на фоновых видах рыб (лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)) на 91 экземпляре, из них меристические признаки исследовали у 80 экземпляров.

Результаты и их обсуждение. *Гидрохимический режим.* Мониторинг состояния поверхностных водных объектов Среднего Приобья проводился по 17 гидрохимическим показателям в контрольных створах с 2001 г. по настоящее время (р. Большой Юган, р. Чёрная, р. Сайма, оз. Соровое, водохранилище ГРЭС) [7]. По показателям химического состава водотоки Сургутского района отнесены к категории «умеренно загрязнённые», наиболее загрязнённые их них расположены в черте г. Сургута [8, 9].

В результате инвентаризационных работ нами установлен видовой состав рыб семейства Карповые водоёмов г. Сургута и Сургутского района (табл. 1): р. Чёрная включала виды – лещ *Abramis brama*, язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный карась *Carassius auratus* и елец *Leuciscus leuciscus* [10]; р. Сайма – елец, плотва, язь, серебряный карась; оз. Соровое – язь, плотва, серебряный карась, лещ, елец; водохранилище ГРЭС – плотва, лещ, язь, серебряный карась; старица р. Б. Юган – язь, плотва, серебряный карась, елец [3, 11].

Таблица 1

Видовой состав карповых рыб г. Сургута и Сургутского района

Водоём	Вид												
	<i>Abramis brama</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Carassius auratus</i>	<i>Leuciscus leuciscus</i>	<i>Leucaspis delineates</i>	<i>Gobio gobio</i>	<i>Tinca tinca</i>	<i>Carassius carassius</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>
р. Чёрная	а	+	+	+	+	п	-	-	-	-	-	-	-
р. Сайма	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
оз. Соровое	а	+	+	+	+	-	п	-	?	-	-	п	-
Водоохранилище ГРЭС	а	+	+	+	-	-	-	-	-	о/д	-	-	-
Старица р. Б. Юган (контроль)	-	+	+	+	+	п	-	-	-	-	-	-	-
Литературные данные [2–4]	а	+	+	+	+	а	+	р	+	+	+	+	+

Примечание: о/д – опросные данные; а – акклиматизант; п – предполагаем встретить; ? – точно не установлено; р – редкий.

Наибольшее число видов (5) отмечено в р. Чёрная и оз. Соровое; рыба в них нерестится и нагуливается. Речка Чёрная является рекой первого порядка, непосредственно сообщается с р. Обь, где разнообразие рыб, в том числе карповых (выше 13 видов). Оз. Соровое ограничено протоками р. Обь, здесь травянистые заросли у берегов являются привлекательным местом для фитильных рыб.

В целом доминирующий комплекс исследуемых водоёмов следующий: в р. Чёрная ($d=0,5$), водохранилище ГРЭС ($d=0,4$), старице р. Б. Юган ($d=0,6$) и оз. Соровое ($d=0,6$) массовым видом была плотва; в р. Сайма – елец ($d=0,7$). Доля серебряного карася в этих водоёмах снижалась, он

предпочитает мелководные заморные водоёмы [12], в которые другие виды рыб заходят только для нагула и нереста. Речная плотва в пойменных водоёмах (старицы, пойменные озёра) проводит меньшую часть времени [13]. Язь совершает миграции из рек в пойменные озёра и старицы для размножения и нагула, после чего возвращается в речную систему [2]. Среди других представителей карповых в оз. Соровое предполагали встретить пескаря *Gobio gobio*, который широко распространён в озёрах округа [14, 15], и озёрного голяна *Phoxinus phoxinus*; в р. Чёрная и старице р. Б. Юган – обыкновенную верховку *Leucaspis delineates*, являющуюся акклиматизантом (завезена вместе с молодью карпа в 1970-х гг. в Обь-Иртышский бассейн) [16] и в настоящее время встречающуюся повсеместно, а также линя *Tinca tinca*, который в округе очень редок и встречается в бессточных и слабопроточных озёрах [14, 15]. Однако в наших учётах эти виды не были зарегистрированы.

При сравнении значений меристических признаков одновозрастных групп *A. brama* различных водоёмов (табл. 2) различия между средними величинами лучей спинных плавников (*D*) ГРЭС/Сайма ($t(38)=0,9$, при $p<0,05$), Сайма/Юган ($t(38)=0,9$, при $p<0,05$), ГРЭС/Юган ($t(38)=2,0$, при $p<0,05$) статистически незначимы, т.е. средние не отличались.

Таблица 2

Сравнение средних меристических признаков леща различных водоёмов Среднего Приобья

Количество	Водоём			
	р. Чёрная, $n=20, M\pm m$	Водохранилище ГРЭС, $n=20, M\pm m$	р. Сайма, $n=20, M\pm m$	Старица р. Б. Юган (контроль), $n=20, M\pm m$
Ветвистых лучей в <i>D</i>	11,8±0,09	11,5±0,08	11,45±0,09	11,34±0,08
Ветвистых лучей в <i>A</i>	13,34±0,11	13,55±0,11	13,21±0,11	13,98±0,11
Жаберных тычинок	19±0,02	20±0,02	19±0,02	21±0,03
Чешуй в боковой линии	45,8±1,1	46,2±0,17	41,75±0,09	51,5±0,25

Примечание: *D* – спинной плавник; *A* – анальный плавник.

Анализ выборок Чёрная/ГРЭС ($t(38)=2,72$, при $p<0,05$); Чёрная/Сайма ($t(38)=3,3$, при $p<0,05$); Чёрная/Юган ($t(38)=4,5$, при $p<0,05$) показал, что различия средних значений меристических признаков статистически значимы. Обратный результат выявлен при сравнении средних значений ветвистых лучей в анальных плавниках (*A*): Чёрная/ГРЭС ($t(38)=1,5$, при $p<0,05$); Чёрная/Сайма ($t(38)=0,9$, при $p<0,05$), т.е. отличия выборок не отличались.

Проанализировав аналогично другие показатели меристических признаков *A. brama*, установили, что с каждым последующим показателем идёт уменьшение количества выборок, в которых статистически незначимы отличия значений: Г/С, С/Ю, Г/Ю – *D* (спинной плавник); Ч/Г, Ч/С – *A* (анальный плавник), Ч/С – ж. т. (жаберные тычинки); Ч/Г – б.л. (боковая линия); во всех остальных случаях средние значения выборок статистически различались.

Сравнение значений меристических признаков одновозрастных групп *R. rutilus* Чёрная/ГРЭС ($t(38)=2,45$, при $p<0,05$); Чёрная/Юган ($t(38)=2,45$, при $p<0,05$); ГРЭС/Юган ($t(38)=2,45$, при $p<0,05$), показало, что полученные значения находятся в зоне незначимости (табл. 3).

Таким образом, популяция леща р. Чёрная отличалась от популяции старицы р. Б. Юган (100 %), водохранилища ГРЭС и р. Сайма (75 %), р. Сайма и старицы р. Б. Юган (75 %). По результатам анализа более всего сходны выборки из р. Чёрная и водохранилища ГРЭС (50 %), имеющие непосредственную связь друг с другом. Отличие популяций исследованных рыб р. Чёрная и старицы р. Б. Юган объясняем большей географической разобщённостью, то же самое касается р. Сайма. В то же время все эти различия свидетельствуют, что мы имеем дело с разными популяциями этого вида.

При сравнении морфологии популяций плотвы возрастом 3+ различных водоёмов по 21 пластическому признаку (табл. 3) с помощью *t*-критерия Стьюдента мы установили различия по некоторым из них.

Таблица 3

Морфологические признаки плотвы различных водоёмов г. Сургута и Сургутского района

Признак	Водоём				
	р. Чёрная <i>n</i> =20 <i>M</i> ± <i>m</i>	Водохра- нилище ГРЭС <i>n</i> =20 <i>M</i> ± <i>m</i>	р. Сайма <i>n</i> =20 <i>M</i> ± <i>m</i>	оз. Соро- вое <i>n</i> =10 <i>M</i> ± <i>m</i>	Старица р. Б. Юган (кон- троль) <i>n</i> =20 <i>M</i> ± <i>m</i>
Длина всей рыбы (зоологическая длина), см	22,91±0,33	21,29±0,5	17,14±0,51	16,86±0,6	18,05±0,6
Длина тела без хвостового стебля (стандартная длина), см	18,77±0,24	18,98±0,30	15,28±0,39	14,16±0,4	15,4±0,6
Количество					
Ветвистых лучей в <i>D</i>	11,8±0,09	12,5±0,07	11,5±0,08	11,02±0,06	11,9±0,07
Ветвистых лучей в <i>A</i>	13,5±0,11	14,5±0,10	13,8±0,9	12,9±0,8	13,5±0,10
Чешуй в боковой линии	41,85±0,08	40,78±0,08	42,64±0,07	39,95±0,05	41,15±0,08
Диаметр глаза	1,1±0,02	1,0±0,02	1,2±0,02	0,73±0,03	1,1±0,03
Ширина лба	1,70±0,04	1,50±0,03	1,98±0,07	1,19±0,03	1,7±0,03
Глоточных зубов	5,1±0,3	5,3±0,4	5,3±0,3	5,1±0,3	5,1±0,3
Расстояние					
Антедорсальное	8,93±0,60	7,90±0,50	8,41±0,95	7,76±0,29	8,9±0,5
Постдорсальное	6,98±0,08	6,75±0,07	6,06±0,45	5,0±0,22	6,9±0,07
Между <i>P</i> и <i>V</i>	5,27±0,02	5,14±0,02	5,34±0,40	3,97±0,20	5,28±0,03
Между <i>V</i> и <i>A</i>	4,60±0,02	4,91±0,02	4,73±0,02	3,66±0,20	4,70±0,02
Длина					
Головы	4,45±0,05	4,5±0,05	4,12±0,05	3,27±0,09	4,45±0,05
Рыла	1,18±0,02	1,17±0,02	1,1±0,02	0,79±0,03	1,18±0,03
Грудного плавника	3,41±0,05	3,97±0,05	3,71±0,05	2,59±0,10	3,30±0,03
Брюшного плавника	3,44±0,06	3,13±0,05	3,84±0,06	2,53±0,10	3,38±0,05
Хвостового стебля	3,44±0,05	3,15±0,05	3,72±0,05	2,98±0,07	3,31±0,03
Основания <i>D</i>	3,08±0,02	3,06±0,02	3,41±0,02	2,18±0,07	2,87±0,02
Основания <i>A</i>	2,88±0,10	2,58±0,10	2,34±0,9	2,12±0,18	2,48±0,06
Высота					
Головы у затылка	3,45±0,08	3,67±0,09	2,57±0,13	2,55±0,08	3,21±0,03
Наибольшая высота <i>D</i>	3,93±0,06	3,72±0,06	3,43±0,06	3,0±0,11	3,90±0,06
Наибольшая высота <i>A</i>	2,49±0,06	2,21±0,06	2,76±0,05	2,04±0,04	2,54±0,06
Наибольшая толщина тела	2,74±0,01	2,91±0,01	2,11±0,08	1,96±0,12	2,26±0,2
Наибольшая высота тела	5,95±0,08	5,46±0,08	4,41±0,12	4,4±0,21	4,24±0,23
Наименьшая высота тела	1,97±0,03	1,39±0,03	1,32±0,03	1,33±0,07	1,59±0,03

Примечание: *D* – спинной плавник; *A* – анальный плавник; *P* – грудной плавник; *V* – брюшной плавник.

Статистические отличия средних значений величин длины тела в популяциях плотвы водоёмов Чёрная/ГРЭС ($t(38)=3,4$, при $p<0,05$); Чёрная/Сайма ($t(38)=11,6$, при $p<0,05$); Чёрная/Соровое

($t(28)=10,1$, при $p<0,05$); Чёрная/Юган ($t(38)=8,08$, при $p<0,05$); ГРЭС/Сайма ($t(38)=8,2$, при $p<0,05$); ГРЭС/Соровое ($t(28)=7,3$, при $p<0,05$); ГРЭС/Юган ($t(38)=5,2$, при $p<0,05$) статистически значимы. Средние значения длины тела популяций плотвы водоёмов Сайма/Соровое ($t(28)=0,5$, при $p<0,05$); Сайма/Юган ($t(38)=1,5$, при $p<0,05$); Соровое/Юган ($t(28)=1,7$, при $p<0,05$) статистически не различались.

Плотва в различных районах отличается по размерам (Чёрная/ГРЭС ($t(38)=3,4$, при $p<0,05$); Чёрная/Сайма ($t(38)=11,6$, при $p<0,05$); Чёрная/Соровое ($t(28)=10,1$, при $p<0,05$); Чёрная/Юган ($t(38)=8,08$, при $p<0,05$); ГРЭС/Сайма ($t(38)=8,2$, при $p<0,05$); ГРЭС/Соровое ($t(28)=7,3$, при $p<0,05$); ГРЭС/Юган ($t(38)=5,2$, при $p<0,05$) и весу [13, 15], особенно заметно различие между речной и озёрной формой.

Сравнение средних линейно-весовых показателей плотвы р. Чёрная и оз. Соровое с помощью коэффициента корреляции Спирмена показало, что связь между исследуемыми признаками прямая, сила связи по шкале Чеддока высокая, статистические различия речной и озёрной форм значимы ($p=0,83$). Таким образом, можно заключить, что в р. Чёрная речная группа, в оз. Соровое озёрно-речная группа популяции плотвы, что подтверждается и литературными источниками [15].

Возрастной состав рыбного населения естественного и относительно ненарушенного водоёма старицы р. Б. Юган варьировал в широких пределах: от трёхлеток до восьмилеток – язь, серебряный карась; от трёхлеток до девятилеток – плотва.

Для популяций рыб водоёмов урбанизированной территории возрастной состав характеризовался 2–8-летками. Средний возраст в уловах составлял 3–5 лет среди всех видов рыб. В водоемах Тюменской области также преобладают 3–5-летки (80–97% всего улова), возраст вылавливаемой плотвы варьирует от 4+ до 10+ лет [2, 13].

Во всех популяциях в весенне-летний период преобладали самки в стадии размножения, что говорит об использовании водоёмов для нереста. Соотношение полов плотвы меняется по годам, однако чаще преобладают самки [13].

Соотношение полов рыб старицы р. Б. Юган: в популяциях плотвы 1:2 ($\chi^2=13,8$, $p<0,05$) в пользу самок, у язя и серебряного карася доминировали самки 1:2 ($\chi^2=6,25$, $p<0,05$). В популяциях леща, язя р. Чёрная соотношение полов близко 1:1, в оз. Соровое преобладали самки. Половое соотношение рыб р. Сайма: плотвы, ельца, серебряного карася 1:2 в пользу самок. По литературным данным [2, 13], соотношение полов у плотвы в различных водоёмах неодинаково, у язя примерно сходное (50–60%), для серебряного карася характерной биологической особенностью является доминирование в популяции самок [15, 16 и др.].

Выводы

1. Семейство Карповые водоёмов г. Сургу́та и Сургутского района насчитывает 5 видов: *R. rutilus*, *L. idus*, *A. brama*, *C. auratus*, *L. leuciscus*. В водохранилище ГРЭС, старице р. Б. Юган, р. Чёрная, оз. Соровое доминирует плотва; в р. Сайма – елец. Видовое богатство изученных водоёмов не имеет существенных отличий.

2. Возрастной состав карповых исследуемых водоёмов варьирует в широких пределах: от 2+ до 8+ леток. Основу уловов составляют 3–5-летки среди всех видов рыб.

3. Карповые в исследуемых водоёмах представлены в основном половозрелыми особями. Соотношение полов в популяциях рыб неодинаково: для плотвы – 1:2 в пользу самок во всех водоёмах; для язя и леща соотношение 1:1 (р. Чёрная), 1:2 (старица р. Б. Юган), кроме оз. Соровое, доминируют самки.

4. Морфологические показатели популяций леща водоёмов урбанизированной территории и относительно ненарушенного водоёма старицы р. Б. Юган отличаются по меристическим признакам, что свидетельствует о разных экологических группах, имеющих генетическую разобщённость. Эти популяции отдалены географически, и воздействие экологических факторов на них оказывает

ся по-разному. Морфологические показатели популяций плотвы водоёмов г. Сургута и Сургутского района не имеют существенных различий, что может свидетельствовать о сходных условиях обитания данного вида в этих водоёмах.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Средняя Обь / под ред. *Н.А. Паниной*. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – Т. 15. – Вып. 2. – 45 с.
2. *Судаков В.М.* Рыбы озёр Ханты-Мансийского округа и их биология // Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1977. – С. 43–68.
3. *Павленко А.Л.* Распределение рыб в окрестностях деревни Юган // Наука и инновации XXI: мат-лы I Всерос. конф. молодых учёных. Т. II. Биология, экология, медицина, физическая культура, психология и педагогика. – Сургут: Дефис, 2012. – С. 35–38.
4. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
5. *Зиновьев Е.А., Мандрица С.А.* Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 2003. – 115 с.
6. *Ивантер Э.В., Коросов А.В.* Введение в количественную биологию: учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. – 304 с.
7. *Шорникова Е.А.* Некоторые водохозяйственные и гидроэкологические проблемы населенных пунктов Среднего Приобья // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития: мат-лы V науч.-практ. конф. – 2010. – Вып. 5. – С. 264–266.
8. *Шорникова Е.А.* Материалы к комплексной оценке состояния водотоков широтного отрезка Средней Оби // Современные экологические проблемы Севера. – 2006. – № 1. – С. 215–217.
9. *Шорникова Е.А.* Характеристика гидрохимического режима водотоков широтного отрезка Средней Оби // Водное хозяйство России. – 2007. – № 2. – С. 57–72.
10. Рыбы в заповедниках России: в 2 т. / *Ю.С. Решетников* [и др.]; под ред. *Ю.С. Решетникова*. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2010. – Т. 1. – 627 с.
11. *Павленко А.Л.* Ихтиофауна водоёмов города Сургута // Проблемы современной биологии: мат-лы XII Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Спутник+, 2014. – С. 56–59.
12. *Полукеев Н.А.* Биология карася серебряного в водоёмах Ханты-Мансийского округа // Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1977. – С. 69–75.
13. *Никонов Г.И.* Биология плотвы в водоемах Тюменской области и ее промысловое значение // Тр. Обь-Тазовского отделения СибрыбНИИпроект. – Тюмень, 1977. – С. 19–38.
14. *Судаков В.М.* Рыбные ресурсы озер ХМАО и перспективы их рыбохозяйственного освоения. – Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1973. – 23 с.
15. Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна / *А.Н. Петкевич* [и др.]. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1977. – 160 с.
16. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. – 596 с.



ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ РОДА ХОСТА (*HOSTA TRATT.*) В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ

Проведена оценка успешности интродукции видов рода *Hosta Tratt.* в условиях Предгорной зоны Крыма. Выявлены перспективные виды для внедрения в зеленое строительство региона. Впервые рассчитан физиологический ноль для 5 видов хост: *Hosta sieboldii* (Paxton) Ingram, *Hosta ventricosa* Stearn, *Hosta sieboldiana* (Hooker) Engler, *Hosta rectifolia* Nakai, *Hosta plantaginea* Ascherson.

Ключевые слова: *Hosta Tratt.*, вид, интродукция, адаптация.

I.S. Kazakova

HOSTA TRATT. GENUS SPECIES INTRODUCTION IN THE CRIMEA FOOTHILLS

The assessment of the success of the *Hosta Tratt.* genus species introduction in the conditions of the Crimea Foothill zone is conducted. The promising species for the introduction into the green construction of the region are revealed. The physiological zero for 5 *hosta* species: *Hosta sieboldii* (Paxton) Ingram, *Hosta ventricosa* Stearn, *Hosta sieboldiana* (Hooker) Engler, *Hosta rectifolia* Nakai, *Hosta plantaginea* Ascherson is calculated for the first time.

Key words: *Hosta Tratt.*, species, introduction, adaptation.

Введение. По сочетанию природно-климатических факторов Крым является уникальной рекреационной зоной, которая становится все более популярной. Актуальным является вопрос озеленения и благоустройства населенных пунктов региона. В последнее время наряду с ведущими древесно-кустарниковыми и цветочно-декоративными культурами для оформления участков используются растения, имеющие красивые по форме и окраске листья (гейхеры, бруннеры, плющи, живучки). Однако состав многолетников, пригодных для теневых участков, весьма ограничен. В связи с этим важным является пополнение ассортимента тенелюбивых и теневыносливых растений для массового озеленения представителями рода *Hosta Tratt.*

Род *Hosta* насчитывает около 40 видов, которые в природе произрастают в Китае, Японии, Корее, на Сахалине и Курильских островах [1, 2]. Хосты используют для солитерных посадок, в рабатках, бордюрах, миксбордерах, вдоль дорожек, куртинами на газонах, а также возле водоемов и на каменистых горках. Срезанные листья можно использовать в цветочных композициях [3, 4]. При введении в культуру большое значение имеет адаптация видов к новым условиям существования.

Цель исследований. Проведение оценки успешности интродукции видов хост в природно-климатических условиях Предгорной зоны Крыма.

Исходя из цели поставлены следующие задачи:

1. Исследовать ритмы роста и развития хост.
2. Оценить морфометрические параметры растений.
3. Провести оценку перспективности видов рода *Hosta* в условиях Предгорной зоны Крыма.

Материалы и методы исследований. Работа по оценке успешности интродукции видов хост проводилась в 2007–2014 гг. в Ботаническом саду Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (далее БС КФУ) в г. Симферополе, который находится в пределах Восточного предгорного агроклиматического района северного макросклона Крымских гор [5]. Климат полузасушливый, теплый, с мягкой зимой. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) – 0,89; коэффициент увлажнения Иванова (Ку) – 0,56. Зона зимостойкости по Редеру (USDA-зона) – 8a (Rehder, 1949). Средняя годовая температура – +10,6 °С, средняя температура января – +0,2 °С, средняя температура июля – +22,5 °С. Среднегодовое количество осадков – 536 мм, из них в теплый период (апрель-октябрь) – 329 мм [6].

Коллекция хост БС КФУ в настоящее время насчитывает 7 видов, 49 сортов и 1 форму. Объектами исследований являлись 5 видов: *Hosta sieboldii* (Paxton) Ingram, *Hosta ventricosa* Stearn, *Hosta sieboldiana* (Hooker) Engler, *Hosta rectifolia* Nakai, *Hosta plantaginea* Ascherson., интродуцированные в 2007 г. [7].

Для выявления возможности реализации генетического потенциала видов хост в условиях интродукции в Предгорном Крыму провели оценку развития вегетативных органов растений. Измеряли следующие морфометрические параметры: высоту и диаметр куста, длину и ширину листовой пластинки.

Фенологические наблюдения развития растений проводили по методике И.Н. Бейдеман [8] на протяжении 2009–2013 гг.

Провели сравнительный анализ данных с аналогичными, полученными в других почвенно-климатических зонах: в средней полосе России (Ботанический сад Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова – далее БС МГУ; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН – далее ГБС РАН), в Западной Сибири (Центральный сибирский ботанический сад – далее ЦСБС), в лесостепной зоне Украины (Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко – далее НБС, Национальный дендрологический парк «Софиевка» – далее «Софиевка»), на Буковине (Ботанический сад Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича – далее БС ЧНУ) (табл. 1).

Таблица 1

Климатические условия районов интродукции

Район интродукции	Среднегодовое кол-во осадков, мм	Средняя годовая температура, °С	Зона зимостойкости
Симферополь	536	+10,6	8a
Киев	625	+7,7	5a
Умань	500–550	+7,3	5b
Черновцы	660	+7,9	5b
Москва	707	+5,8	4
Новосибирск	448	+0,2	2

Для определения физиологического нуля использовали методику С.П. Корсаковой [9].

Способность растений к вегетативному размножению определяли с помощью коэффициента вегетативного размножения. Репродуктивность видов учитывали согласно методике Госсортоиспытания по количеству полученных посадочных единиц на одну высаженную стандартную посадочную единицу [10]. Коэффициент вегетативного размножения был учтен на седьмой год после посадки.

Всхожесть семян в лабораторных условиях устанавливали согласно «Методическим указаниям по семеноведению интродуцентов» [11].

Успешность интродукции видов оценивали по 5-балльной шкале, разработанной М.А. Смолинской [12].

Результаты измерений и подсчетов обрабатывали методами математической статистики с применением программы Excel. Статистическая обработка результатов проведена по общепринятым методикам [13, 14].

Результаты исследований и их обсуждение. Возможность адаптации растений определяется в первую очередь температурными характеристиками потенциального района интродукции. В процессе онтогенеза потребность в тепле у растений меняется. Ключевую роль приобретает понятие физиологического нуля, то есть температуры, при которой ростовые и формообразовательные процессы приостанавливаются [15].

Для прогнозирования хода развития вида интерес представляет значение суммы эффективных температур, которое должно быть набрано сверх физиологического нуля для перехода растений к следующей фазе.

На основании результатов многолетних фенологических наблюдений и температурных данных Симферопольской метеостанции рассчитали оба показателя для начала вегетации у видовых хост. Подсчет суммы активных температур осуществлялся от 0 до 12°С, с градацией через 1°С.

Установили, что требовательность к прогреванию воздуха в весенний период различна в двух группах хост. Отрастание у *H. sieboldii*, *H. sieboldiana* и *H. ventricosa* становится возможным при переходе через физиологический ноль, равный 9,56°C, а начинается этот процесс при наборе суммы эффективных температур 1,76°C. У *H. rectifolia* и *H. ventricosa* эти значения составляют 9,3 и 1,33°C соответственно.

Таким образом, вегетация изучаемых видовых хост в любой климатической зоне должна начинаться после достижения устойчивых среднесуточных температур 10–11°C. Теоретические выводы подтверждаются сведениями о ходе развития функций в различных регионах России и Украины.

Отрастание видовых хост в Предгорной зоне Крыма отмечали в марте-апреле (рис.), когда среднемесячная температура превысила +10°C [16]. В лесостепной зоне Украины [17] и средней полосе России [18] это происходило в III декаде апреля, в условиях Западной Сибири в III декаде мая [19].

В среднем продолжительность вегетации в условиях Предгорного Крыма колеблется от 203 (*H. sieboldiana*) до 228 дней (*H. plantaginea*) (рис.2). В условиях лесостепи и Буковины меньше на 15–25 дней [17, 20].

вид	год	февраль			март			апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь			ноябрь		
		декады			декады			декады			декады			декады			декады			декады			декады			декады			декады		
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
<i>Hosta plantaginea</i>	2009																														
	2010																														
	2011																														
	2012																														
	2013																														
<i>Hosta sieboldii</i>	2009																														
	2010																														
	2011																														
	2012																														
	2013																														
<i>Hosta rectifolia</i>	2009																														
	2010																														
	2011																														
	2012																														
	2013																														
<i>Hosta sieboldiana</i>	2009																														
	2010																														
	2011																														
	2012																														
	2013																														
<i>Hosta ventricosa</i>	2009																														
	2010																														
	2011																														
	2012																														
	2013																														

Фенологический спектр развития видов *Hosta* Tratt. в условиях Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, 2009–2013гг.



Все изученные виды ежегодно проходят полный цикл развития, что свидетельствует об успешной адаптации культуры к условиям Крымского Предгорья.

Период декоративности видовых хост продолжается с апреля по октябрь, до наступления устойчивых осенних заморозков. Привлекательность увеличивается во время массового цветения – в июне-августе.

Функии не относятся к культурам с синхронным цветением. Цветение разных видов наблюдается в июне, июле, августе, сентябре и октябре. Самая длительная фаза цветения – 95 дней отмечена у *H. rectifolia* в 2010 г., самая короткая – 13 дней у *H. ventricosa* (2010, 2011 гг.).

Хосты являются декоративно-лиственными растениями, поэтому характеристики вегетативной сферы являются основой для выделения наиболее перспективных образцов. В регионах с большей влажностью и низкими среднегодовыми температурами (лесостепная зона Украины, средняя полоса России, Западная Сибирь) в условиях культуры растения мощнее, с более крупными листьями [17–19, 21]. Морфометрические параметры особей, произрастающие в тени и при регулярном поливе в Симферополе (табл. 2), соответствуют характеристикам растений в естественных местообитаниях (Китай, Япония, Дальний Восток) [2, 4, 22–24], что свидетельствует о возможности их культивирования в аридных районах только на высоком агротехническом фоне. В противном случае наблюдаются мелколистность, ожоги листовой пластинки и общая потеря декоративности.

Таблица 2

Морфометрические параметры вегетативных органов видов *Hosta Tratt.* в 2013 году в условиях Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского

Вид	Предгорный Крым			Китай, Япония, Дальний Восток*		
	Высота куста, см	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см	Высота куста, см	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см
<i>Hosta sieboldii</i>	25,0±5,7	20,1±1,2	11,1±1,0	20–30	12–17	7–10
<i>Hosta plantaginea</i>	56,0±1,4	23,0±0,3	18,3±0,3	60	16–25	15–21
<i>Hosta sieboldiana</i>	56,0±2,5	22,8±1,0	18,7±0,3	45–75	25–30	20–25
<i>Hosta rectifolia</i>	22,0±1,5	12,8±1,0	5,4±0,5	25–35	15–17	5–7
<i>Hosta ventricosa</i>	35,0±2,0	21,0±0,8	15,0±1,0	40	17–25	15–20

*Данные приведены по Flora of China [24] и The genus Hosta [2].

Для массового озеленения важно получение больших объемов выравненного посадочного материала. Для оценки способности растений к вегетативному размножению использовали коэффициент вегетативного размножения, который колеблется от 8 (*H. sieboldii*) до 100 деленок (*H. rectifolia*) на 7-й год после посадки (табл. 3).

Все виды завязывают плоды и дают всхожие семена, кроме *H. rectifolia*. Для последней отмечен высокий коэффициент вегетативного размножения. Всхожесть семян в лабораторных условиях составила от 14 % (*H. sieboldiana*) до 78 % (*H. ventricosa*). Виды, образующие всхожие семена, представляют интерес для дальнейшего использования в селекционной работе.

Существует множество шкал для определения успешности интродукции, которые учитывают такие основные показатели, как перезимовка, степень повреждения морозом или засухой, наличие регулярного цветения и плодоношения. По нашему мнению, для хост наиболее оптимальна 5-балльная шкала, разработанная М.А. Смолинской.

Таблица 3

Характеристики вегетативного и семенного размножения видов *Hosta Tratt.* в условиях Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского

Вид	Лабораторная всхожесть семян, %	Коэффициент вегетативного размножения, шт.
<i>Hosta sieboldii</i>	22,1±0,3	8,0±0,5
<i>Hosta ventricosa</i>	78,0±0,4	23,1±1,0
<i>Hosta sieboldiana</i>	14,3±0,3	32,1±2,5
<i>Hosta rectifolia</i>	–	100,3±0,8
<i>Hosta plantaginea</i>	42,1±0,2	38,1±3,9

В результате проведенной оценки успешности интродукции по таким показателям, как рост монокарпического побега, цветение, вегетативное размножение и холодоустойчивость, исследуемые виды получили наивысшие баллы (табл. 4).

Таблица 4

Оценка перспективности видов рода *Hosta Tratt.* в условиях Предгорной зоны Крыма

Вид	Рост поликарп. побега	Цветение	Плодоношение	Вегетатив. размножение	Устойчивость к болезням и вредит.	Холодоустойчивость	Жизнеспособность и самовозобновление	Сумма баллов по шкале	Группа перспективности
<i>Hosta sieboldii</i>	5	5	4	5	5	5	4	33	I
<i>Hosta ventricosa</i>	5	5	4	5	5	5	4	33	I
<i>Hosta sieboldiana</i>	5	5	4	5	5	5	4	33	I
<i>Hosta rectifolia</i>	5	5	1	5	5	5	4	30	I
<i>Hosta plantaginea</i>	5	5	4	5	2	5	4	30	I

Все 5 видов имеют высокий уровень адаптации к природно-климатическим условиям района интродукции и отнесены к первой группе перспективности (28–35 баллов). Большинство успешно размножаются вегетативно, устойчивы к факторам среды, обильно цветут и регулярно плодоносят. За время наблюдений повреждений болезнями и вредителями не отмечено, кроме *H. plantaginea*, поражаемости слизнями.

Выводы. Таким образом, в условиях Предгорной зоны Крыма видовые хосты проходят все фазы фенологического развития. Для весеннего начала вегетации необходим переход температуры воздуха через 10°C. Вегетационный период длится с марта по ноябрь и составляет 203–228 дней. Четыре вида (*H. sieboldii*, *H. ventricosa*, *H. sieboldiana*, *H. plantaginea*) дают всхожие семена. *H. rectifolia* обладает высоким коэффициентом вегетативного размножения. В результате проведения комплексной оценки успешности интродукции видов рода *Hosta* коллекции Ботанического сада КФУ все они признаны перспективными для использования в озеленении теневых участков населенных мест Предгорного Крыма при обеспечении регулярного полива и других агротехнических мероприятий.

Статья публикуется в рамках выполнения госзадания Министерства образования и науки РФ с госбюджетным финансированием № 701/2015 по теме "Биоэкологические особенности интродуцированных и местных видов растений в условиях культуры в Предгорном Крыму".

Литература

1. Декоративные травянистые растения для открытого грунта. – Л., 1977. – Т. 2. – 459 с.
2. Schmid W.G. The genus *Hosta*. – Portland, 1991. – 430 p.
3. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев, 1984. – 156 с.
4. Kohlein F. *Hosta* (Funkien). – Stuttgart, 1993. – 192 p.
5. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // Тр. Никит. ботан. сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.
6. Агрокліматичний довідник по АР Крим (1986–2005). – Симферополь, 2011. – 343 с.
7. Аннотированный каталог растений Ботанического сада Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского / под ред. А.И. Репецкой. – Симферополь, 2014. – 184 с.
8. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – М., 1974. – 150 с.
9. Корсакова С.П. Биологический минимум температуры воздуха в период формирования генеративных органов *Thymus vulgaris* L. и *Thymus camphoratus* Hoffm. et Link // Современные научные исследования в садоводстве: мат-лы VIII Междунар. конф. по садоводству. – 2000. – С. 30–35.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6. Декор. культуры. – М.: Колос, 1968. – 224 с.
11. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
12. Смолинская М.А. Оценка успешности интродукции травянистых растений // Науковий вісник Чернівецького університету. Вип. 145. Біологія. – 2002. – С. 164–168.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1980. – 293 с.
14. Плохинский Н.А. Биометрия. – М., 1970. – 367 с.
15. Мауринь А.М., Лиена И.Я., Авена М.А. Моделирование и прогнозирование в ботанике / Латв. гос. ун-т. – Рига, 1971. – С. 36–57.
16. Казакова И.С., Репецкая А.И., Дильдина О.О. Ритмы фенологического развития представителей рода *Hosta* Tratt. в условиях интродукции в Предгорной зоне Крыма // Старовинні парки і ботанічні сади – наукові центри збереження біорізноманіття рослин та охорони історико-культурної спадщини: міжнародна наукова конференція. – 2011. – С. 166–169.
17. Бойко І.В. Рід *Hosta* Tratt. в Україні (онтогенез, репродуктивна здатність, використання): автореф. дис. ... канд. біолог. наук: 03.00.05. – Умань, 2010. – 16 с.
18. Вавилова Л.П. Функции в Главном ботаническом саду. Интродукция и приёмы культуры цветочно-декоративных растений. – М., 1997. – 168 с.
19. Седельникова Л.Л. Виды рода *Hosta* (HOSTACEAE) при интродукции в Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 11. – С. 73–78.
20. Смолинська М.О. Інтродукція *Hosta plantaginea* (Lam.) aschers. та особливості адаптації в умовах Буковини // News Biospher Reserve «Askania Nova». – 2009. – № 11. – С. 140–144.
21. Каталог декоративных растений. – Киев, 2009. – С. 99–101.
22. Казакова И.С., Репецкая А.И., Бирюлева Э.Г. Анатомио-морфологические особенности видов рода *Hosta* Tratt. как реализация адаптивного потенциала в условиях интродукции в Предгорном Крыму // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2011. – Т. 24(63). – № 4. – С. 83–94.

23. Казакова И.С., Репецкая А.И., Дильдина О.О. Характеристика вегетативной сферы представителей рода *Hosta* Tratt. в условиях интродукции в Предгорном Крыму // Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2012. – Т. 14. – С. 121–126.
24. Wu Zhengyi, Peter H. Raven & Hong Deyuan Flora of China. – 1994. – 446 p.



УДК 599.322.3(571.51)

С.С. Бакшеева, А.А. Антонович

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОБРА (*CASTOR FIBER*) НА ТЕРРИТОРИИ ШУШЕНСКОГО РАЙОНА В БАСЕЙНЕ РЕКИ ОЯ

*На основе собственных исследований рассмотрено современное состояние численности бобра (*Castor Fiber*) на территории Шушенского района Красноярского края в пределах бассейна реки Оя. Приведены данные по абсолютной численности, а также проанализирована динамика численности бобра за 2011–2014 гг.*

Ключевые слова: бобр, р. Оя, численность, динамика.

S.S. Baksheeva, A.A. Antonovich

CURRENT DISTRIBUTION OF BEAVER (*CASTOR FIBER*) IN THE TERRITORY OF SHUSHENSKIY DISTRICT IN THE BASIN OF THE OYA RIVER

*Based on the original research the current state of the beaver (*Castor Fiber*) number in the territory of Shushenskiy district within the Oya River basin is examined. The data on the absolute number are given as well as the dynamics of the beaver number during 2011–2014 is analyzed.*

Key words: beaver, the Oya River, number, dynamics.

Введение. Бобр – самый крупный грызун в своём отряде после капибары. Ранее этот вид в Сибири занимал территорию от центра Азии до Норильских озёр. В шестнадцатом веке бобр в Центральной Сибири был распространён от зоны лесотундры на севере до зоны горных лесов Саян на юге. По данным В.Н. Скалона, эти животные добывались практически во всех бассейнах крупных рек Красноярского края. В девятнадцатом веке грызун сохранился лишь в незначительном количестве в северных районах края, в бассейнах Верхнего Чулыма и нескольких горных рек Западного Саяна: Ои, Амыла [5].

Исчезновению бобра на территории Енисейской Сибири способствовало активное участие в его промысле «пришлых» людей. Имея лучшую, чем аборигены, техническую оснащённость, эти промысловики изымали бобров и других пушных зверей во много раз больше, чем коренное население. Большой спрос на шкурки грызуна привёл к интенсификации промысла и полному истреблению бобра в регионе. Бобры подвергались истреблению и из-за своей ценной «струи», которую охотники сбывали по высокой цене [1, 2].

Восстановление ареала и численности бобра в Красноярском крае началось в 1948 г. выпуском животных на р. Большой Кемчуг. Основные работы по акклиматизации вида развернулись с конца 1950-х годов и продолжались до середины 1960-х. Основу будущих популяций в енисейской части Сибири составили бобры из европейских районов страны. Естественная история бобра в прошлом веке фактически возвращает его «с того света», представляя собой пример того, насколько зависима бывает судьба животных от воли человека.

В настоящее время в России существует большое количество восстановленных популяций речного бобра, численность которого в последние годы увеличивается, что отрицательно влияет на

водные и околоводные экосистемы. Особенно сильно бобры влияют на экосистемы малых и средних рек, которые являются основными водотоками в северных и северо-восточных районах России [4]. Из-за увеличивающегося числа плотин реки выходят из берегов и подтопляют лесные массивы, делают невозможным не только проезд на технике, но и ухудшают условия обитания многих животных. Приносят вред некоторым техническим постройкам человека, таким как водосборы и водосбросы [6, 7].

Цель исследования. На основе имеющихся данных проанализировать состояние численности бобра на территории Ойского речного бассейна Шушенского района Красноярского края.

Материалы и методы исследования. Для учета бобров на обширных территориях наиболее приемлем статистический метод. Он дает вполне достоверные сведения о запасах бобра при соблюдении следующих основных условий:

1) правильное определение количества бобровых поселений, которое зависит от четкого выявления их границ;

2) соответствие пересчетного коэффициента фактической средней численности бобров в поселении на обследуемой территории.

Учет численности бобров статистическим методом состоит из двух этапов:

1. Подсчет бобровых поселений в обследуемом районе в весеннее время года.

2. Определение среднего числа бобров в поселении для данного района в осеннее время года.

Основная задача учетчиков на маршрутах – выявить наиболее точно число бобровых семей. Обычно одна семья занимает поселение – определенный участок водоема с береговой полосой, используемый бобрами в течение всего года. Большая часть бобрового населения сосредоточена, как правило, в семьях, состоящих из родительской пары и сеголетов, нередко в семьях остаются и молодняк прошлого года – годовики, при отсутствии мест для расселения иногда в семье задерживаются, не участвуя в размножении, 2–3–4-летние бобры. Число бобров в поселении, занимаемом такой семьей, может изменяться от 3 до 11 и более (в исключительных случаях).

Жилым поселением считается только то, в котором имеются совершенно свежие (1–3-дневной давности) следы бобров. Если таких следов нет в пределах ранее существовавшего поселения, то оно при учете не регистрируется. Показателями наличия бобров на обследуемом участке являются свежесгрызенные деревья и кустарники (погрызы). Вылазы, тропы, особенно при отсутствии свежих бобровых погрызов, нужно тщательно осматривать, чтобы определить их свежесть, и проверить, кто им пользовался последний раз: бобр, другие околоводные звери, копытные или другие животные при переходе через водоем.

Очень часто учетчики могут ошибаться при определении свежести вылазов в дождливую погоду. Мокрые вылазы, тропы нередко кажутся свежими, хотя бобры ими не пользовались уже многие дни.

После ледостава хорошим подтверждением заселенности участка бобрами является взломанный лед над ходами из нор, и особенно у основного жилища, у запаса корма.

При обследовании небольших замкнутых водоемов (озеро, баклуша, пруд), обнаружив свежие следы бобров, не обязательно обходить этот водоем вокруг. Обычно такой водоем занимает одна семья. Если размеры озера, болота превышают 1,5–2 км², то в исключительных случаях можно обнаружить здесь более 3 бобровых поселений.

На проточных водоемах с высокой плотностью населения бобров при учетных работах нужно уметь определять центры активности бобровых семей. Обследуя водоемы с воды или с берега, учетчики выявляют участки, на которых сосредоточены наиболее свежие следы деятельности бобров. Здесь же иногда находится запас корма и основное жилище. При удалении от центра активности бобров уменьшается количество свежих вылазов и погрызов древесной растительности.

Общая численность вида бобра определяется путем суммирования числа поселений, умноженных на пересчетный коэффициент (среднее число бобров в одном поселении). По большинству областей и других территориальных подразделений пересчетный коэффициент колеблется в пределах 4–5.

В заключение составляется ведомость бобровых поселений в хозяйстве [3].

Результаты исследования. В период с августа по ноябрь 2014 г. были проведены учеты поголовья бобра по поселениям.

В Местной общественной организации охотников и рыболовов (МОООиР) Шушенского района Красноярского края были получены данные по учетам бобра за 2011–2013 гг.

Учеты бобра на реке Оя были проведены на участке от устья реки Ашпа до д. Береговая Подъёмная, на р. Верх Подъёмная от д. Верх Подъёмная до устья, на р. Кантат от устья до р. Рубашкин.

Общая протяженность маршрутов учета 2014 года по местам обитания бобра составила 364 км, из них 277 км было пройдено пешком и 87 км на лодке (табл. 1).

Таблица 1

Обследованные водоемы и их протяженность

Река	Протяженность водотока, км	Из них обследовано, км
Енисей	160	50
Б. Шушь	127	85
М. Шушь	16	12
Оя	254	115
Ашпа	32	20
Б. Коя	25	21
М. Коя	18	16
Иджа	16	10
Орловка	21	18
Грязнушка	20	17

В ходе проведения учета было выявлено, что нормально размножающаяся семья бобров, живущая более двух лет, как правило, состоит из пары взрослых и молодняка двух возрастов. Также в ходе проведения учета встречались семьи с молодняком одного возраста, пары без приплода и бобры-одиночки.

По окончании учетов 2014 г., подсчитав общее количество поселений бобра, было выявлено 238 поселений. В среднем в одном поселении живет 5 особей (пересчетный коэффициент). Абсолютная численность бобра на обследованном участке Шушенского района Красноярского края оценивается в 1190 особей.

Проанализирована динамика численности бобра на территории МОООиР Шушенского района по годам – с 2011 по 2014 г. (табл. 2).

Таблица 2

Динамика численности бобра за 2011–2014 гг., ед.

2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
788	885	990	1190

В период с 2011 по 2014 г. (рис. 1) численность бобра выросла с 788 особей до 1190. Более интенсивный рост в период между 2013 и 2014 годами обусловлен наиболее благоприятными при-

родно-климатическими условиями. В частности, по сравнению с прошлыми годами более мягкой зимой и меньшей активностью хищников и охотников.

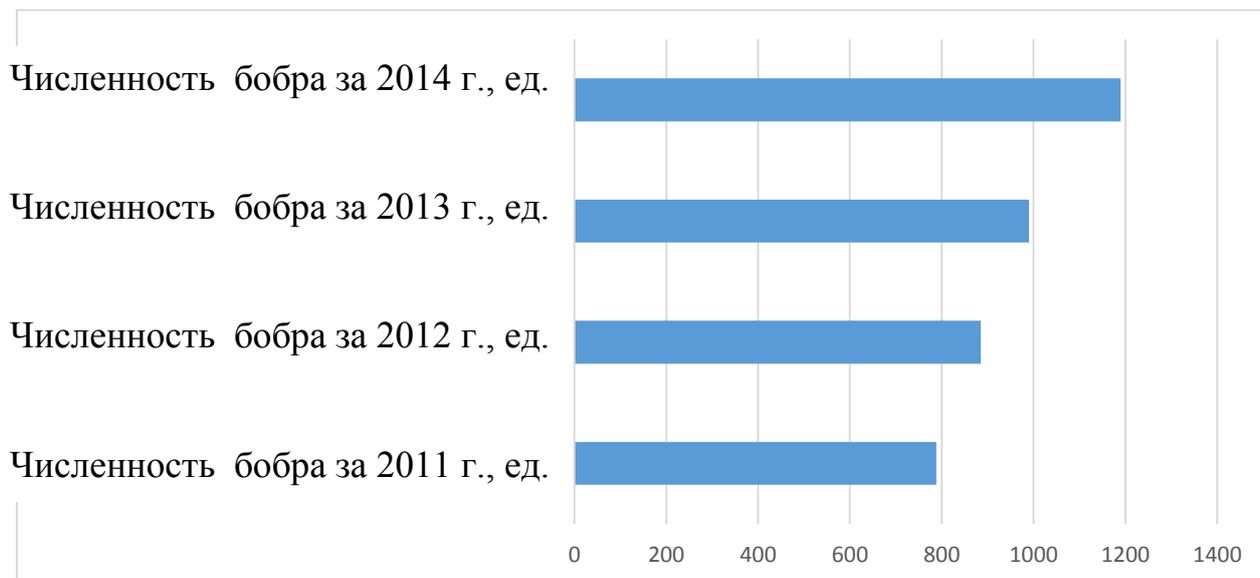


График динамики численности бобра по годам

Заключение. Анализ численного состава популяции бобра на территории Шушенского района Красноярского края показал, что происходит ежегодное неконтролируемое увеличение его численности: в 2011 году – 788 особей; в 2012 году – 885; в 2013 году – 990 и в 2014 году – 1190 особей. Результаты качественной оценки ресурсов бобра в бассейне реки Оя демонстрируют полностью заполненную ими экологическую нишу.

В связи с этим можно прогнозировать перспективы использования бобра в пищевой промышленности и пушно-меховом производстве.

Литература

1. Данилов П.И. Охотничьи звери Сибири: экология, ресурсы, управление, охрана. – М.: Наука, 2005.
2. Дежкин В.В., Сафонов В.Г. Биология и хозяйственное использование бобра. – М., 1966. – С. 90.
3. Жарков И.В. Современные способы учета бобров // Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учет. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 176–186.
4. Братчиков А.Н. Экология речного бобра *Castor fiber* (L.) в условиях Костромского Заволжья подзоны южной тайги: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2007. – URL: <http://www.dlib.rsl.ru/loader/view/01003060004?get=pdf>.
5. Скалон В.Н. Речные бобры Северной Азии. – М., 1951. – С. 208.
6. Ставровский Д.Д., Ставровская Л.А. Влияние бобра на прибрежные экосистемы Березинского заповедника // Грызуны: мат-лы VI Всесоюз. совещания. – Л., 1983. – С. 497–499.
7. Payne N. Colony size, age and sex structure of Newfoundland beaver // Journal of Wildlife Management. – 1982. – P. 655–661.



РАЗЛИЧИЕ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЛИШАЙНИКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ В ДОЛИННЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ И ЛЕСАХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

В статье приведены данные по видовому составу, видовому разнообразию, встречаемости и проективному покрытию видов лишайников, найденных на лиственнице сибирской в долинных лиственничных редколесьях и лесах на прилегающей к Полярному Уралу территории Западно-Сибирской равнины. Оценена роль видов в составе и структуре лишайниковых сообществ.

Ключевые слова: видовое разнообразие, встречаемость видов, покрытие, лишайники, Западно-Сибирская равнина.

N.Yu. Ryabitseva

THE DISTINCTION OF STRUCTURE OF THE LARCH LICHEN COMMUNITIES IN THE VALLEY LIGHT FORESTS AND FORESTS OF THE WEST SIBERIAN PLAIN

The data on the species composition, the species diversity, the frequency and the projective coverage of the lichen species found on the larch in the valley larch light forests and forests on the adjacent to the Polar Ural Western Siberian plain territory are given in the article. The role of the species in the composition and structure of the lichen communities is assessed.

Key words: species diversity, species frequency, coverage, lichen, West Siberian plain.

Введение. В условиях глобального изменения климата представляется важным выявить различия в составе и структуре эпифитных лишайниковых сообществ на пределе существования лесной растительности, где деревья и растущие на них эпифиты находятся в жестких условиях среды [Шиятов, 1981, 1986; Экосистемы ..., 1989].

Цель исследований. Изучение эпифитной лишайнофлоры и структуры сообществ лишайников лиственницы в лесотундровых и лесных экосистемах Полярного Урала и прилегающей части Западно-Сибирской равнины, в том числе с целью организации долговременного мониторинга.

Задачи исследований. Выявление состава и ценологических характеристик эпифитных сообществ лишайников в долинных лиственничных редколесьях и лесах на прилегающей к Полярному Уралу территории Западно-Сибирской равнины.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в Ямало-Ненецком автономном округе Тюменской области в лесотундре Западно-Сибирской равнины, на территории, прилегающей к Полярному Уралу. Район исследований расположен на границе лесотундры и северной тайги [Горчаковский, 1975; Ильина и др., 1985]. Долинные редколесья и леса исследовали в долинах рек Пунг-Ю, Б. Няровеча, Харбей, Лонготьеган, Щучья, притоков Оби (Ландовая и Вылпосл). Состав и структуру сообществ эпифитных лишайников исследовали на лиственнице сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), широко распространенной в районе исследования [Горчаковский, 1965; 1966; 1975; Игошина, 1966, с. 135–223; Морозова, 2002, с. 78–89].

Исследования лишайникового покрова проводили на пробных площадях (50x50 м для редколесий и 20x20 м для лесов) на прямостоящих неугнетенных, без признаков патологии и наиболее однообразных по морфологии лиственницах с диаметром ствола 10–15 см. Исследовано более 150 деревьев. Описания видов лишайников проводили на учетных площадках (100 см²), представляющих собой рамку 20x5 см. Эпифитные сообщества исследовали на основании стволов (на высоте 20–30 см от поверхности почвы) и на высоте 1,3 м со стороны максимального эпифитного покрытия. Выявляли видовой состав и видовое разнообразие эпифитных лишайников общим числом видов лишайников; числом видов на пробной площадке; числом видов на учетной площадке. Определяли встречаемость лишайников как процент учетных площадок с видом от общего количества площадок. Оценивали покрытие эпифитных лишайников как общее проективное покрытие лишай-

ников на учетной площадке; проективное покрытие на учетной площадке отдельных видов; долю участия отдельных видов (процент покрытия вида от общего покрытия). Для проверки достоверности оценок использовали статистический *t*-критерий Стьюдента, принят уровень значимости выше 0,05. Названия лишайников в тексте приведены в соответствии с Аннотированным списком лишайников Полярного Урала [Растительный..., 2006, с. 260–324].

Результаты исследований и их обсуждение. *Различие видового состава и видового разнообразия.* На основании стволов лиственниц больше видов лишайников (41 вид) найдено в долинных редколесьях. По общему числу видов в редколесьях преобладают кустистые лишайники, в лесах – накипные. Общих видов лишайников – 31, сходство видовых составов на этом уровне ствола в редколесьях и лесах высокое, коэффициент сходства с учетом встречаемости видов [по Василевич, 1969] – 72 %. Только в долинных редколесьях найдено 13 видов лишайников: *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale; *Asahinea chrysantha* (Tuck.) C.F. Culb. & W.L. Culb.; *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw.; *Cetrariella delisei* (Schaer.) Kärnefelt & Thell; *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt & Thell; *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng.; *C. cornuta* (L.) Hoffm.; *C. pleurota* (Flörke) Schaer.; *C. pyxidata* (L.) Hoffm.; *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy; *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Meyer; *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lynge; *Varicellaria rhodocarpa* (Körb.) Th. Fr. Только в долинных лесах найдено восемь видов: *Arctoparmelia incurva* (Pers.) Hale; *Bacidia beckhausii* Körb.; *Buellia schaereri* De Not.; *Lecidella euphorea* (Flörke) Hertel; *Lepraria neglecta* (Nyl.) Lettau; *Parmelia saxatilis* (L.) Ach.; *P. omphalodes* (L.) Ach.; *Usnea hirta* (L.) F. H. Wigg. Число видов лишайников на пробной площади на основании стволов лиственниц в долинных редколесьях 17 видов в среднем, в долинных лесах 19 видов в среднем, преобладают листоватые и накипные виды. Достоверных различий в общем числе видов на пробной площади, в числе видов кустистых, листоватых и накипных лишайников нет. Число видов лишайников на учетной площадке на основании стволов лиственниц в долинных редколесьях 7 видов в среднем, в долинных лесах 9 видов в среднем, разница достоверна ($t=2,61$, $P<0,02$). Выявлены различия на учетной площадке между числом листоватых ($t=4,41$, $P<0,001$) и накипных ($t=2,61$, $P<0,02$) видов лишайников (табл. 1).

Таблица 1

Структура сообществ лишайников лиственницы долинных редколесий и лесов на территории Западно-Сибирской равнины на основании стволов

Древостои долинные	Ценоотические показатели			
	Всего	кустистых	листоватых	накипных
Общее число видов				
Редколесья	41	17	11	13
Леса	36	11	11	14
Число видов на пробной площади				
Редколесья	16,8	5,4	5,8	5,6
Леса	18,8	5,0	7,3	7,0
Число видов на учетной площадке (видовая насыщенность)				
Редколесья	7,0	1,4	3,4	2,2
Леса	8,7	1,2	4,5	3,1
Встречаемость лишайников, %				
Редколесья	100	37	100	94
Леса	100	64	100	100
Проективное покрытие, %				
Редколесья	30,1	1,9	13,7	14,5
Леса	62,3	1,3	35,2	25,8
Доля лишайников в покрытии, %:				
Редколесья	-	6	46	48
Леса	-	2	57	41

На высоте 1,3 м найдено больше видов (26 видов) в долинных лесах. По общему числу видов в редколесьях преобладают накипные и листоватые лишайники, в лесах – накипные и кустистые. 19 видов лишайников на высоте 1,3 м общие для редколесий и лесов, сходство видовых составов с учетом встречаемости видов 70 %. Только в долинных редколесьях на высоте 1,3 м найдено три вида лишайников: *Lecidella euphorea*; *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arnold; *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale. Только в долинных лесах обнаружено восемь видов: *Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal.; *Arctoparmelia centrifuga*; *Bryoria chalybeiformis* (L.) Brodo & D. Hawksw.; *B. fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw.; *Caloplaca holocarpa* (Ach.) A.E. Wade.; *Hypogymnia bitteri* (Lynge) Ahti; *Rinodina archaea* (Ach.) Arnold; *Usnea hirta*. На пробной площади на высоте 1,3 м на лиственнице в долинных редколесьях найдено 12 видов лишайников в среднем, в долинных лесах – 16 видов в среднем, преобладают накипные виды. Достоверных различий по общему числу видов, числу видов кустистых, листоватых и накипных лишайников нет. На учетной площадке на высоте 1,3 м на лиственнице в долинных редколесьях обнаружено 5 видов лишайников в среднем, в долинных лесах – 6 видов в среднем, преобладают листоватые лишайники. Различий по общему числу видов, по числу видов кустистых, листоватых и накипных видов не выявлено (табл. 2).

Таблица 2

Структура сообществ лишайников лиственницы долинных редколесий и лесов на территории Западно-Сибирской равнины на высоте 1,3 м

Древостои долинные	Ценоотические показатели			
	Всего	кустистых	листоватых	накипных
Общее число видов				
Редколесья	21	5	8	8
Леса	26	9	8	9
Число видов на пробной площади				
Редколесья	11,6	1,8	4,2	5,6
Леса	15,8	4,3	4,8	6,8
Число видов на учетной площадке (видовая насыщенность)				
Редколесья	4,8	0,8	2,0	2,1
Леса	5,7	1,1	2,0	2,7
Встречаемость лишайников, %				
Редколесья	84	44	78	78
Леса	91	56	76	91
Проективное покрытие, %				
Редколесья	15,0	1,6	7,0	6,4
Леса	44,6	1,7	27,1	15,9
Доля лишайников в покрытии, %				
Редколесья	-	11	46	43
Леса	-	4	61	36

Различие встречаемости лишайников. На основании стволов лиственниц встречаемость лишайников по всем пробным площадям в долинных редколесьях и лесах – 100 %. Встречаемость кустистых лишайников достоверно выше в долинных лесах ($t=2,45$, $P<0,02$). Наиболее распространены (с встречаемостью (p) 50% и выше) на основании стволов лиственниц в долинных редколесьях пять видов лишайников: *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai ($81\% \leq p \leq 97\%$); *Biatora helvola* Körb. ex Hellb. ($69\% \leq p \leq 90\%$); *Parmeliopsis hyperopta* ($65\% \leq p \leq 87\%$); *P. ambigua* (Wulfen) Nyl. ($66\% \leq p \leq 78\%$); *Tuckermannopsis sepincola* ($57\% \leq p \leq 71\%$). В долинных лесах таких видов четыре:

Biatora helvola ($79\% \leq p \leq 96\%$); *Parmeliopsis ambigua* ($79\% \leq p \leq 96\%$); *P. hyperopta* ($77\% \leq p \leq 95\%$); *Vulpicida pinastri* ($74\% \leq p \leq 94\%$) [Рябицева, 2015, с. 200–205].

На уровне 1,3 м встречаемость лишайников на лиственнице в долинных редколесьях по разным пробным площадям изменяется от 33 до 100 % (84% в среднем), в долинных лесах – от 70 до 100 % (91% в среднем). Существенных различий по общей встречаемости, встречаемости кустистых, листоватых и накипных видов нет. Наиболее распространены (с встречаемостью (p) 50 % и выше) на высоте 1,3 м на лиственнице в долинных редколесьях *Melanelia olivacea* (L.) Essl. ($55\% \leq p \leq 68\%$) и *Vulpicida pinastri* ($53\% \leq p \leq 66\%$), в долинных лесах – *Melanelia olivacea* ($58\% \leq p \leq 71\%$) и *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. var. *hagenii* ($74\% \leq p \leq 94\%$) [Рябицева, 2015, с. 200–205].

Различие покрытия лишайников. На основании стволов лиственниц общее проективное покрытие лишайников в долинных редколесьях в среднем 30 %, в долинных лесах – в среднем 62 %, различия в общем покрытии достоверны и велики ($t=6,97$, $P<0,001$). Доминируют в редколесьях накипные лишайники, в лесах – листоватые, доля кустистых видов в сложении эпифитных сообществ невелика. Выявлена достоверная разница в покрытии накипных ($t=3,85$, $P<0,001$) и листоватых ($t=8,16$, $P<0,001$) видов лишайников (см. табл. 1). К группе видов с относительно высоким вкладом в общее покрытие коры лишайниками (доля участия в общем покрытии $\geq 5\%$) на основании стволов лиственниц в долинных редколесьях можно отнести четыре вида: *Biatora helvola* (среднее проективное покрытие 11,3%, доля участия в общем покрытии 37,5%), *Vulpicida pinastri* (покрытие 5,8%, доля 19,2%); *Parmeliopsis hyperopta* (покрытие 3,5%, доля 11,7%); *P. ambigua* (покрытие 2,9%, доля 9,6%); в долинных лесах – пять видов лишайников: *Biatora helvola* (покрытие 19,3%, доля 31,6%); *Vulpicida pinastri* (покрытие 11,5%, доля 19,0%); *Parmeliopsis ambigua* (покрытие 10,1%, доля 16,6%); *P. hyperopta* (покрытие 5,3%, доля 8,8%) *Melanelia olivacea* (покрытие 3,3%, доля 5,3%). Это виды, в своем большинстве, выступающие в роли доминантов лишайниковых синузид лиственницы [Рябицева, 2015, с. 200–205]. К группе видов с невысоким вкладом в общее покрытие (доля участия в общем покрытии ниже 5%, но выше 0,1%) на основании стволов лиственниц в долинных редколесьях можно отнести 29 видов лишайников, в долинных лесах – 24 вида. К группе видов с низким вкладом в общее покрытие (доля участия в общем покрытии менее 0,1%) на основании стволов в долинных редколесьях можно отнести 8 видов лишайников, в долинных лесах – 7 видов (табл. 3).

Таблица 3

Доля участия в общем покрытии видов лишайников на лиственнице в долинных редколесьях и лесах Западно-Сибирской равнины

Вид лишайников	Доля вида в покрытии, * %			
	на основании стволов		на высоте 1,3 м	
	Редколесье	Лес	Редколесье	Лес
1	2	3	4	5
<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) A. Massal.	0,4	+	-	0,1
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	+	0,8	7,9	3,5
<i>Arctoparmelia centrifuga</i> (L.) Hale	+	-	-	+
<i>Ar. incurva</i> (Pers.) Hale	-	0,1	-	-
<i>Asahinea chrysantha</i> (Tuck.) C.F. Culb. & W.L. Culb.	+	-	-	-
<i>Bacidia beckhausii</i> Körb.	-	0,3	-	-
<i>Biatora helvola</i> Körb. ex Hellb.	37,5	31,6	15,3	1,5
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo & D. Hawksw.	0,1	-	0,6	+
<i>B. chalybeiformis</i> (L.) Brodo & D. Hawksw.	0,1	0,1	-	0,1
<i>B. fremontii</i> (Tuck.) Brodo & D. Hawksw.	0,6	+	-	0,1
<i>B. simplicior</i> (Vain) Brodo & D. Hawksw.	0,8	0,8	5,2	2,1
<i>Bryoria</i> spp.	0,5	+	3,5	0,1

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
<i>Buellia schaeereri</i> De Not.	-	0,1	-	-
<i>Caloplaca holocarpa</i> (Ach.) A. E. Wade.	-	-	-	+
<i>Catillaria chalybeia</i> (Borrer) A. Massal.	+	0,1	-	-
<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.	0,3	0,1	0,1	+
<i>C. laevigata</i> Rass.	0,1	+	-	-
<i>Cetrariella delisei</i> (Schaer.) Kärnefelt & Thell	0,1	-	-	-
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	+	-	-	-
<i>C. coccifera</i> (L.) Wild.	0,3	+	-	-
<i>C. cornuta</i> (L.) Hoffm.	0,3	-	-	-
<i>C. ectocyna</i> Leight.	0,2	+	-	-
<i>C. pleurota</i> (Flörke) Schaer.	0,1	-	-	-
<i>C. pyxidata</i> (L.) Hoffm.	0,1	-	-	-
<i>Cladonia</i> spp.	0,7	0,4	-	-
<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	0,1	0,2	1,4	0,9
<i>Flavocetraria cucullata</i> (Bellardi) Kärnefelt et A. Thell	1,1	0,2	0,1	0,1
<i>F. nivalis</i> (L.) Kärnefelt & Thell	0,5	-	-	-
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy	0,7	-	-	-
<i>Hypogymnia bitteri</i> (Lynge) Ahti	+	0,1	-	+
<i>H. physodes</i> (L.) Nyl.	1,3	2,0	1,6	0,6
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.L.F. Meyer	+	-	0,1	+
<i>Japewia tornöensis</i> (Nyl.) Tønnsberg	0,1	1,0	1,8	1,8
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach. var. <i>hagenii</i>	0,1	2,8	7,4	26,6
<i>L. pulicaris</i> (Pers.) Ach.	4,5	2,1	1,5	0,2
<i>Lecanora</i> sp.	+	0,1	6,0	1,4
<i>L. symmetrica</i> (Ach.) Ach.	0,1	0,1	2,7	0,4
<i>Lecidea meiocarpa</i> Nyl.	0,8	1,4	-	-
<i>L. nylanderi</i> (Anzi) Th. Fr.	0,1	0,1	-	-
<i>Lecidella euphorea</i> (Flörke) Hertel	-	+	0,2	-
<i>Lepraria neglecta</i> (Nyl.) Lettau	-	0,4	-	-
<i>Melanelia olivacea</i> (L.) Essl.	0,1	5,3	33,9	56,5
<i>Mycoblastus</i> spp.	0,4	0,5	-	0,1
<i>Ochrolechia frigida</i> (Sw.) Lynge	1,7	-	-	-
<i>Ochrolechia</i> spp.	2,1	0,1	-	-
<i>Parmelia omphalodes</i> (L.) Ach.	-	+	-	-
<i>P. saxatilis</i> (L.) Ach.	-	0,5	-	-
<i>P. sulcata</i> Taylor.	0,1	3,0	1,1	2,3
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	9,6	16,6	1,6	0,3
<i>P. hyperopta</i> (Ach.) Arnold	11,7	8,8	0,8	-
<i>Rinodina archaea</i> (Ach.) Arnold	-	-	-	+
<i>Tuckermannopsis sepincola</i> (Ehrh.) Hale	3,5	1,0	0,1	-
<i>Usnea hirta</i> (L.) F. H. Wigg.	-	0,1	-	0,2
<i>Varicellaria rhodocarpa</i> (Körb.) Th. Fr.	0,1	-	-	-
<i>Vulpicida pinastris</i> (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai	19,2	19,0	7,1	0,7

* «-» – отсутствие вида; «+» – доля участия вида в общем покрытии менее 0,1%.

На высоте 1,3 м на лиственнице общее проективное покрытие лишайников в долинных редколесьях 15 % в среднем, в долинных лесах – 45 % в среднем, различия в общем покрытии достоверны и велики ($t=4,75$, $P<0,001$). Доминируют в редколесьях и лесах листоватые лишайники. Выявлена достоверная разница в покрытии листоватых ($t=4,45$, $P<0,001$) и накипных ($t=4,22$, $P<0,001$) видов (см. табл. 2). Относительно высокий вклад в общее покрытие коры лишайниками (доля участия в общем покрытии $\geq 5\%$) на высоте 1,3 м в долинных редколесьях у семи видов лишайников: *Melanelia olivacea* (среднее проективное покрытие 5,1%, доля участия в общем покрытии 33,9%); *Biatora helvola* (покрытие 2,3%, доля 15,3%); *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid. (покрытие 1,2%, доля 7,9%), *Lecanora hagenii* (покрытие 1,1%, доля 7,4%); *Vulpicida pinastri* (покрытие 1,1%, доля 7,1%); *Lecanora* sp. (покрытие 0,9%, доля 6,0%); *Bryoria simplicior* (Vain) Brodo & D. Hawksw. (покрытие 0,8%, доля 5,2%); в долинных лесах – только у двух видов: *Melanelia olivacea* (покрытие 25,2%, доля 56,5%) и *Lecanora hagenii* (покрытие 11,9%, доля 26,6%) [Рябицева, 2015, с. 200–205], (см. табл. 3). Невысокий вклад в общее покрытие (доля участия в общем покрытии ниже 5%, но выше 0,1%) на высоте 1,3 м на лиственнице в долинных редколесьях у 15 видов лишайников, в долинных лесах у 17 видов. Доля участия в покрытии 7 видов лишайников в долинных лесах менее 0,1% (см. табл. 3).

Заключение. Исследование видового состава и количественных показателей приводит к выводу о наличии значимых различий в структуре сообществ лишайников лиственницы из долинных редколесий и лесов на прилегающей к Полярному Уралу территории Западно-Сибирской равнины. Наибольшие различия выявлены в оценке проективного покрытия лишайников.

Литература

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. – Л., 1969. – 232 с.
2. Горчаковский П.Л. О соотношении между горизонтальной зональностью и вертикальной поясностью растительного покрова на примере Урала и прилегающих равнин // Тр. Ин-та биол. УФАН СССР. – Свердловск, 1965. – Вып. 42. – С. 3–33.
3. Горчаковский П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала. – Свердловск, 1966. – 270 с.
4. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. – М., 1975. – 283 с.
5. Игошина К.Н. Флора горных и равнинных тундр и редколесий Урала // Растения Севера Сибири и Дальнего Востока. – М.:Л., 1966. – С. 135–223.
6. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / И.С. Ильина, Е.И. Лапшина, Н.Н. Лавренко [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 251 с.
7. Морозова Л.М. Современное состояние растительного покрова восточного склона Полярного Урала // Биологические ресурсы Полярного Урала. – Салехард, 2002. – Вып. 10. – С. 78–89.
8. Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала / Л.М. Морозова, М.А. Магомедова, С.Н. Эктова [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. – С. 260–324.
9. Рябицева Н.Ю. Оценка встречаемости и покрытия лишайников на лиственнице в долинных редколесьях и лесах Западно-Сибирской равнины // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 200–205.
10. Шиятов С.Г. Климатогенные смены лесной растительности на верхнем и полярном пределах ее произрастания: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Свердловск, 1981. – 57 с.
11. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. – М.: Наука, 1986. – 136 с.
12. Экосистемы в критических состояниях / под. ред. Ю.Г. Пузаченко. – М.: Наука, 1989. – 155 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В статье изучена возможность использования статистического закона распределения для определения экологического состояния экосистемы малого рекреационного водохранилища.

Ключевые слова: бактериобентос, коэффициенты асимметрии и эксцесса, кривые распределения.

E.V. Batanina

THE APPLICATION OF THE STATISTICAL DISTRIBUTION LAW FOR DETERMINING THE ECOLOGICAL STATE OF THE RECREATIONAL RESERVOIR ECOSYSTEMS

The possibility of the statistical distribution law use for the determination of the ecological state of the small recreational reservoir ecosystem is studied in the article.

Key words: bacteriobentos, coefficients of asymmetry and kurtosis, distribution curves.

Введение. Микроорганизмы играют значительную роль в процессах самоочищения экосистем. Каждый водоем имеет характерные условия для развития микробного сообщества, которые и определяют динамику колебания их численности. Важным этапом любых мониторинговых исследований является не только составление общей схемы функционирования экосистем, но и установление их статуса по существующим типологическим классификациям. В основу существующих классификаций водных объектов в зависимости от целей пользователей положены различные признаки и принципы. При анализе водохранилищ нужно учитывать специфику новых природных объектов с коротким временем существования. Формирование их биологического режима зависит от особенностей рек, на которых они созданы и которые принимают участие в формировании водных масс, донных осадков и биологического населения.

Особенности микробных сообществ водохранилища в определенной степени демонстрируют кривые распределения численности бактерий. Для биологов в вариационной статистике предлагаются три основных вида распределения вариационного ряда: биномиальное, распределение Пуассона и нормальное. Биномиальное и Пуассоновое причисляются к признакам, варьирующим прерывисто, дискретно. В биологии распределению Пуассона наблюдаемые явления соответствуют редко. Оно представляется тем же биномиальным, но относится к явлениям, имеющим очень малую вероятность, и поэтому такое распределение асимметрично. Нормальное распределение характеризуется непрерывной вариацией [2].

Теоретическая основа вариации – результат взаимодействия многих разнонаправленных и независимых друг от друга факторов. Суть нормального распределения состоит в том, что если вариация значений наблюдаемого явления вызвана воздействием большого числа независимых факторов, то результат должен приблизительно подчиняться закону нормального распределения, которое занимает важнейшее место в биологической статистике, так как многие эмпирические изменения биологических признаков, характеризующиеся непрерывной вариацией, приближаются к нормальному распределению и следуют ему. Следовательно, если распределение вариационного ряда численности бактерий в водоеме подчиняется закону нормального распределения, то это обусловлено действием независимых факторов [7].

Как известно, развитие бактерий в основном зависит от наличия и качественного состава усвояемого органического вещества, содержания кислорода и температурных условий. Однако влияние этих факторов очень сложно. Эти факторы не являются изолированными системами, а представляют собой сложное единство. Кислород и органические вещества находятся под влияни-

ем водных организмов, в том числе и бактерий, поэтому главное условие нормального распределения не всегда соблюдается по отношению к водным микроорганизмам.

В тех случаях, когда условия благоприятствуют проявлению значений признака больших или меньших, чем средние, распределения асимметричны. И если причины благоприятствуют преимущественно проявлению средних и крайних значений признака, образуются положительные эксцессивные распределения, имеющие вид острой пирамиды с расширенным основанием. При отрицательном эксцессе в центре распределения имеется не вершина, а впадина, причем оно становится двуимодальным, а вариационная кривая – двувёршинной [3].

Применение кривых распределения численности для типологии водоема должно сопровождаться исследованием ряда наблюдений на принадлежность его к тому или иному виду распределения, кроме пределов и средней необходимо указывать характеристику кривой распределения – коэффициенты асимметрии (А) и эксцесса (ε) [1].

Цель исследований. Рассмотреть возможность применения статистического закона распределения для определения состояния экосистемы малого рекреационного водохранилища Бугач в вегетационные сезоны 2001–2004 гг. с использованием общей численности бактериобентоса.

В пригородной зоне крупного промышленного центра Красноярска находится малое водохранилище Бугач, имеющее рекреационное назначение. Так как водоем подвергается значительной антропогенной нагрузке, и особенно в весеннее и летнее время, постоянные наблюдения за состоянием его экосистемы крайне актуальны.

Водоохранилище Бугач образовано на вторичном притоке Енисея р.Бугач – водоем неглубокий, мелководный, евтрофного типа, площадь водосбора 116 км², площадь поверхности 0,32 км². В наиболее глубокой части зарегистрирована глубина 7,5 м. Прозрачность воды по диску Секи низка – 0,1–1,0 м; максимальная температура в середине июля 23 °С. Воды водохранилища относятся к гидрокарбонатному классу, со средней минерализацией, щелочные, значения рН составляли 7,7–10,1. В фитопланктоне зарегистрировано 43 вида, в зоопланктоне 11 видов организмов [5]. В 2002 г. для уменьшения цветения водоема были осуществлены биоманипуляционные мероприятия по вселению щуки [4].

Материалы и объекты исследования. Пробы донных отложений и воды отбирали еженедельно с мая по сентябрь 2001–2004 гг. в центре водоема в рамках совместных комплексных работ с лабораторией экспериментальной гидрoэкологии ИБФ СО РАН. Общую численность бактерий определяли эпифлуоресцентной микроскопией по методике М.П. Поглазовой и И.Н. Мицкевич [6].

Результаты и их обсуждение. Регистрированный ряд данных разбили на девять классов в пределах от 0,25 до 2,25 (табл.).

Значения коэффициентов асимметрии (А), эксцесса (ε) и коэффициента вариации (CV) при анализе распределения общей численности бактериобентоса в водохранилище Бугач

Год	Количество классов	Выборка	А	ε	CV, %
2001	9	18	0,96	-1,87	5,44
2002	9	19	1,67	2,81	7,03
2003	9	18	1,67	2,85	22,57
2004	9	15	0,96	-1,87	29,96

В 2001 г. при классовом промежутке 0,25 млрд кл/г минимальное значение составило 0,64 млрд кл/г, максимальное – 1,96 млрд кл/г (рис. 1), средняя арифметическая для совокупности – 1,23 млрд кл/мл, середина модального класса (при частоте встречаемости 7) – 1,12. Коэффициент асимметрии – 0,96, а коэффициент эксцесса – -1,87.

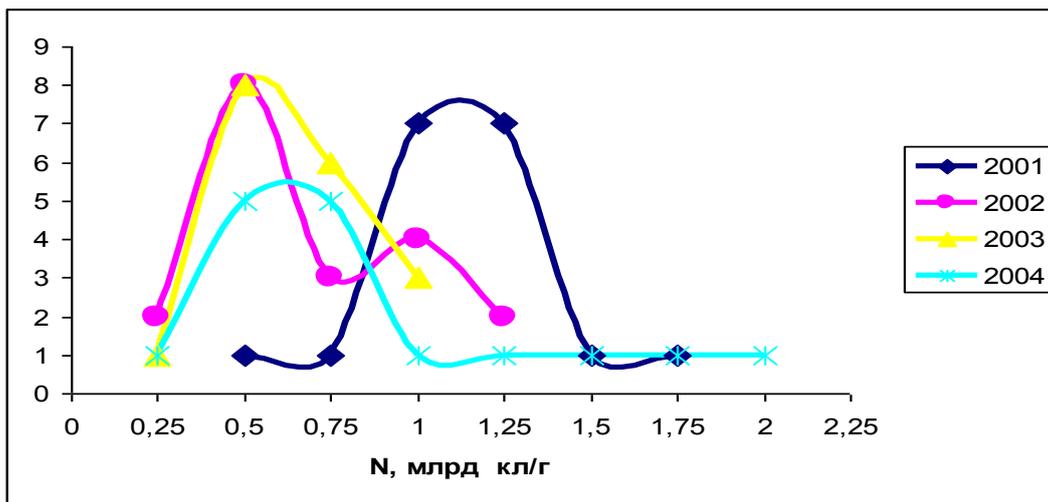


Рис. 1. Распределение частот встречаемости общей численности бактерий донных отложений (N, млрд кл/г) водохранилища Бугач

Данные 2002 года при том же классовом промежутке 0,25 млрд кл/г составили: минимальное значение – 0,33 млрд кл/г; максимальное – 1,35 млрд кл/г; средняя арифметическая – 0,84 млрд кл/г; середина модального класса (при частоте встречаемости 8) – 0,50; коэффициент асимметрии – 1,67; коэффициент эксцесса – 2,81.

Минимальное значение в 2003 году составляло 0,48 млрд кл/г (при классовом промежутке 0,25 млрд кл/г); максимальное – 1,18 млрд кл/г, средняя арифметическая – 0,80 млрд кл/г; середина модального класса (при частоте встречаемости 8) – 0,50. Коэффициент асимметрии был равен 1,67, а коэффициент эксцесса – 2,85.

В 2004 г. при том же классовом промежутке 0,25 млрд кл/г минимальное значение было 0,48 млрд кл/г, максимальное значение – 2,22 млрд кл/г; средняя арифметическая – 0,87 млрд кл/г; середина модального класса (при частоте встречаемости 5) – 0,62. Коэффициент асимметрии – 0,96, коэффициент эксцесса – -1,87.

Таким образом, за весь период исследований (2001–2004 гг.) средняя ряда общей численности сообщества бактерий донных отложений близка по величине к середине модального класса. На рисунке 2 представлено распределение частот встречаемости общей численности бактериобентоса. Коэффициенты асимметрии и эксцесса равнялись 0,53 и -1,22 соответственно, что свидетельствует о достоверности отличия фактического распределения вариант от нормального.

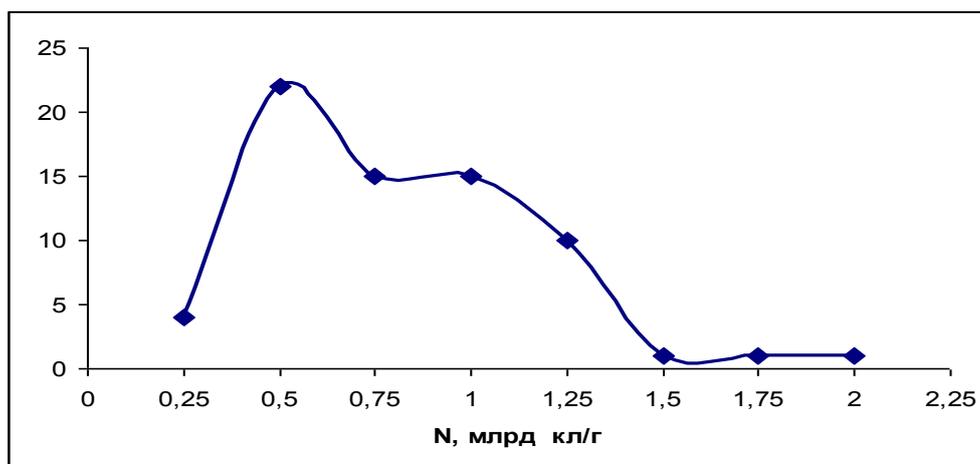


Рис. 2. Распределение частот встречаемости общей численности бактериобентоса (N, млрд кл/г) водохранилища Бугач

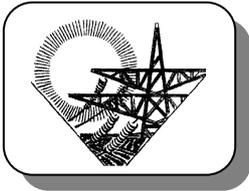
Кроме того, в 2001 и 2004 гг. зафиксированы одинаковые значения коэффициентов асимметрии (0,96) и эксцесса (-1,87). В 2002 и 2003 гг. также отмечены одинаковые значения коэффициентов асимметрии (1,67) и близкие эксцесса (2002 г. – 2,81; 2003 г. – 2,85). Однако амплитуда колебания общей численности бактериобентоса в 2003–2004 гг. была значительно шире по сравнению с 2001–2002 гг., и коэффициент вариации возрос от 5,44 % (2001 г.) и 7,03 % (2002 г.) до 22,57 % (2003 г.) и 29,96 % (2004 г.) (см. табл.).

Выводы. Таким образом, за четыре вегетационных сезона в период 2001–2004 гг. отмечено, что кривые распределения общей численности бактериобентоса в малом рекреационном водохранилище Бугач имели различный характер. Так, в 2001 г. кривая носила вид нормального распределения, в 2002 г. – имела двухвершинный характер со сдвигом влево в сторону снижения значений численности. В 2003 и 2004 гг. кривые также смещены влево, но отмечается стремление к восстановлению кривой нормального распределения в 2004 году. Такой вид кривых распределения можно объяснить биоманипуляционными мероприятиями по вселению щуки в водохранилище, которые были проведены в 2002 г. Следствия изменений в трофических взаимоотношениях водоема не могли не проявиться в динамике общей численности бактериобентоса водохранилища в тот же и следующие годы.

Литература

1. *Батанина Е.В.* Бактериальное сообщество донных отложений водохранилища Бугач и его роль в оценке качества среды: автореф. дис.... канд. биол. наук: 03.00.16. – Красноярск, 2008. – 20 с.
2. *Мамонтова Л.М., Кожова О.М.* Проблема классификации водохранилищ и некоторые пути ее решения в водной микробиологии. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 103–122.
3. *Мамонтова Л.М., Савилов Е.Д., Маркова Ю.А.* Инфекционная «агрессивность» окружающей среды: концепция микробиологического мониторинга. – Новосибирск: Наука, 2000. – 240 с.
4. *Мучкина Е.Я., Батанина Е.В.* Бактериальное сообщество донных отложений водохранилища Бугач. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 136 с.
5. *Мучкина Е.Я., Новикова В.Б., Батанина Е.В.* Бактериальное сообщество как показатель состояния экосистемы малого рекреационного водохранилища Бугач // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 12(39). – С. 109–115.
6. *Поглазова М.И., Мицкевич И.Н.* Применение флуорескамина для определения количества микроорганизмов в морской воде эпифлуоресцентным методом // Микробиология. – 1984. – Т.53. – № 5. – С. 850–857.
7. *Рокитский П.Ф.* Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, Ю.Н. Макеева

УДЕЛЬНАЯ МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ПРИ БАЛЛАСТИРОВАНИИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

Сформулированы модели, разработаны алгоритм и номограмма рационального балластирования колесных 4к4а тракторов для технологий почвообработки с использованием удельных параметров.

Ключевые слова: алгоритм, балластирование, материалоемкость, модели, номограмма, технология, удельная масса.

N.I. Selivanov, Yu.N. Makeeva

SPECIFIC MATERIAL CAPACITY OF WHEEL TRACTORS WHEN BALLASTING FOR THE TILLAGE TECHNOLOGIES

Models are formulated; the algorithm and the nomogram of the rational ballasting of the wheel 4k4a tractors are developed for tillage technologies with the specific parameters use.

Key words: algorithm, ballasting, material capacity, models, nomogram, technology, specific weight.

Введение. Основу современного тракторного рынка составляют унифицированные мобильные энергетические средства колесной формулы 4к4а разных типоразмеров с изменяющимися в широком диапазоне массоэнергетическими параметрами. Особенностью адаптации таких тракторов к зональным технологиям почвообработки является ступенчатое изменение эксплуатационной массы путем балластирования, установки сдвоенных колес и применения догружающих устройств [1].

Для установленных групп операций основной обработки почвы в работах [2, 3] обоснованы оптимальные значения показателя технологичности – удельной материалоемкости $m_{уд}^*$ колесных тракторов разной комплектации. Однако в практике эксплуатации обеспечение $m_{удi}^*$ современных колесных тракторов для разных операций почвообработки путем балластирования не всегда производится из-за высокой трудоемкости установки и снятия балластных грузов и отсутствия соответствующих рекомендаций.

В работе [4] обоснованы условия балластирования колесных 4к4а тракторов с установленным энергетическим потенциалом для адаптации к современным технологиям почвообработки. Сформулированы модели, разработаны алгоритм рационального балластирования и номограмма определения параметров дополнительного балласта. Разработанную номограмму целесообразно использовать инженерно-технической службой предприятия или официальным дилером при балластировании тракторов для определенной группы операций основной обработки почвы.

При подготовке тракторов разных производителей и типоразмеров к эксплуатации более универсальной является методика определения степени балластирования с использованием удельной массы полного, переднего и заднего балластов. Поэтому разработка рекомендаций по рациональному балластированию колесных тракторов для адаптации к технологиям почвообработки является актуальной и практически значимой.

Цель работы. Обоснование удельной материалоемкости и степени балластирования колесных 4к4а тракторов для оптимальной адаптации к технологиям почвообработки.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1) сформировать модели и разработать алгоритм оптимизации удельной материалоемкости трактора за счет изменения степени балластирования;

2) обосновать удельные массоэнергетические параметры трактора и дополнительного балласта для адаптации к технологиям почвообработки;

3) разработать номограмму определения удельной массы элементов дополнительного балласта при использовании тракторов в технологиях основной обработки почвы.

Условия и методы исследования. Решение поставленных задач производилось с учетом установленных рекомендаций, допущений и ограничений:

- рациональный тяговый диапазон трактора ограничен, с одной стороны, режимом допустимого буксования δ_d при максимальном значении коэффициента использования веса $\varphi_{KPmax} = \varphi_{KPH1}$ для выполнения первой, наиболее энергоемкой группы операций (отвальная вспашка и глубокое рыхление) на скорости $V_{H1}^* = 2,20 \frac{M}{c}$, с другой стороны, режимом максимального тягового КПД η_{Tmax} , которому соответствует $\varphi_{KPOpt} = \varphi_{KP3}$ для выполнения третьей, наименее энергоемкой группы операций (поверхностная обработка почвы и прямой посев) при $V_{H3}^* = 3,33 \text{ м/с}$, середина которого с $\varphi_{KPH2} = \bar{\varphi}_{KP} = 0,5 \cdot (\varphi_{KPmax} + \varphi_{KPOpt})$ при скорости $V_{H2}^* = 2,65 \text{ м/с}$ служит для операций второй группы (безотвальная комбинированная обработка и чизелевание);

- рациональному тяговому диапазону ($\varphi_{KPmax} - \varphi_{KPOpt}$) соответствует интервал изменения удельной материалоемкости от максимальной $m_{y\partial 1}^*$ до минимальной $m_{y\partial 3}^*$, соотношение которых не должно превышать максимально допустимое увеличение минимальной удельной транспортной массы брутто трактора $m_{y\partial 0}$ за счет балластирования $m_{By\partial}^{\partial}$ [5]

$$\lambda m_{y\partial max} = m_{y\partial 1}^* / m_{y\partial 3}^* \leq \lambda m_{y\partial don} = (m_{y\partial 0} + m_{By\partial}^{\partial}) / m_{y\partial 0}. \quad (1)$$

У колесного трактора, с минимальной транспортной массой брутто $m_{y\partial 0}$, продольной базой L и абсциссой центра масс a_{u0} , максимальная удельная масса дополнительного балласта для первой группы операций $m_{Bmax} = (m_{y\partial 1}^* - m_{y\partial 0})$. Тогда, при известном соотношении $m_{y\partial 0} = a \cdot m_{y\partial 1}^*$, оптимальные значения удельной массы ($кг/кВт$) общего балласта $m_{By\partial}$ для каждой группы операций выразятся как

$$\begin{cases} m_{By\partial 1}^* = m_{y\partial 1}^* \cdot (1 - a); \\ m_{By\partial 2}^* = m_{y\partial 2}^* - a \cdot m_{y\partial 1}^*; \\ m_{By\partial 3}^* = m_{y\partial 3}^* - a \cdot m_{y\partial 1}^*. \end{cases} \quad (2)$$

Удельные массы переднего $m_{B1y\partial}^*$ и заднего $m_{B2y\partial}^*$ балластов определяются решением уравнений моментов относительно осей передних и задних колес [3] при известных абсциссах центра масс трактора $a_u > a_{u0}$ и переднего балласта $a_n \geq 0$

$$\begin{cases} m_{B1y\partial}^* = (m_{y\partial}^* \cdot a_u - m_{y\partial 0} \cdot a_{u0}) / (L + a_n); \\ m_{B2y\partial}^* = [m_{y\partial}^* \cdot (L + a_n - a_u) - m_{y\partial 0} \cdot (L + a_n - a_{u0})] / (L + a_n). \end{cases} \quad (3)$$

Обозначив относительные величины абсцисс центра масс трактора и переднего балласта как $A_u = a_u/L$, $A_{u0} = a_{u0}/L$ и $A_n = (L + a_n)/L$ из уравнений системы (3), получим выражения для расчета оптимальных значений удельной массы переднего и заднего балластов

$$\begin{cases} m_{Б1γδ}^* = (m_{γδ}^* \cdot A_{ц} - m_{γδ0} \cdot A_{ц0}) / A_n; \\ m_{Б2γδ}^* = (m_{γδ}^* - m_{γδ0}) - (m_{γδ}^* \cdot A_{ц} - m_{γδ0} \cdot A_{ц0}) / A_n. \end{cases} \quad (4)$$

Абсцисса центра масс $A_{ц}$ для оптимальной нагруженности передних колес трактора в режиме рабочего хода $\lambda_{ПР} = Y_{ПР} / G_{Э} = 0,3 - 0,4$ [3] при номинальной тяговой нагрузке $P_{КРН}$ определится как

$$A_{ц} = \frac{[h_{КР} \cdot \varphi_{КРН} + f(r_{δ1} + r_{δ2}) \cdot 0,5]}{L}, \quad (5)$$

где $h_{КР}$ – ордината точки прицепа; f – коэффициент сопротивления качению; $r_{δ1}, r_{δ2}$ – динамические радиусы качения передних и задних колес.

Оптимальные значения полной массы указанных балластов для каждой группы операций почвообработки на тракторах разных типоразмеров при известном или заданном энергетическом потенциале выразятся как

$$\begin{cases} m_{Б1}^* = m_{Б1γδ}^* \cdot (\xi_N^* \cdot N_{ЕЭ}); \\ m_{Б2}^* = m_{Б2γδ}^* \cdot (\xi_N^* \cdot N_{ЕЭ}). \end{cases} \quad (6)$$

Алгоритм рационального балластирования колесного 4к4а трактора с установленным или заданным энергетическим потенциалом ($\xi_N^* \cdot N_{ЕЭ}$) для основных групп родственных операций почвообработки, при обоснованных значениях номинальной скорости рабочего хода V_H^* , включает: 1) определение $m_{γδ0}, L, a_{ц0}, a_n$ по технической характеристике; 2) определение зависимостей $\eta_T, \delta = f(\varphi_{КР})$ в интервале буксования двигателей $\delta = 0,05-0,20$ и изменения скорости V от 2,20 до 3,80 м/с; 3) установление $\varphi_{КР max} = \varphi_{КРН1}, \bar{\varphi}_{КР} = \varphi_{КРН2}, \varphi_{КР opt} = \varphi_{КРН3}$ и соответствующих им значений тягового КПД η_T ; 4) расчет удельной материалоемкости $m_{γδ}^* = \eta_{ТН} / (\varphi_{КР} \cdot V)_H \cdot g \cdot 10^{-3}$ и эксплуатационной массы трактора $m_{Э}^* = m_{γδ}^* \cdot (\xi_N^* \cdot N_{ЕЭ})$ для каждой группы операций; 5) проверка условия (1) при $m_{γδ0} = a \cdot m_{γδ1}^*$; 6) определение удельной массы полного балласта $m_{Бγδ}$ для каждой группы операций по (2); 7) определение абсциссы центра масс трактора с балластом из условий $a_{ц} = m_n / m_{Э} = Y_{н см} / G_{Э}$ и $A_{ц}$ для каждой группы с учетом выражения (5) и рекомендаций [3]; 8) расчет удельной массы $m_{Б1γδ}^*$ и $m_{Б2γδ}^*$ по (4); 9) определение полной массы балластов $m_{Б1}^*$ и $m_{Б2}^*$ по (6).

Результаты исследования. Использование экспериментальных зависимостей $\eta_T, \delta = f(\varphi_{КР})$ [3] позволило обосновать оптимальные значения $m_{γδ}^*$ тракторов 4к4а на одинарных и сдвоенных колесах для установленных групп родственных операций почвообработки (табл. 1).

Таблица 1

Оптимальные значения $m_{γδ}^*$ колесных 4к4а тракторов для операций основной обработки почвы [6]

Группа операций	$V_H, \text{м/с}$ (км/ч)	Одинарные колеса			Сдвоенные колеса		
		$\varphi_{КРН}^* / \delta$	$\eta_{ТН}$	$m_{уд}^*, \text{кг/кВт}$ (кг/л.с.)	$\varphi_{КРН}^* / \delta$	$\eta_{ТН}$	$m_{уд}^*, \text{кг/кВт}$ (кг/л.с.)
1	2,20 (8,0)	$\frac{0,45}{0,15}$	0,625	64,47 (47,40)	$\frac{0,47}{0,124}$	0,692	68,21 (50,15)
2	2,65 (9,5)	$\frac{0,41}{0,124}$	0,634	59,49 (43,74)	$\frac{0,41}{0,10}$	0,707	66,31 (48,76)
3	3,33 (12,0)	$\frac{0,37}{0,10}$	0,638	52,80 (38,82)	$\frac{0,35}{0,07}$	0,710	62,11 (45,67)

Рациональным тяговым диапазоном использования трактора на операциях почвообработки разных групп с одинарными ($\varphi_{КРН1} - \varphi_{КРН3}$) = (0,45–0,37) и сдвоенными (0,47–0,35) колесами соответствуют $\lambda m_{удmax} = 1,221$ и $1,098$, что согласуется с условием (1) при $\lambda m_{эmax} \leq 1,25$.

Оптимальные значения $m_{уд}^*$ трактора с одинарными колесами при $m_{уд0} = 51,58$ кг/кВт достигаются изменением удельной массы общего балласта от минимальной $m_{Б3уд}^* = 1,22$ кг/кВт до максимальной $m_{Б1уд}^* = 12,89$ кг/кВт, что составляет $(0,024 - 0,250) \cdot m_{уд0}^*$ (табл. 2).

При комплектации трактора сдвоенными колесами $m_{уд}^*$ обеспечивается дополнительная удельная масса $\Sigma m_{Буд}^*$, включающая удельные массы второго комплекта задних и передних колес $m_{Куд}$ и балластных грузов $m_{Буд}^*$, от $\Sigma m_{Б3уд}^* = 10,53$ кг/кВт до $\Sigma m_{Б1уд}^* = 16,63$ кг/кВт. При $m_{Куд} = 4,0 - 4,5$ кг/кВт общая удельная масса балластных грузов для первой группы операций на сдвоенных колесах $m_{Б1уд}^* = 12,53$ кг/кВт остается практически неизменной. На операциях 2-й и 3-й групп она повышается до 10,73 и 6,53 кг/кВт соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Удельные параметры балластных грузов колесных 4к4а тракторов для технологий почвообработки [6]

Группа операций	Одинарные колеса			Сдвоенные колеса			
	$\varphi_{КРН}$	$m_{Буд}^*$, кг/кВт	$m_{Буд}/m_{уд0}$	$\varphi_{КРН}$	$\Sigma m_{Буд}^*$, кг/кВт	$m_{Буд}$, кг/кВт	$m_{Буд}/m_{уд0}$
1	0,45	12,89	0,250	0,47	16,63	12,63	0,245
2	0,41	7,91	0,153	0,41	14,73	10,73	0,208
3	0,37	1,22	0,024	0,35	10,53	6,53	0,127

При использовании в качестве основного тягового режима для всех групп родственных операций $\varphi_{КРН}^* = 0,5 \cdot (\varphi_{КРmax} + \varphi_{КРopt})$ величина $\lambda m_{удmax}$ достигает 1,388 на одинарных и 1,450 на сдвоенных колесах, что недопустимо по условиям балластирования [5]. Это требует компромиссного варианта балластирования для операций первой группы, в основе которого целесообразно использовать тяговый режим при $\varphi_{КРН1}^* = 0,45$ и предлагаемые условия балластирования для его достижения.

По результатам анализа конструкционных особенностей и условий балластирования отечественных [7] и зарубежных [8, 9] колесных 4к4а тракторов установлены интервалы изменения значений относительных абсцисс: $A_{ц} = 0,40 - 0,50$; $A_{ц0} = 0,35 - 0,40$; $A_{п} = 1,0 - 1,6$. Для определения рациональной степени балластирования тракторов с использованием удельных параметров, по результатам натурного и вычислительного экспериментов, разработана номограмма (рис.). Построение номограммы проводилось графо-аналитическим методом в изложенной ниже последовательности.

1. В IV квадранте построены зависимости $\eta_T, \delta = f(\varphi_{КР})$ в рациональном тяговом диапазоне использования трактора 4к4а на одинарных и сдвоенных колесах.

2. В I квадранте расположены графики $m_{уд}^* = \eta_{ТН}/(\varphi_{КР} \cdot V)_H \cdot g \cdot 10^{-3}$ при установленных значениях V_H^* и $\varphi_{КРН}^*$ (см. табл. 1) для разных технологий почвообработки.

3. Во II квадранте построены зависимости приходящейся на передний мост удельной массы трактора $m_{уд1}^* = m_{уд}^* \cdot A_{ц}$ и $m_{уд10}^* = m_{уд0}^* \cdot A_{ц0}$ с балластом $m_{Буд} = m_{уд}^* - m_{уд0}^*$ и без него.

4. В III квадранте приведены зависимости удельной массы переднего балласта от абсциссы $A_{п}$, которая рассчитывается с учетом уравнения (4) как $m_{Б1уд}^* = (m_{уд}^* \cdot A_{ц} - m_{уд0}^* \cdot A_{ц0})/A_{п}$. Масса заднего балласта при известном значении $m_{Б1уд}^*$ определяется как $m_{Б2уд}^* = m_{уд}^* - m_{уд0}^* - m_{Б1уд}^*$.

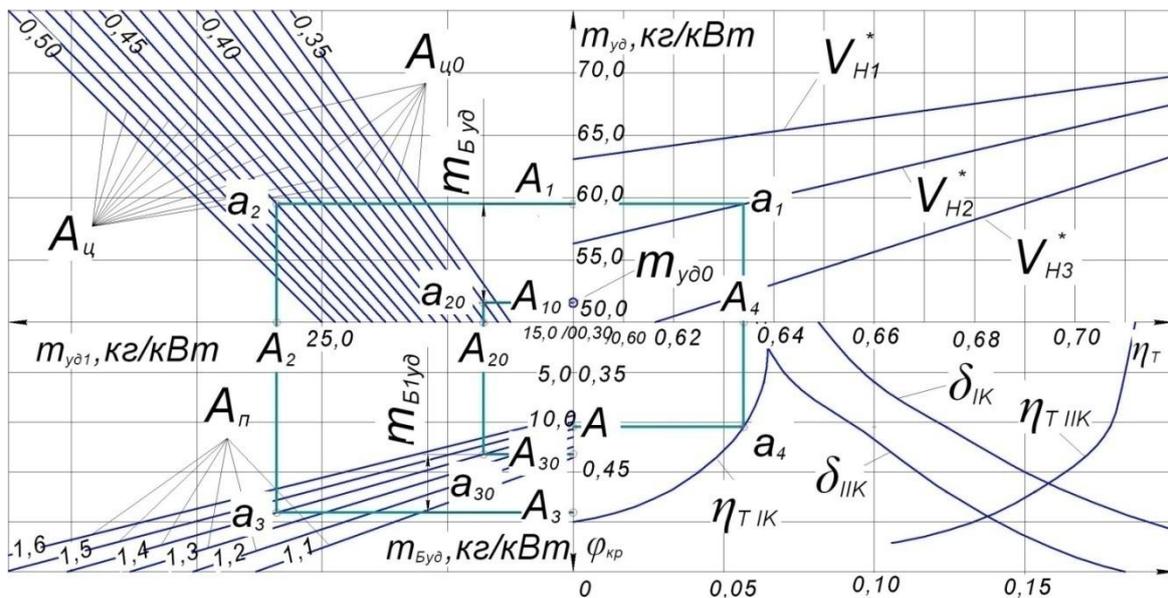
Порядок пользования номограммой поясним на примере трактора Versatile 250 с одинарными колесами при выполнении операций второй группы.

При выполнении операций второй группы целесообразно использовать тяговый режим при

$\varphi_{КРН2}^* = 0,41$ (т. А). Проведя через эту точку прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с линией $\eta_{Т1К}$ (т. а4), определяют в IV квадранте $\eta_T = 0,634$ (т. А4). Проведя через эту точку прямую, параллельную оси ординат до пересечения с линией V_{H2}^* , получают т. а1. Пересечение прямой, параллельной оси абсцисс, из указанной точки с ординатой (т. А1) определяет значение удельной массы $m_{y\partial}^* = 59,49$ кг/кВт. Точка А10 соответствует минимальной удельной транспортировочной массе брутто $m_{y\partial 0} = 51,58$ кг/кВт ($m_{Бy\partial}^* = m_{y\partial}^* - m_{y\partial 0}$) = 59,49 – 51,58 = 7,91 кг/кВт). Во II квадранте через точки А1 и А10 проводят прямые, параллельные оси абсцисс, до пересечения с линиями $A_{ц} = 0,45$ и $A_{ц0} = 0,35$ получают точки а2 а20. Из этих точек параллельно оси ординат проводят линии до пересечения с осью абсцисс, находят значения $m_{1y\partial}^* = m_{y\partial}^* \cdot A_{ц} = 59,49 \cdot 0,45 = 26,77$ кг/кВт (т. А2) и $m_{1,0y\partial}^* = m_{y\partial 0} \cdot A_{ц0} = 51,58 \cdot 0,35 = 18,05$ кг/кВт (т. А20). Далее, продлив линии из указанных точек до пересечения в III квадранте с линией $m_{Бy\partial} = f(A_{ц})$ при заданной величине $A_{п} = 1,3$ (т. а3 и т. а30) и проведя из этих точек линии, параллельные оси абсцисс, до пересечения с ординатой (т. А3 и т. А30), находят значение $m_{Б1y\partial}^* = (A_3 - A_{30}) = (20,52 - 13,82) = 6,7$ кг/кВт и $m_{Б2y\partial}^* = m_{Бy\partial}^* - m_{Б1y\partial}^* = 7,91 - 6,7 = 1,21$ кг/кВт.

При известной мощности тракторного дизеля $N_{\text{эз}} = 184$ кВт и $\xi_N^* = 1,0$ по уравнению системы (6) определяют массу указанных балластов

$$\begin{cases} m_{Б1}^* = m_{Б1y\partial}^* \cdot (\xi_N^* \cdot N_{\text{эз}}) = 6,7 \cdot 184 = 1233 \text{ кг;} \\ m_{Б2}^* = m_{Б2y\partial}^* \cdot (\xi_N^* \cdot N_{\text{эз}}) = 1,21 \cdot 184 = 222 \text{ кг.} \end{cases}$$



Номограмма для определения удельной массы балластных грузов при использовании колесных 4к4а тракторов

Аналогично определяют массу балластных грузов для операций почвообработки других групп при оснащении трактора сдвоенными колесами или изменении его мощности.

Выводы

1. Представлены модели и алгоритм оптимизации удельной материалоемкости колесных 4к4а тракторов за счет изменения степени балластирования.
2. Обоснованы рациональные значения удельной материалоемкости тракторов разной комплектации для адаптации к технологиям почвообработки и условия ее достижения за счет изменения параметров переднего и заднего балластов.
3. Разработана номограмма определения удельных параметров переднего и заднего съемных балластов для эффективного использования тракторов в разных технологиях почвообработки.

Литература

1. Селиванов Н.И. Регулирование эксплуатационных параметров тракторов // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 234–239.
2. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Макеева Ю.Н. Моделирование скоростных режимов и удельных показателей колесных тракторов на основной обработке почвы // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 81–89.
3. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Макеева Ю.Н. Удельная материалоемкость колесных тракторов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 2. – С. 56–63.
4. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н. Балластирование колесных тракторов на обработке почвы // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 77–81.
5. Селиванов Н.И. Эффективное использование энергонасыщенных тракторов. – Красноярск, 2008. – 228 с.
6. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н. Адаптация колесных тракторов к технологиям почвообработки // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-19086> (дата обращения: 15.05.2015).
7. Руководство по эксплуатации тракторов Terrion. – URL: <http://www.yugprom.ru/technics/tractors/terrion/terrion-atm-5280.php> (дата обращения: 25.02.2015).
8. Руководство по эксплуатации тракторов John Deere. – URL: <http://mashintop.ru/manual.php?id=378> (дата обращения: 05.02.2015).
9. Руководство по эксплуатации тракторов «Versatil» серии Row Crop (250, 280, 305 л.с.). – URL: <http://mashintop.ru/manual.php?id=378> (дата обращения: 05.02.2015).



УДК 621.311.1

И.В. Наумов, И.В. Ямщикова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТЕЙ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ РОССИИ И ГЕРМАНИИ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИИ

В статье изложены результаты экспериментальных исследований несимметричных режимов работы электрических сетей напряжением 0,38 кВ в России и Германии, а также представлено техническое средство, повышающее эффективность режимов работы этих сетей.

Ключевые слова: несимметрия, качество, потери, эффективность функционирования, симметрирующее устройство.

I.V. Naumov, I.V. Yamshchikova

THE INCREASE OF THE OPERATING MODE EFFICIENCY OF THE LOW VOLTAGE NETWORKS IN RUSSIA AND GERMANY IN THE ASYMMETRICAL POWER CONSUMPTION

The pilot research results of the asymmetrical operating modes of 0,38 kV electric networks in Russia and Germany are stated, the technical tool increasing the efficiency of these networks operating modes is presented in the article.

Key words: asymmetry, quality, losses, efficiency of functioning, symmetrizing device.

Введение. В настоящее время во всем мире уделяется повышенное внимание вопросам энергосбережения и эффективного использования электрической энергии. В связи с этим разработ-

ка технических средств для повышения качества электрической энергии является актуальной задачей для электрических сетей всех иерархических уровней.

Цель исследований. Оценка повышения эффективности использования электрической энергии в низковольтных электрических сетях России и Германии.

Задачи исследований. На основе экспериментальных данных осуществить анализ несимметричных режимов работы низковольтных сетей России и Германии, а также разработать техническое средство для симметрирования режимов работы этих сетей.

Методика и результаты исследований. По некоторым оценочным данным, на электроэнергетическом рынке России имеется до 20 % избыточной электроэнергии от суммарной выработки электростанций, и поэтому интеграция Единой энергетической системы (ЕЭС) России в Объединённой энергосистеме Европы имеет существенное значение для снижения уровня необходимых резервов и обмена электроэнергией. Это тем более необходимо, так как за последнее время в энергосистемах многих стран стали происходить значительные системные повреждения, что привело к длительным отключениям электроэнергии городов и даже стран. Так, по опубликованным данным, за последние 30 лет примерно 20 отключений электроэнергии затронули около 550 млн человек. Стоимость каждого отключения возрастает год от года (в 1999 г. такие потери оценивались приблизительно в 26 млрд евро. Например, для сравнения, если система операций с банковскими карточками прекращает свою работу на час, издержки составляют более 2 млн евро). В середине июля 2015 г. в Нидерландах произошли массовые отключения электроэнергии. Больше всего пострадал север страны. По словам представителей энергоснабжающих компаний, ЧП возникло в результате перегрузок на ЛЭП. Отключения затронули и столицу Амстердам, включая зону аэропорта Схипол, который вынужденно работал в это время на резервных источниках питания.

Таким образом, подобное интегрирование вполне может рассматриваться как реальная возможность повышения устойчивости функционирования европейских энергосистем. В свете этого есть необходимость рассмотреть некоторые аспекты, касающиеся качества электроэнергии в России и странах Евросоюза, в частности в Германии (экспериментальные исследования осуществлены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 04-02-04010).

Межгосударственный стандарт на качество электроэнергии для стран СНГ (ГОСТ 32144)-2013 [1] и Европейский стандарт EN 50160:2010, NEQ [2] устанавливают уровень качества электроэнергии в сетях общего назначения. При этом требования к основным показателям качества электроэнергии (отклонение частоты, провалы напряжения, несинусоидальность, несимметрия напряжений) примерно одинаковы (с незначительным отличием) и устанавливают нормальные (с которыми сеть должна работать не более 95 % времени интервала измерения в неделю) и предельно допустимые значения. Вместе с этим такие сети (особенно потребительские сети низкого напряжения) России и Германии имеют два существенных различия.

1. Большинство потребительских сетей низкого напряжения в странах СНГ территориально распределены на значительные расстояния. Так, например, магистральные ответвления отходящих линий от шин ТП могут достигать нескольких километров. Электрические же сети Германии питают в основном сосредоточенную нагрузку и не имеют протяжённых магистралей линий электропередачи.

2. В Германии, как, впрочем, в большинстве стран Евросоюза, потребительские сети практически не имеют неполнофазных ответвлений, так как все потребители электроэнергии имеют трёхфазные вводы. Для России свойственно большое количество потребителей, особенно коммунально-бытовых, получающих питание по неполнофазным (в основном однофазным) ответвлениям. Особенно это характерно для распределительных сетей 0,38 кВ сельскохозяйственного назначения.

С учётом этого подходы стандартов [1] и [2] к оценке, например, несимметричных режимов работы также имеют некоторые различия.

В соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013 [1] несимметрия трёхфазной системы напряжений оценивается двумя основными показателями качества электроэнергии (ПКЭ): коэф-

коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2u} и коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0u} , которые определяются по выражениям:

$$K_{2U_i} = \frac{U_{2(1)_i}}{U_{1(1)_i}} \cdot 100; \quad K_{0U_i} = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{0(1)_i}}{U_{1(1)_i}} \cdot 100,$$

где $U_{2(1)_i}$ – действующее значение напряжения обратной последовательности основной частоты трёхфазной системы напряжений в i -м наблюдении, В, кВ; $U_{0(1)_i}$ – действующее значение напряжения нулевой последовательности основной частоты трёхфазной системы напряжений в i -м наблюдении, В, кВ; $U_{1(1)_i}$ – действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты в i -м наблюдении, В, кВ.

Согласно требованиям [1], значения коэффициентов K_{2U_i} и K_{0U_i} должны составлять в 95 % времени десятиминутного интервала в неделю – 2 % и только 5 % времени суток эти показатели могут иметь максимальные значения – до 4 % в этом интервале.

В стандарте EN 50160 [2] аналогично установлено, что в нормальном режиме работы (в 95 % времени 10-минутного интервала измерений) напряжение обратной последовательности не должно превышать 2 % от действующего значения напряжения основной частоты. Максимальное же значение по сравнению со стандартом СНГ несколько ниже и не должно превышать 3 %. Исключение составляет коэффициент K_{0U_i} . Стандарт EN 50160 не регламентирует напряжение нулевой последовательности, полагая его несущественное влияние на качество электроэнергии.

Вместе с этим даже пофазно-равномерно распределённые однофазные электроприёмники (при трёхфазном вводе), в силу случайного характера их работы, также создают в электрической сети потоки нулевой последовательности. И эти потоки не только ухудшают качество электроэнергии (т.е. влияют на коэффициент K_{0U_i}), но и определяют появление дополнительных потерь мощности в данной сети. Рассмотрим, как это происходит.

Потери мощности в сети 0,38 кВ при несимметричной нагрузке характеризуются коэффициентом потерь мощности [3]

$$K_p = 1 + K_{2i}^2 + K_{0i}^2 \cdot \frac{R_0}{R_1}, \quad (1)$$

где K_{2i} – коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности, равный отношению тока обратной последовательности к току прямой последовательности; K_{0i} – коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности, равный отношению тока нулевой к току прямой последовательности; R_0, R_1 – активные сопротивления соответственно нулевой и прямой последовательностей участка сети.

При одинаковом сечении фазного и нулевого проводов воздушной линии 0,38 кВ соотношение для линии $R_0/R_1 = 4$. Тогда выражение (1) преобразуется в следующий вид:

$$K_p = 1 + K_{2i}^2 + 4K_{0i}^2. \quad (2)$$

Следовательно, на величину коэффициента потерь мощности большее влияние оказывает коэффициент K_{0i} . В значительно меньшей степени на K_p влияют токи обратной последовательности. Заметное влияние на K_p эти токи будут оказывать при значении $K_{2i} > 0,3$ [3].

Дополнительные потери мощности в сети, состоящей из n элементов, обусловленные несимметрией токов, определяются из выражения

$$\Delta P = \sum_{q=1}^n K_{pq} \cdot \Delta P_{1q}, \quad (3)$$

где $\Delta P_{1q} = R_{\phi} \cdot (P_q^2 + Q_q^2) / U_{л}^2 = R_{\phi} \cdot P_q^2 / U_{л}^2 \cdot \cos^2 \varphi$ – потери мощности для q-го элемента сети при симметричном режиме для участка сети с активным сопротивлением фазы R_{ϕ} и передаваемыми по нему активной P_q и реактивной Q_q мощностями; $U_{л}$ – линейное напряжение сети; φ – угол сдвига фаз; K_{pq} – коэффициент потерь мощности в q-м элементе сети. В общем случае коэффициент потерь мощности для участка трёхфазной линии с нулевым проводом будет выглядеть как

$$K_p = 1 + K_{2i}^2 + K_{0i}^2 \cdot \left(1 + \frac{3R_N}{R_{\phi}}\right). \quad (4)$$

Для оценки несимметричных режимов работы нами были произведены исследования уровня несимметрии токов и напряжений распределительной сети 0,38 кВ в России и Германии.

Следует отметить, что осуществить абсолютно корректное сравнение исследуемых объектов весьма проблематично, поскольку очень трудно подобрать аналогичные сети с одинаковой нагрузкой. В качестве примера рассматривался магистральный участок ЛЭП 0,38 кВ длиной 800 м, отходящий от шин трансформаторной подстанции с номинальной мощностью 630 кВА.

Измерения производились прибором „ТОПАС-100“ в соответствии с требованиями [1] и [2]. Для определения симметричных составляющих токов и напряжений нами использовался аналитический метод расчёта с использованием модулей измеренных величин, предложенный профессором Ф.Д. Косоуховым и получивший название *модульный* [3, 4]. Этот метод, основанный на методе симметричных составляющих, позволяет не только определить модули этих величин, но и их аргументы, обеспечивая ту же точность расчёта, что и метод симметричных составляющих. Практически для расчёта показателей несимметрии напряжений и токов в четырёхпроводных сетях модульным методом необходимо провести измерение шести напряжений и пяти токов.

В качестве инструмента расчёта использовалась компьютерная программа «Несимметрия-1» [4], основанная на алгоритме модульного метода и позволяющая оценить степень несимметрии токов и напряжений в исследуемой электрической цепи.

По результатам расчётов построены временные диаграммы изменения токов и напряжений, а также показателей несимметрии напряжений и дополнительных потерь мощности для России (рис. 1–5) и для Германии (рис. 6–10).

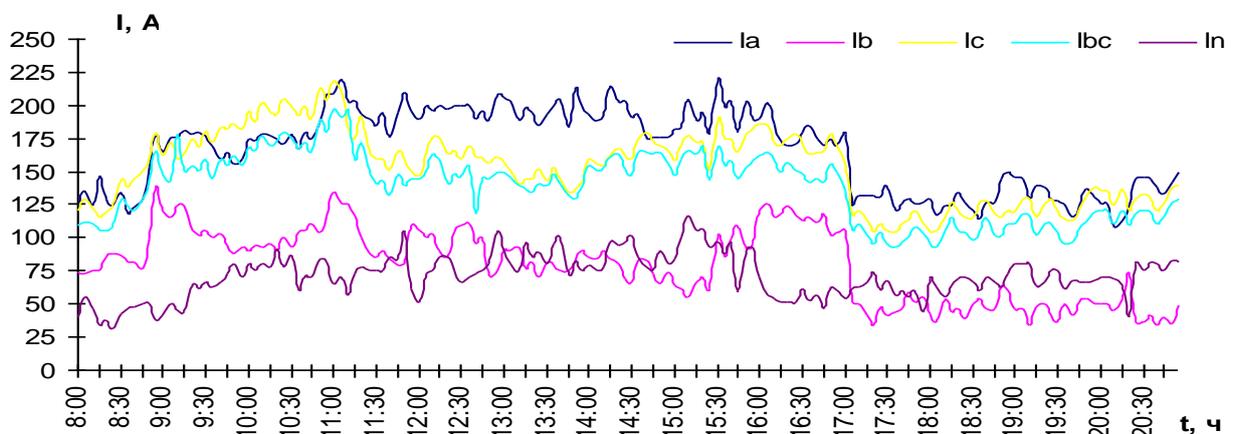


Рис.1. Временная диаграмма изменения токов (Россия)

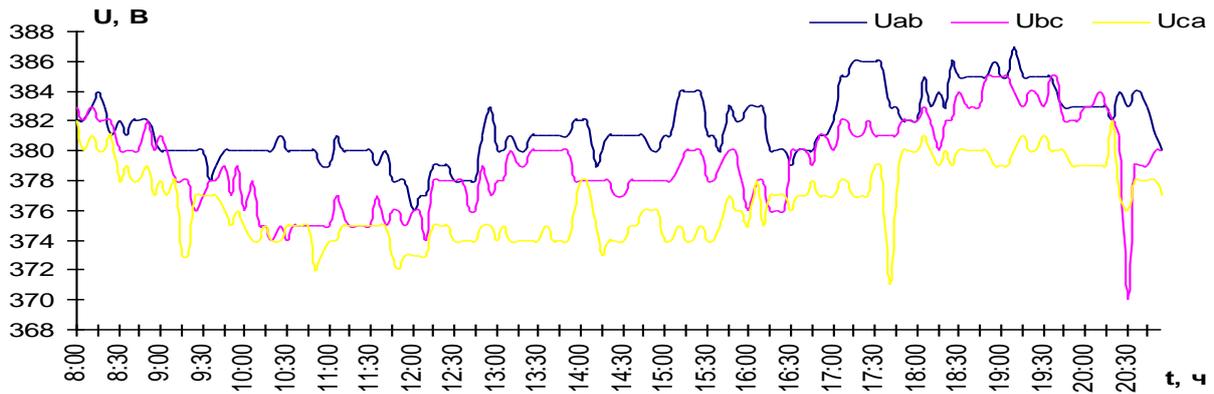


Рис. 2. Временные диаграммы изменения междуфазных напряжений (Россия)

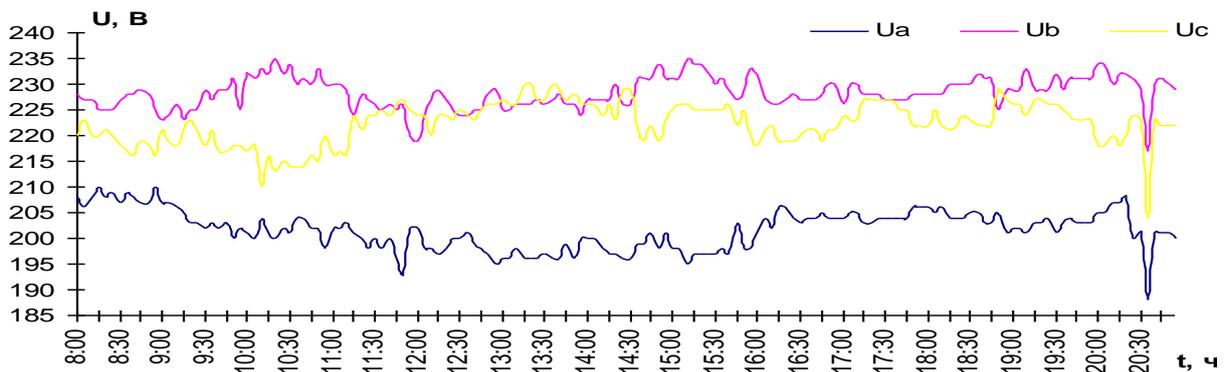


Рис. 3. Временные диаграммы изменения фазных напряжений (Россия)

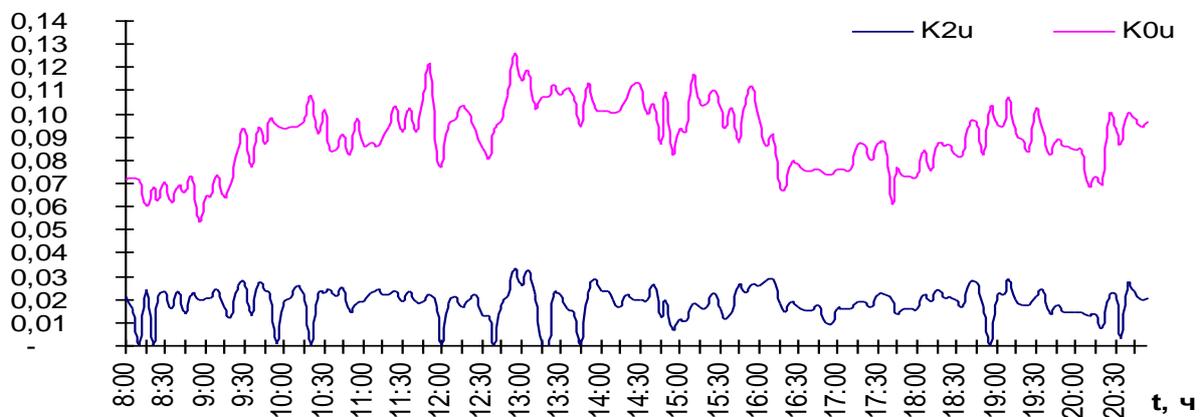


Рис. 4. Временные диаграммы изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжений (Россия)

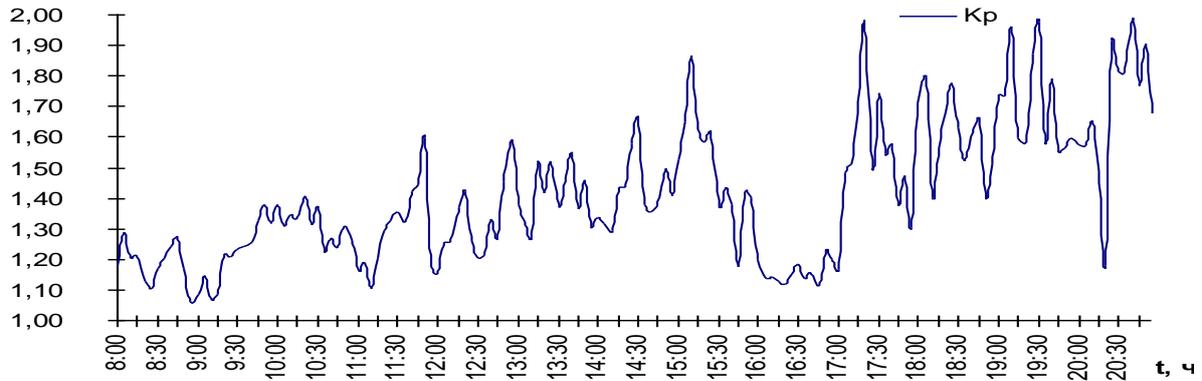


Рис. 5. Временная диаграмма изменения коэффициента дополнительных потерь мощности (Россия)

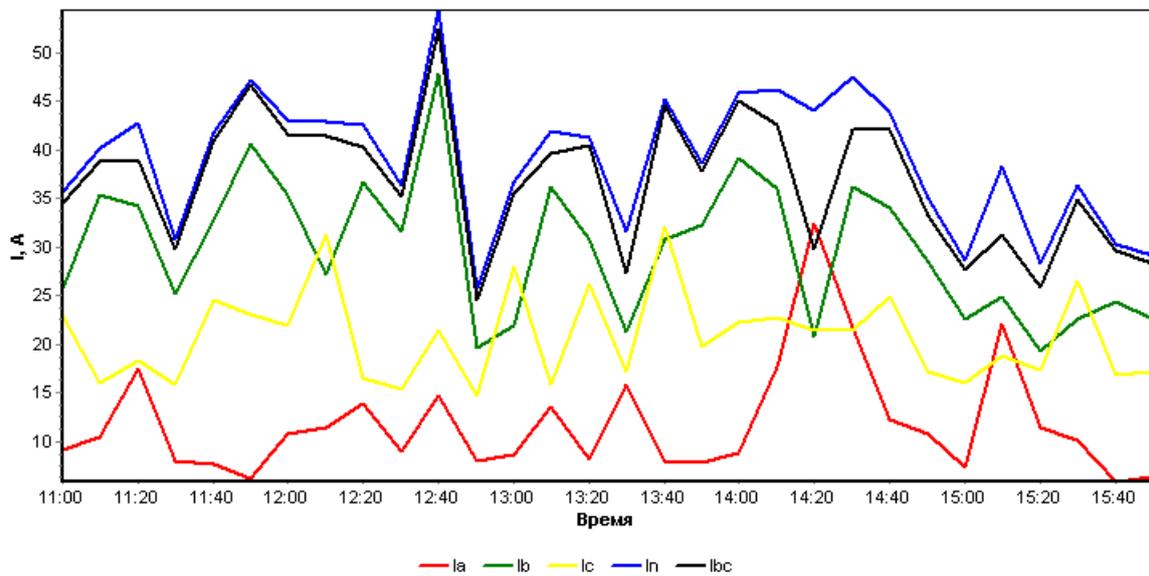


Рис. 6. Временная диаграмма изменения фазных токов (Германия)

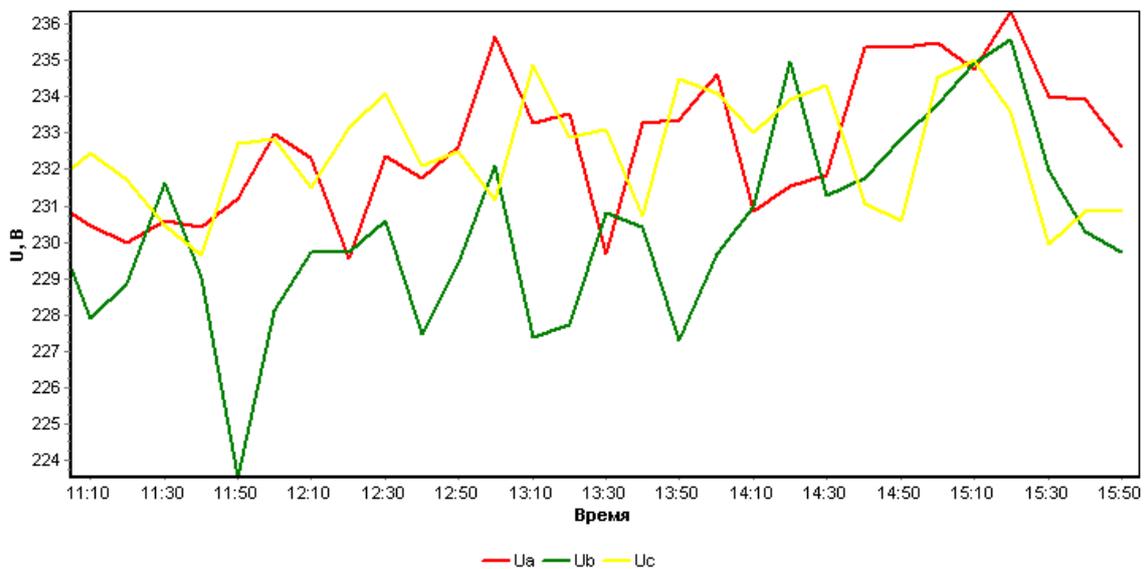


Рис. 7. Временная диаграмма изменения фазных напряжений (Германия)

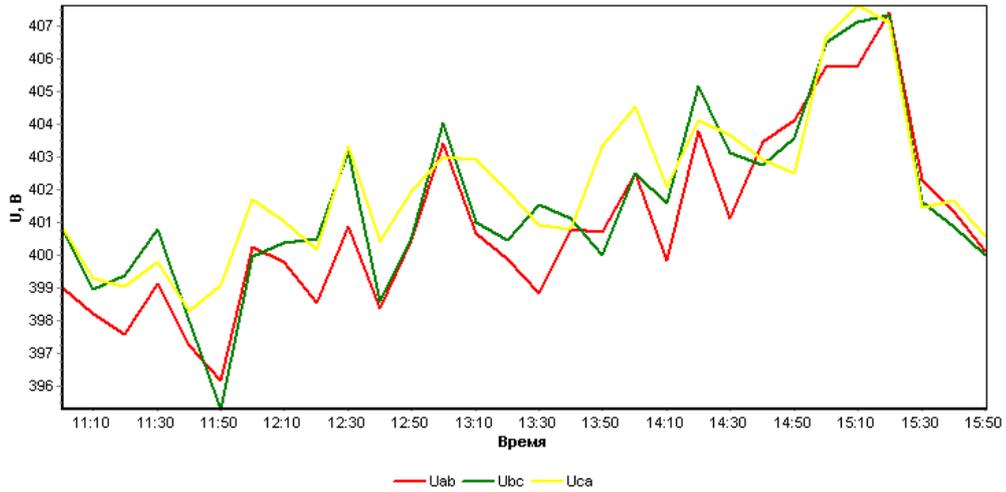


Рис. 8. Временная диаграмма изменения междуфазных напряжений (Германия)

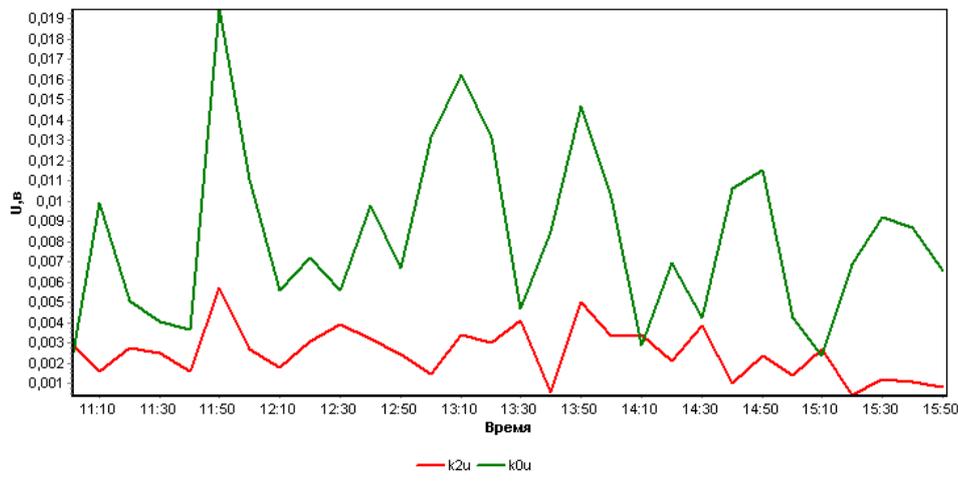


Рис. 9. Временная диаграмма изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжения (Германия)

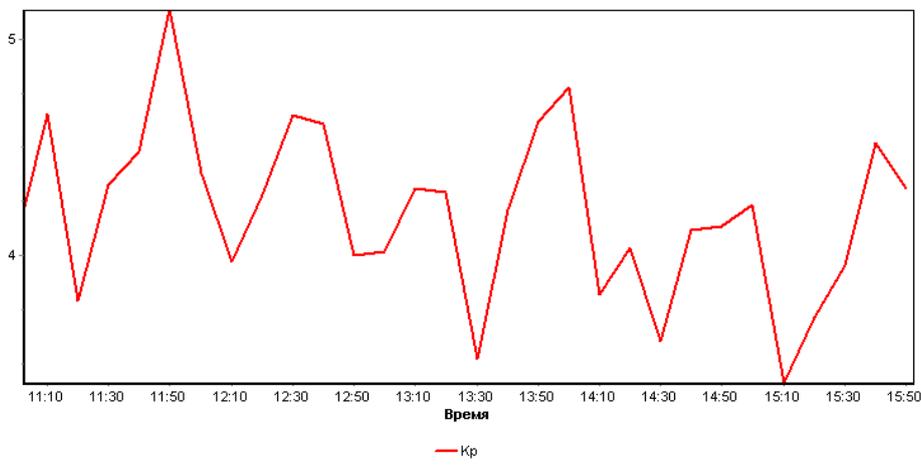


Рис. 10. Временная диаграмма изменения коэффициента дополнительных потерь мощности (Германия)

Анализ зависимостей для условий России (рис. 1–5) показал, что значение коэффициента обратной последовательности напряжений K_{2U_i} соответствует требованиям стандарта [1]. Коэффициент нулевой последовательности напряжения K_{0U_i} намного превышает требования данного стандарта. Его среднее (за период измерения) значение составило 9,5 %, что почти в 5 раз выше установленных нормальных значений и более чем в два раза превышает максимальные значения, устанавливаемые стандартом для данного коэффициента.

Коэффициент дополнительных потерь мощности имеет среднее за период измерения значение, равное 41 %. То есть потери, мощности, обусловленные несимметрией токов, более чем в 1,4 раза превышают потери мощности, обусловленные протеканием токов только нулевой последовательности. Причём из графика рисунка 5 видно, что наибольшие значения (свыше 90%) этот коэффициент имеет в вечернее время, т.е. когда происходит интенсивное использование однофазных коммунально-бытовых электроприёмников.

При анализе зависимостей для условий Германии (рис. 6–10) установлено, что качество электрической энергии по соответствующим показателям (коэффициентам обратной и нулевой последовательностей напряжений) за исследуемый интервал времени находится на высоком уровне. В 100 % десятиминутных интервалов времени значение этих коэффициентов находится в пределах, установленных [2]. Среднее значение для коэффициента обратной последовательности напряжения не превышает 0,25 %, а для коэффициента нулевой последовательности – 0,81 % (рис. 9). Иначе дело обстоит с дополнительными потерями мощности, обусловленными несимметрией токов. Как видно из рисунка 10, коэффициент потерь мощности изменяется в широких пределах. Его минимальное значение составляет 1,22, а максимальное – 5,88. Среднее значение данного коэффициента за исследуемый период времени составило 3,71. То есть в такое количество раз потери мощности (соответственно и электрической энергии) превышают потери в нормальном (обусловленном только протеканием токов прямой последовательности) режиме. И это только на исследуемом 800-метровом участке линии электропередачи, без учёта дополнительных потерь мощности в трансформаторе. При средней стоимости электроэнергии в Германии 0,16 евро за 1 кВт·час стоимость дополнительных годовых потерь электроэнергии (без учёта технических потерь) составит 5200 евро.

Таким образом, в низковольтных электрических сетях Германии, так же как и в России, объективно присутствует несимметрия фазных токов. И несмотря на высокое качество электрической энергии у потребителя (благодаря трёхфазному потреблению), непосредственно в сети происходят значительные дополнительные потери электроэнергии, обусловленные в основном именно токами нулевой последовательности.

Для снижения таких потерь и соответствующего повышения качества электрической энергии предлагается использовать шунто-симметрирующее устройство, установка которого непосредственно в точке подключения несимметричной нагрузки способствует значительному симметрированию режима работы этих сетей [5].

Задачей СУ является повышение качества симметрирования токов и напряжений в трехфазных сетях с нулевым проводом за счет саморегулирования мощности предлагаемого устройства при изменении тока в нулевом проводе. В предлагаемом устройстве предусмотрено три ступени мощности (рис.11, а). Если ток в нулевом проводе N невелик, то напряжение на конденсаторе $C2$ тоже будет незначительно. В этом случае транзистор $VT1$ ($VT3$) будет закрыт, так как напряжение на стабилитроне $VD9$ ($VD10$) будет приложено к базам этих транзисторов через резистор $R5$ ($R13$) и делитель $R3$ ($R11$) и $R4$ ($R12$). При этом транзистор $VT2$ ($VT4$) будет открыт и катушка реле напряжения $KV1$ ($KV2$) будет получать питание (рис. 11, б).

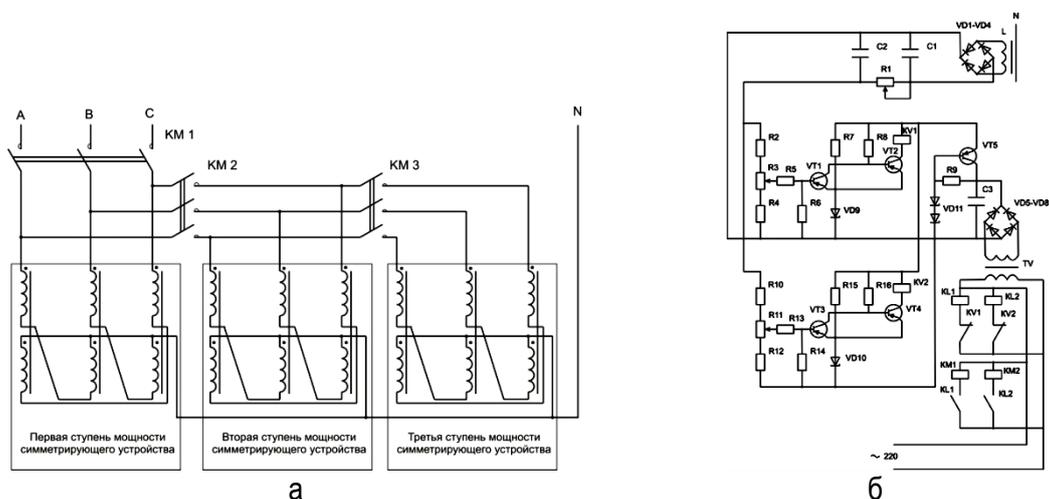


Рис. 11. Электромагнитное шунто-симметрирующее устройство: а – электрическая схема устройства; б – схема автоматического управления

При возрастании тока в нулевом проводе N напряжение на конденсаторе C2 также будет возрастать с выдержкой по времени, определяемой постоянной времени цепочки R1C2. Когда напряжение на конденсаторе достигнет определенного значения, напряжение, подаваемое с делителя R2-R3-R4 (R10-R11-R12) на базу транзистора VT1 (VT3), становится достаточным для его открытия, что, соответственно, вызывает закрытие транзистора VT2 (VT4) с последующим отключением катушки реле напряжения KV1 (KV2). Напряжение сравнения в данной схеме можно плавно регулировать потенциометрами делителей R3 и R11. Реле напряжения KV1 и KV2 размыкающими контактами KV1 и KV2 соответственно включают катушки промежуточных реле KL1 и KL2, контакты KL1 и KL2 которых подают напряжение на катушки магнитных пускателей секций СУ – KM1 и KM2. Устройство полностью отключается от сети при достижении тока в нулевом проводе минимальной величины, соответствующей допустимому значению показателей несимметрии напряжений, установленных ГОСТ 32144-2013.

Выводы

1. Таким образом, предлагаемое шунто-симметрирующее устройство может быть использовано в качестве технического средства симметрирования режимов работы распределительной электрической сети 0,38 кВ, питающей коммунально-бытовую нагрузку.
2. Система автоматического управления позволяет минимизировать потери электрической энергии в самом ШСУ, что значительно повышает эффективность его использования.
3. Как показали произведенные расчеты, годовой экономический эффект от внедрения одного устройства составляет \$584; срок окупаемости – около 2 месяцев; экономия электроэнергии за счет снижения энергетических потерь составила 9101 кВт·ч.

Литература

1. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 32144-2013, Национальный стандарт Российской Федерации. – М., Стандартинформ 2013. – 30 с.
2. EN 50160:2010 «Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks», NEQ.
3. Косоухов Ф.Д., Наумов И.В. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях. – Иркутск, 2003. – 260 с.

4. Наумов И.В. Оптимизация несимметричных режимов системы сельского электроснабжения. – Иркутск, 2001. – 217 с.
5. Пат. 2490768. Российская Федерация, С2 МПК H02J 3/26. Симметрирующее устройство для трехфазных сетей с нулевым проводом / Наумов И.В., Иванов Д.А., Подъячих С.В., Дамдинсүрэн Г. – Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). – №2010144245/07; заявл. 28.10.2010; опубл. 20.08.2013, Бюл. 23.



УДК 631.331

А.С. Вишняков, А.А. Вишняков, А.И. Клак

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ СЕМЯПРОВОДОВ НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ВИБРАЦИОННОГО АППАРАТА СЕЯЛКИ

Исследовано влияние активных семяпроводов вибрационного высевашеающего аппарата сеялки на средние значения оценочных показателей высева. Установлен предельный угол отклонения семяпроводов, удовлетворяющий агротехническим требованиям высева.

Ключевые слова: *вибрационный аппарат, активные семяпровода, равномерность, распределение семян.*

A.S. Vishnyakov, A.A. Vishnjakov, A.I. Klak

THE INFLUENCE OF THE ACTIVE SEED HOSES ON THE WORKING PROCESS OF THE SEEDER VIBRATING APPARATUS

The influence of the active seed hoses of the seeder vibrating sowing apparatus on the average values of the seeding performance assessment indicators is studied. The limit angle of the seed hose deviation meeting the seeding agro-technical requirements is established.

Key words: *vibrating apparatus, active seed hoses, evenness, distribution of seeds.*

Введение. Одним из перспективных направлений совершенствования сельскохозяйственной техники является разработка и производство многофункциональных, в том числе почвообрабатывающе-посевных машин. Эти машины должны отвечать требованиям энерго- и ресурсосбережений, иметь несложную конструкцию и универсальные сменные рабочие органы.

На кафедре механизации сельского хозяйства Красноярского ГАУ для одной из таких машин разработан универсальный многоструйный высевашеающий аппарат вибрационного типа, новизна которого подтверждена целым рядом патентов Российской Федерации на изобретение.

Высевашеающий аппарат является одним из основных рабочих органов посевной машины. От его работы в большей степени зависит качество высева семян, а следовательно, и урожайность сельскохозяйственных культур. В связи с этим к высевашеающим аппаратам предъявляется целый ряд требований, которым должен удовлетворять режим его работы. К этим требованиям в первую очередь необходимо отнести возможность формирования стабильного и равномерного потока семян, отличающихся физико-механическими свойствами и нормами их высева. Соблюдение этих требований обеспечивает равномерность интервалов между семенами при различных способах их посева.

Неравномерность интервалов между семенами отрицательно сказывается на росте и развитии растений, а в дальнейшем и на урожайности возделываемой культуры.

На равномерность высева семян влияют все элементы потокопровода, с которыми контактируют семена при их движении из бункера до почвенных бороздок, формируемых сошниками се-

ялки. Однако наиболее существенное влияние на формирование равномерных потоков семян оказывают высевальные аппараты и связанные с ними семяпроводы [1].

В производственных сеялках с одноструйными катушечными высевальными аппаратами нашли применение гофрированные семяпроводы с вертикальным их расположением. Установлено, что при отклонении семяпроводов от вертикального положения на угол более 15...20 градусов резко снижается равномерность распределения семян в засеваемых рядках [2].

Конструктивной особенностью предложенного вибрационного аппарата является его многоструйность. Каждое высевное отверстие этого аппарата заменяет катушечный аппарат производственной сеялки. Количество высевных отверстий, выполненных в высевальном устройстве, ограничивается шириной междурядий высеваемой культуры, а следовательно, и углом наклона семяпроводов.

В этом аппарате верхние концы семяпроводов связаны с колеблющимся высевальным устройством через наконечники, закрепленные под его высевными отверстиями. В связи с этим они колеблются вместе с высевальным устройством, являясь активным рабочим элементом, изменяющим характер поведения семенного потока при его движении вдоль семяпровода. Такое поведение семяпроводов должно отразиться на равномерности потока семян, сформировавшегося высевальным устройством вибрационного аппарата. Эта особенность поведения семяпроводов послужила основанием для проведения специальных исследований.

Цель исследований. Установить влияние колебаний активных семяпроводов вибрационного высевального аппарата на оценочные показатели его рабочего процесса.

Задачи исследований

1. Установить влияние активных семяпроводов на количественные оценочные показатели рабочего процесса вибрационного аппарата при различных нормах высева семян рапса и углах отклонения семяпроводов от вертикали.

2. Определить влияние активных семяпроводов вибрационного аппарата на равномерности распределения семян рапса на 5-сантиметровых участках рядка, высеванного на движущуюся ленту, и интервалов между семенами в рядке в сравнении с катушечным аппаратом для высева мелкосеменных культур.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на семенах рапса, 1000 штук которых имела массу 3,2 г, что характерно для всех мелкосеменных культур. Движение таких семян вдоль семяпровода более затруднительно по сравнению с крупными, имеющими большую массу 1000 штук семян.

Методикой исследований предусматривалось определение оценочных показателей рабочего процесса вибрационного аппарата при его работе с семяпроводами и без них. Режим работы аппарата характеризовался частотой и амплитудой колебаний высевального устройства соответственно 9,0 Гц и 4 мм при уровне в нем семян 30 мм. Исследования проводили при нормах высева семян в диапазоне от 6,0 до 12 кг/га.

В качестве оценочных показателей рабочих процессов высевальных аппаратов непрерывного высева, к которым относится вибрационный аппарат, выделяются:

– коэффициент средней неравномерности высева отдельным высевальным аппаратом (высевным отверстием) H , %, характеризующий фактическую равномерность высева семян по ширине захвата сеялки;

– коэффициент неустойчивости высева $H_{пр}$, %, который показывает отклонения в высевах во времени по ходу движения сеялки. Разница $(100\% - H_{пр},\%)$ характеризует стабильность рабочего процесса аппарата, отрегулированного на определенную норму высева семян.

Одновременно были проведены исследования влияния угла отклонения активного семяпровода на равномерность среднего расхода семян рапса X , г/мин. При исследованиях угол отклонения семяпровода изменялся от 0° (исходное положение) до 45° (предельное положение) с интервалом 5° .

При проведении исследований с целью определения оценочных показателей с качественной стороны рабочего процесса вибрационного высевающего аппарата проводилось сравнение с катушечным аппаратом. В качестве оценочных показателей равномерности выступали число семян, размещенных на 5-сантиметровых участках рядка, и изменчивость интервалов между соседними семенами в рядке.

Совместно с определением числа семян на 5-сантиметровых участках рядка проводят замеры расстояний (интервалов) между соседними семенами. Полученные данные замеров, размещенные в определенном порядке (с нарастающим интервалом), представляют собой вариационный ряд случайных величин. В качестве числовых характеристик вариационного ряда выступают среднее арифметическое значение интервала, среднеквадратическое отклонение интервала и коэффициент вариации интервалов. Вариационные ряды интервалов катушечного аппарата включают 186 замеров, а вибрационного – 196.

Для анализа изменчивости интервалов общее их количество распределено на тринадцать классов, с включением нулевого класса.

Результаты исследований. В ходе проведения исследований по определению влияния использования активных семяпроводов на оценочные показатели работы вибрационных высевающих аппаратов были получены следующие данные. Для наибольшей наглядности данные представлены в виде графических зависимостей (рис. 1).

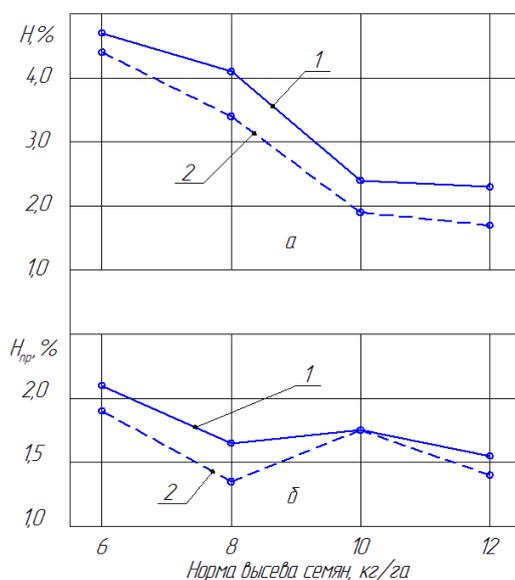


Рис. 1. Влияние семяпровода на коэффициенты: а – средней неравномерности H , %; б – неустойчивости $H_{пр}$, % высева семян рапса вибрационным аппаратом при различных нормах их высева; 1 – работа аппарата без активных семяпроводов; 2 – работа с активными семяпроводами

Графические зависимости на рисунке 1,а показывают, что формируемые высевальным аппаратом потоки семян с участием активных семяпроводов более равномерны, а следовательно, способствуют более равномерному их распределению в рядках, чем без их участия. Эта особенность характерна для всех норм высева семян. Коэффициент средней неравномерности высева отдельным высевным отверстием H (%) примерно на 0,4...0,5 % ниже, чем при работе аппарата без семяпроводов. Максимальные величины этих коэффициентов, полученных в результате исследования (4,8 % – без семяпровода и 4,3% – с их участием), значительно ниже значений, определяемых агротехническими требованиями [3].

На рисунке 1,б представлены графики изменения коэффициентов неустойчивости высева семян $H_{пр}$ (%). Из графиков видны, что величины этого коэффициента при работе аппарата с актив-

ными семяпроводами меньше, чем при его работе без семяпроводов, практически при всех нормах высева семян рапса. Максимальное значение этого коэффициента при минимальной норме высева 6 кг/га составляет 2,2 % без семяпровода и 1,85 % – при работе с активным семяпроводом. Эти величины коэффициента $H_{пр}$ (%) примерно в два раза ниже значений, определенных агротехническими требованиями [2].

Результаты исследований по определению влияния угла отклонения семяпровода от вертикального положения представлены на рисунке 2.

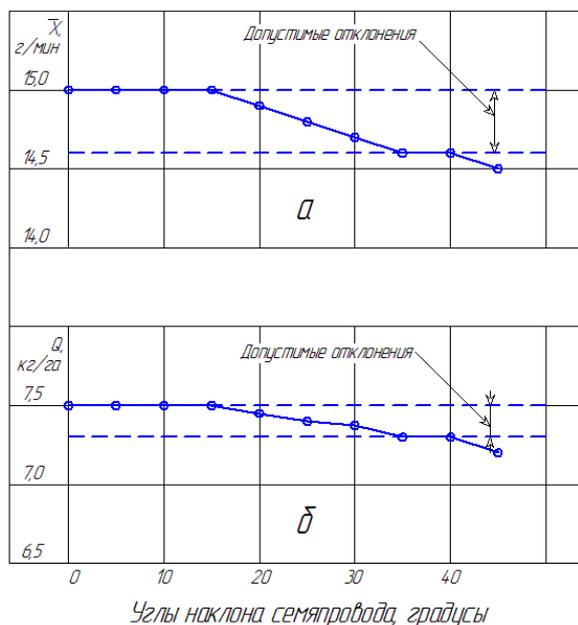


Рис. 2. Влияние угла наклона активного семяпровода на средний расход семян рапса и соответствующую ему норму их высева при скорости посевного агрегата 8 км/ч: а – расход семян X , г/мин; б – норма высева Q , кг/га

Согласно агротехническим требованиям, превышение в высева семян семяпроводом при его отклонениях от вертикального положения не должно превышать 3 % от заданной величины. Заданная величина расхода составляет 15 г/мин. Как видно из графика на рисунке 2,а, отклонение расхода семян активным семяпроводом от допустимого начинается после угла его наклона 40°. При угле наклона семяпровода 45° отклонение составляет 3,3 %.

На рисунке 2,б представлен график изменения нормы высева Q (кг/га) при соответствующем среднем расходе X (г/мин). Норма высева определялась расчетным путем при скорости посевного агрегата 8 км/ч и междурядье 0,15 м. При этом заданная норма составляла 7,5 кг/га. Допустимое отклонение нормы высева равно 7,3 кг/га при соответствующем угле наклона семяпровода 40°. При угле 45° отклонение нормы высева достигает 4,0 %.

На рисунке 3 изображены графики, построенные по результатам исследований, направленных на определение оценочных показателей с качественной стороны рабочего процесса высевающих аппаратов.

Из анализа полученного материала видно, что при практически одинаковых средних значениях количества семян на участке (катушечный аппарат – 1,86 штук, вибрационный – 1,88 штук) у катушечного аппарата 26,0 % пустых участков и 2,0 % участков с максимальным числом семян, равным 6. Суммарный процент участков, на которых размещены от 1 до 3 семян, составляет 57,0 %.

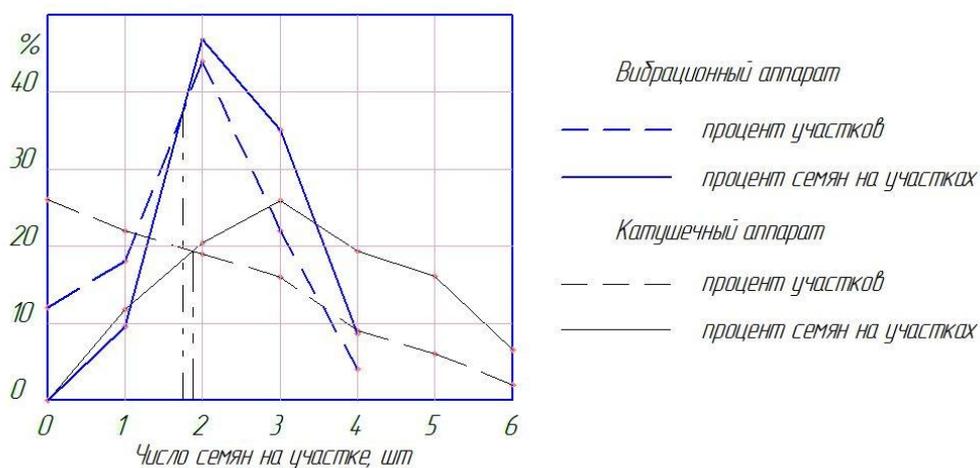


Рис. 3. Распределение семян рапса на 5-сантиметровых участках ряда, высеванных на ленту сравниваемыми высевальными аппаратами при норме высева 4,8 кг/га

У вибрационного аппарата эти показатели следующие. Пустых участков 12,0 %, а с максимальным числом семян, равным 4, – 4,0 %. Суммарный процент участков, на которых размещены от 1 до 3 семян, составляет 84,0 %.

Согласно полученным данным, построены графики изменчивости интервалов для вибрационного и катушечного аппаратов, представленные на рисунке 4.

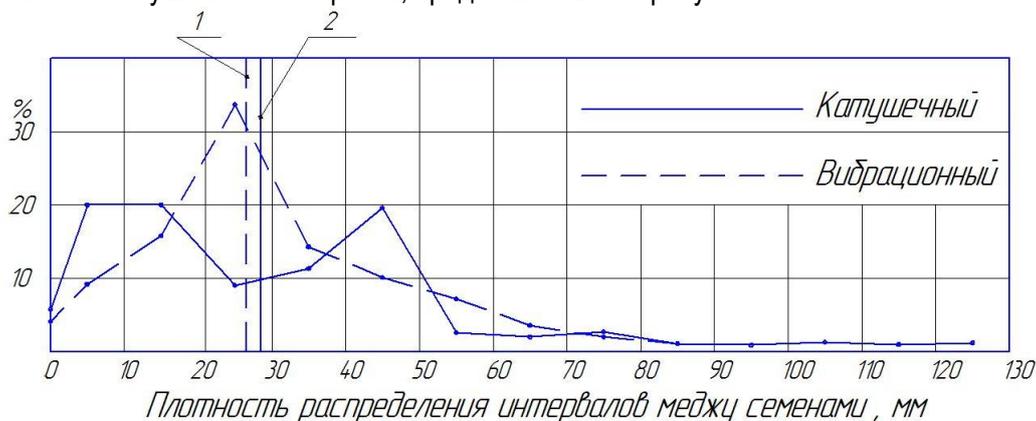


Рис. 4. Распределение интервалов между семенами в рядах (среднеарифметическое значение интервала): 1 – для вибрационного аппарата; 2 – для катушечного аппарата

Анализ полученного материала позволяет отметить следующее.

Разброс интервалов у катушечного аппарата колеблется от 0 до 120 мм, у вибрационного от 0 до 90 мм. Нулевой интервал характеризует двоянное размещение семян. Таких у катушечного аппарата 12 случаев, что составляет 6,6 % от общего их числа, у вибрационного – соответственно 8 и 4,1 %. Для катушечного аппарата наибольший процент интервалов сосредоточен в двух диапазонах – от 11 до 22 мм и от 41 до 50 мм и в сумме составляет 41,0 %. У вибрационного аппарата такого разброса значений интервалов не наблюдается. Наибольший процент интервалов соответствует диапазону от 21 до 40 мм. В этом диапазоне сосредоточено 33,7 % интервалов. В диапазоне изменения интервалов от 11 до 40 мм у вибрационного аппарата сосредоточено 63,8 % интервалов, у катушечного – 41,5 %, т.е. в 1,5 раза меньше.

По результатам изучения изменчивости интервалов между семенами в рядах были определены основные параметры, характеризующие разброс интервалов, которые представлены в таблице.

Основные статистические параметры, характеризующие равномерность распределения семян рапса в рядах на липкой ленте

Высевающие аппараты									
Катушечный					Вибрационный				
Норма высева, кг/га	M, шт/п.м	\bar{X} , Мм	σ , мм	V, %	Норма высева, кг/га	M, шт/п.м.	\bar{X} , мм	σ , мм	V, %
4,8	37,2	28,32	27,3	96,0	4,8	37,6	26,53	14,85	56,0

Анализ таблицы позволяет сравнить оценочные показатели, характеризующие рабочие процессы высевающих аппаратов с точки зрения формирования ими равномерных семенных потоков, обеспечивающих более благоприятные условия для роста и развития растений, а следовательно, их урожайности. Можно отметить, что при норме высева семян рапса 4,8 кг/га оценочные показатели у вибрационного аппарата предпочтительнее по сравнению с катушечным аппаратом, предназначенным для высева мелкосеменных культур. Коэффициент вариации интервалов у этого аппарата в 1,7 раза ниже по сравнению с катушечным.

Выводы

1. Использование активных семяпроводов в технологическом процессе работы вибрационного высевающего аппарата позволяет улучшить равномерность потоков семян, поступающих к сошникам сеялки, по сравнению с его работой без семяпровода. Максимальное значение оценочных показателей равномерности формируемых потоков семян активными семяпроводами N и $N_{пр}$ практически в два раза ниже величин, определяемых агротехническими требованиями, предъявляемыми к аппаратам непрерывного высева.

2. Активные семяпроводы позволяют сохранить свою работоспособность и стабильность заданной нормы высева семян даже при их отклонении от вертикали на угол 40° .

3. При одинаковых значениях количества семян, которые размещаются на каждом из 5-сантиметровых участков ряда (1,86 штук у катушечного и 1,88 штук у вибрационного аппарата), количество участков с семенами от 1 до 3 штук у вибрационного аппарата в 1,47 раза больше, чем у катушечного.

4. При норме высева семян рапса, равной 4,8 кг/га, коэффициент вариации интервалов между семенами в рядке у вибрационного аппарата составляет 56,0 %, у катушечного – 96,0 %, т.е. в 1,7 раза меньше.

5. Вибрационный высевающий аппарат в большей степени, чем существующие, обеспечивает качественный высев зерновых, овощных, пропашных и мелкосеменных культур, поэтому его можно отнести к разряду универсальных.

Литература

1. Кленин Н.И., Кисилев С.Н., Левшин Л.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. пособие. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
2. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. пособие: – М.: КолосС, 2003. – 624 с.
3. ГОСТ 70.5.1-82. Посевные машины. Программа и методы испытаний. – М.: Изд-во станд., 1982. – 121с.



ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫМ АГРЕГАТОМ

Разработана методика прогнозирования рационального комплектования лесохозяйственного агрегата с целью получения максимального эффекта при выполнении технологического процесса. Приведены характер и степень влияния основных действующих факторов природно-производственных условий и технологии на удельную энергопроизводительность агрегата.

Ключевые слова: прогнозирование рационального комплектования агрегата, удельная энергопроизводительность.

Е.А. Vasyakin

THE INFLUENCE OF THE NATURAL-PRODUCTION CONDITIONS ON THE EFFICIENCY OF CREATING PLANTING PLACES VIA THE FORESTRY UNIT

The forecasting technique of the rational gathering of the forestry unit with the aim of obtaining the maximum effect in the technological process carrying out is developed. The nature and the influence degree of the main factors of the natural-production conditions and technology on the unit specific energy performance are given.

Key words: forecasting of the unit rational gathering, specific energy performance.

Введение. Получение максимального количества продукции при минимальных затратах энергии является одной из важнейших задач производственной эксплуатации техники.

Цель исследования. Разработка методики прогнозирования рационального комплектования лесохозяйственного агрегата с целью получения максимального эффекта при выполнении технологического процесса.

Задачи исследования. Оценка влияния природно-производственных условий (ППУ) на эффективность использования энергии при выполнении технологических операций лесохозяйственными машинно-тракторными агрегатами (МТА).

Данная проблема была рассмотрена на примере работы лесохозяйственного агрегата по подготовке посадочных мест на вырубках под саженцы лесных культур. В качестве критерия предлагается удельная энергопроизводительность агрегата, которая отражает количество выполненной работы при затрате единицы энергии. Методика разработана на принципах статистического анализа представительной выборки ППУ. Основные показатели ППУ приведены в таблице 1.

Объект исследования. Агрегат ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У скомплектован на базе гусеничного лесохозяйственного трактора ЛХТ-55А класса тяги 30 кН, двухрядной лункообразующей машины Л-2У и толкающего клина ТК-1,2 для полосной расчистки вырубок.

Лункообразующая машина Л-2У создана для замены ручного труда при создании посадочных мест «мечом Колесова» на механизированный способ. При одном проходе машиной создаются посадочные места в виде лунок с междурядьем 1,8 м и шагом в каждом ряду 0,4–1,2 м.

Эксперименты проводились в условиях таежной зоны Республики Карелия на площадях Сегежского лесничества. Было выбрано пять вырубок с различным количеством пней и с различным объемом порубочных остатков (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика вырубок

Показатель	Номер вырубки				
	1	2	3	4	5
Количество пней, шт/га	340	450	620	760	915
Объем порубочных остатков, м ³ /га	11	10	12	12	14
Наличие валунов, шт/га	520	615	420	420	735

Метод исследования – регрессионный анализ. Наиболее приемлемым критерием эффективности при комплектовании МТА с позиции рационального использования энергии является комплексный показатель – удельная энергопроизводительность K , представляющая собой отношение технической производительности при выполнении технологической операции Π_T к мощности двигателя N_e [1]. Показатель K отражает количество выполненной работы при затрате единицы мощности, то есть дает возможность оценить с энергетической точки зрения конструктивное совершенство лесохозяйственных агрегатов (м²/кВт·ч)

$$m(K) = m(\Pi_T) / m(N_e). \quad (1)$$

Экспериментами установлено количество технологической работы на единицу затраченной энергии при работе агрегата ЛХТ-55А+ТК-1,2+Л-2У, статистические значения показателей которой представлены в таблице 2. Как следует из таблицы 1, при повышении жесткости условий значения показателя K уменьшаются с 208,3 до 184,9 м²/кВт·ч, то есть выработка на затраченный один кВт·ч падает на 15 %. Жесткость природно-производственных условий подбиралась характеристиками вырубок, приведенными в таблице 1.

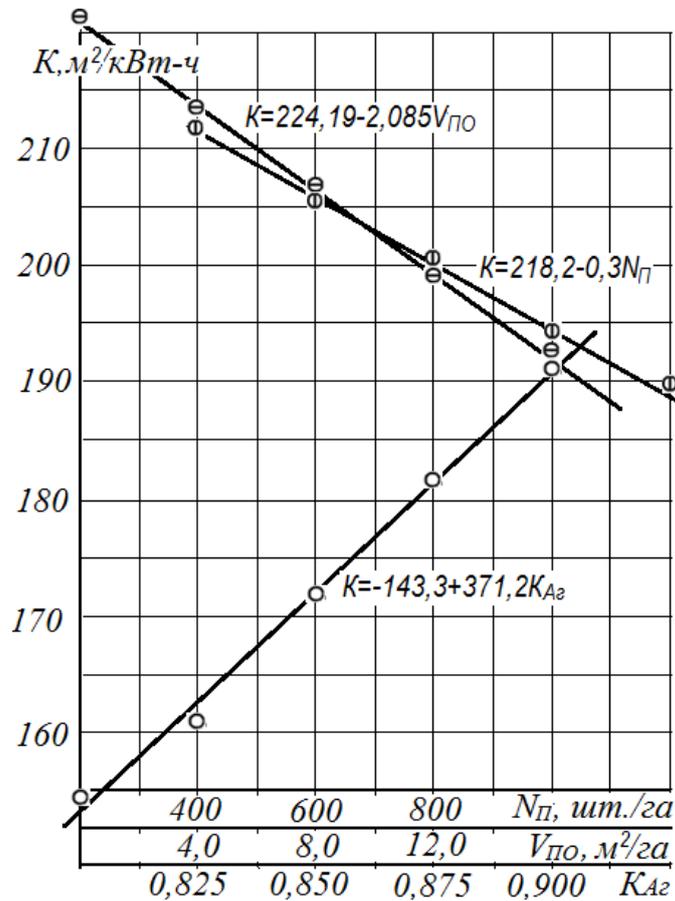
Таблица 2

Удельная энергопроизводительность

Показатель	Номер вырубки				
	1	2	3	4	5
Математическое ожидание энергопроизводительности $m(K)$, м ² /кВт·ч	208,3	202,4	196,1	190,6	184,9
Среднеквадратическое отклонение σ_K , м ² /кВт·ч	43,33	45,13	48,04	52,99	55,58

С учетом этого были проведены специальные эксперименты по выявлению характера и степени влияния основных факторов ППУ на изменение данного показателя.

Результаты исследования. Результаты в виде регрессионных зависимостей представлены на рисунке. Все зависимости имеют прямолинейный характер. С увеличением количества пней и объема порубочных остатков отмечается снижение количества обрабатываемой площади на единицу затрачиваемой энергии, а при росте коэффициента агротехнической приспособляемости агрегата наблюдается иная картина – повышение количества обрабатываемой площади (рис.).



Изменение удельной энергопроизводительности K в зависимости от объема порубочных остатков $V_{ПО}$, количества пней $N_{п}$ и агротехнической приспособляемости МТА к выполнению технологической операции K_{A2}

Коэффициент агротехнической приспособляемости агрегата отражает полезное качество выполненной работы. В нашем случае он имеет следующий вид:

$$K_{A2} = l_{пол} / L_{Г}, \quad (2)$$

где $L_{Г}$ – длина гона; $l_{пол}$ – полезная длина гона, пригодная под посадку.

Основные действующие факторы (см. рис.) имеют следующую степень влияния на удельную энергопроизводительность:

- при увеличении количества пней на 100 шт/га показатель K понижается на 3–4 м²/кВт·ч; при увеличении порубочных остатков на 1 м³/га показатель K понижается в среднем на 2 м²/кВт·ч, при увеличении коэффициента агротехнической приспособляемости агрегата на 0,01 показатель K повышается в среднем на 3 м²/кВт·ч.

Приведенные зависимости $K = f(V_{ПО})$, $K = f(N_{п})$ и $K = f(K_{A2})$ описываются простыми линейными регрессиями, которые представлены на рисунке. Их коэффициент детерминации $R^2 = 0,963–0,993$ говорит о том, что варьирование показателя K на 96–99 % описывается регрессионной линией. Уровни значимости t -критерия для обоих коэффициентов в полученных уравнениях менее 0,05, т.е. коэффициенты достоверны на 5 %-м уровне значимости. Уровни значимости F -критерия, оценивающего достоверность регрессионного уравнения в целом, у всех уравнений меньше 0,05, что говорит о высокой степени достоверности полученных уравнений зависимостей показателя K от факторов $N_{п}$, $V_{ПО}$ и K_{A2} . Коэффициент корреляции между переменными составляет $r = 0,98–0,99$.

Статистический анализ выполнен с применением программы компьютерного обеспечения Statistica 7.

Выводы

1. Разработана методика прогнозирования рационального комплектования лесохозяйственного агрегата с целью получения максимального эффекта при выполнении технологического процесса. В качестве критерия предлагается удельная энергопроизводительность агрегата K , которая отражает количество выполненной работы при затрате единицы энергии.

2. Установлены характер и степень влияния основных действующих факторов природно-производственных условий и технологии на удельную энергопроизводительность агрегата: при увеличении количества пней на 100 шт/га показатель K понижается на 3–4 м²/кВт·ч; при увеличении наличия порубочных остатков на 1 м³/га показатель K понижается в среднем на 2 м²/кВт·ч; при увеличении коэффициента агротехнической приспособляемости агрегата на 0,01 показатель K повышается в среднем на 3 м²/кВт·ч.

Литература

1. Прохоров В.Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 304 с.



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.65

Е.В. Мельникова

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ГАЛЕТ С ПАПОРОТНИКОВОЙ ПАСТОЙ

Рассмотрен состав многокомпонентного продукта – галет с папоротниковой пастой с заданными качественными и количественными показателями и определены оптимальные технологические параметры его производства.

Ключевые слова: папоротниковая паста, галеты, анализ, параметры.

E.V. Melnikova

OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR PRODUCTION OF DRY BISCUITS WITH THE FERN PASTE

The composition of the multicomponent product – dry biscuits with the fern paste with the specified qualitative and quantitative indicators is developed and the optimal technological parameters of its production are determined.

Key words: fern paste, dry biscuits, analysis, parameters.

Введение. В современной литературе всё чаще стало фигурировать понятие «проектирование» пищевых продуктов. Под «проектированием» понимают процесс создания рациональных рецептур, способных обеспечить высокий уровень адекватности комплекса свойств пищевого продукта требованиям потребителя и нормируемым величинам содержания нутриентов и энергии [1].

Галеты – мучные изделия, которые вырабатывают из упругого теста. Различают три типа галет: простые, улучшенные с жиром, диетические с жиром и сахаром.

В производстве галет тесто является основным исходным полуфабрикатом. На качество готовых изделий большое влияние оказывают технология приготовления теста и количественные показатели отдельных видов сырья [2].

Цель работы. Определить оптимальные технологические параметры производства галет с папоротниковой пастой.

Задачи исследования: произвести расчет рецептур галет с частичной заменой сахара-песка на папоротниковую пасту в количестве 2, 4, 6, 8 %; определить физико-химические и органолептические показатели готовых изделий и полуфабрикатов; дать дегустационную оценку и определить сроки хранения исследуемых образцов изделий; разработать математическую модель влияния количества вносимой добавки на качество галет.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлись образцы галет с частичной заменой сахара-песка на папоротниковую пасту в количестве 2, 4, 6, 8 % в стандартной рецептуре галет «Спортивные» и их полуфабрикаты.

Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории кафедры ТХК и МП Института пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета.

Для определения интенсивности технологического процесса и качества образцов галет контролировались следующие показатели: длительность созревания опары, продолжительность замеса, вылежки и прокатки теста, сроки хранения изделий, дегустационная оценка [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Для улучшения качества изделия и совершенствования его технологического процесса производства в стандартную рецептуру галет «Спортивные» вводится папоротниковая паста (табл.1).

Рецептуры галет с добавлением пасты из папоротника

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Образцы									
		Контроль		2		4		6		8	
		В натуре	В сухих веществах								
Мука в/с	85,50	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48
Мука в/с (опара)	85,50	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07
Сахар-песок	99,85	23,50	23,46	23,03	23,00	22,56	22,53	22,03	22,00	21,62	21,60
Масло сливочное	84,00	23,03	37,59	37,59	31,57	37,59	31,57	37,59	31,57	37,59	31,57
Молоко	11,50	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38
Соль	96,50	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91
Дрожжи прессованные	25,00	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94
Меланж	27,00	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52
Паста из папоротника	25,00	0,00	0,00	0,47	0,12	0,94	0,24	1,47	0,35	1,88	0,47
Итого	-	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09
Выход	93,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00

Управляющими параметрами в исследовании являются количество вносимой папоротниковой пасты и температурный режим выпечки во второй зоне печи, а результатными – технологические параметры и качество изготовленных образцов галет (табл. 2).

Таблица 2

Показатели интенсивности технологического процесса и качества образцов галет

Кол-во полуф., %	Температура, °С	Созр. опары, мин	Продолж. замеса теста, мин	Вылѐж. теста, мин	Прокатка теста, мин	Срок хран., сут	Дегуст. оценка, балл
x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
0*	240	590	60	60	20	25	24
0*	250	590	60	60	20	23	24
0*	260	590	60	60	20	24	24
2	240	550	55	53	18	24	25
2	250	550	55	53	18	25	26
2	260	550	55	53	18	24	26
4	240	480	47	45	15	30	24
4	250	480	47	45	15	29	24
4	260	480	47	45	15	28	25
6	240	330	36	36	12	29	27
6	250	330	36	36	12	28	27
6	260	330	36	36	12	27	28
8	240	450	34	34	10	36	23
8	250	450	34	34	10	35	23
8	260	450	34	34	10	34	23

* – контрольный образец.

Показатель продолжительности созревания опары (y_1 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0, b_1, b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии, покрываемые доверительным интервалом (Confidence Intervals) с надёжностью 95% (табл. 3).

Таблица 3

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	591,6288497	11,03040106	559,4200786	623,8376208
b_1	-8,554301488	0,6813045343	-10,54371073	-6,564892247
b_2	0,1358633939	0,01391391886	0,09523475082	0,176492037

Таблица 4

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Созр. опары, мин	Выч. созр. опары, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_1	Выч. y_1	ε	δ
0*	590	591,7647131	-1,764713130	-0,2991039204
2	550	558,4155460	-8,415546025	-1,530099277
4	480	462,1779159	17,822084100	3,712934188
6	330	338,4852013	-8,485201256	-2,571273108
8	450	449,1566237	0,8433763069	0,1874169571

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 17,83, а относительная погрешность не больше 3,72 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 98,85$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watson statistic) составляет 3,26. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 15,24 [5, 6].

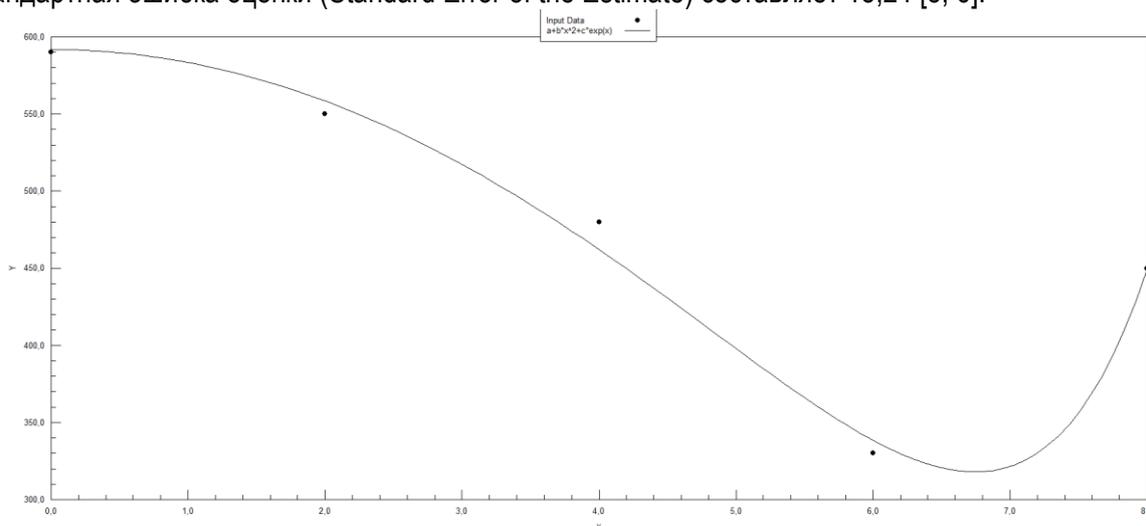


Рис. 1. Зависимость продолжительности созревания опары (y_1 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности замеса теста (y_2 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (ModelDefinition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0, b_1, b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 5).

Таблица 5

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	58,84126535	0,859379966	55,14361117	62,53891953
b_1	-0,7292218999	0,05308052392	-0,9576114701	-0,5008323296
b_2	0,007339006834	0,001084035209	0,002674728542	0,01200328513

Таблица 6

Оценка погрешностей сглаживания полученных данных

Кол-во полуф., %	Продолж. замеса теста, мин	Выч. продолж. замеса теста, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_2	Выч. y_2	ε	δ
0*	60	58,84860435	1,151395646	1,918992743
2	55	55,97860608	-0,978606081	-1,779283784
4	47	47,57441115	-0,5744111457	-1,222151374
6	36	35,55004362	0,4499563753	1,24987882
8	34	34,04833479	-0,04833479463	-0,1421611607

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 1,16, а относительная погрешность не больше 1,92 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 99,46$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,13. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 1,19.

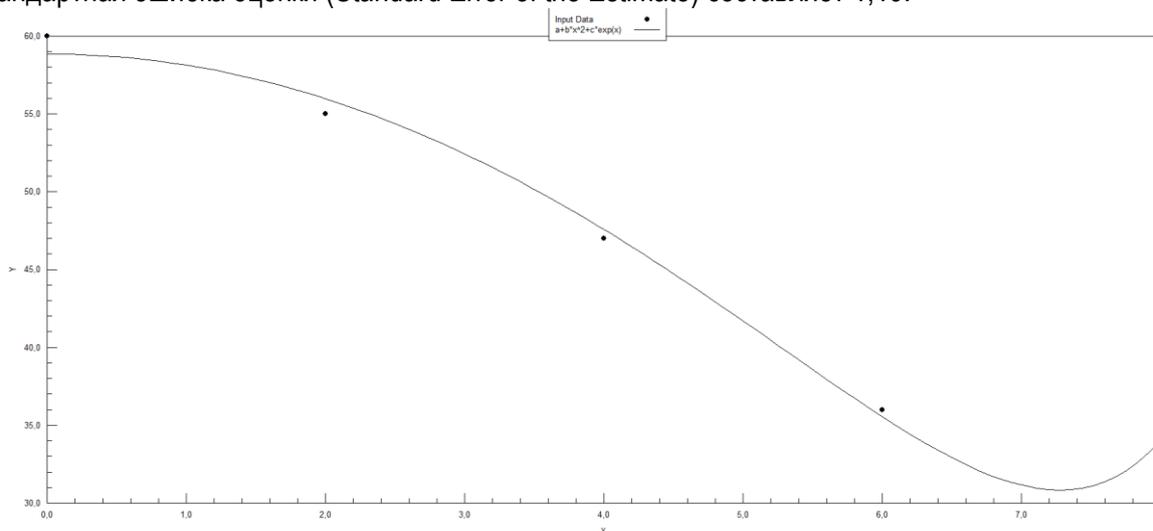


Рис. 2. Зависимость созревания опары (y_2 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности вылёживания теста (y_3 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0, b_1, b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии. с надёжностью 95 % (табл. 7).

Таблица 7

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	57,60550776	1,823260573	49,7605645	65,45045103
b_1	-0,7146666807	0,1126156418	-1,199218003	-0,2301153586
b_2	0,007464366494	0,002299889145	-0,00243136653	0,01736009952

Таблица 8

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Вылёж. теста, мин	Выч. созр. опары, мин	Отклон.	Отн. откл, %
x_1	y_3	Выч. y_3	ε	δ
0*	60	57,61297213	2,387027872	3,978379787
2	53	54,80199566	-1,801995661	-3,399991814
4	45	46,57838147	-1,578381472	-3,507514382
6	36	34,88884762	1,111152375	3,086534376
8	34	34,11780311	-0,1178031143	-0,3464797481

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 2,39, а относительная погрешность не больше 3,98 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 97,41\%$. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,08. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 2,52.

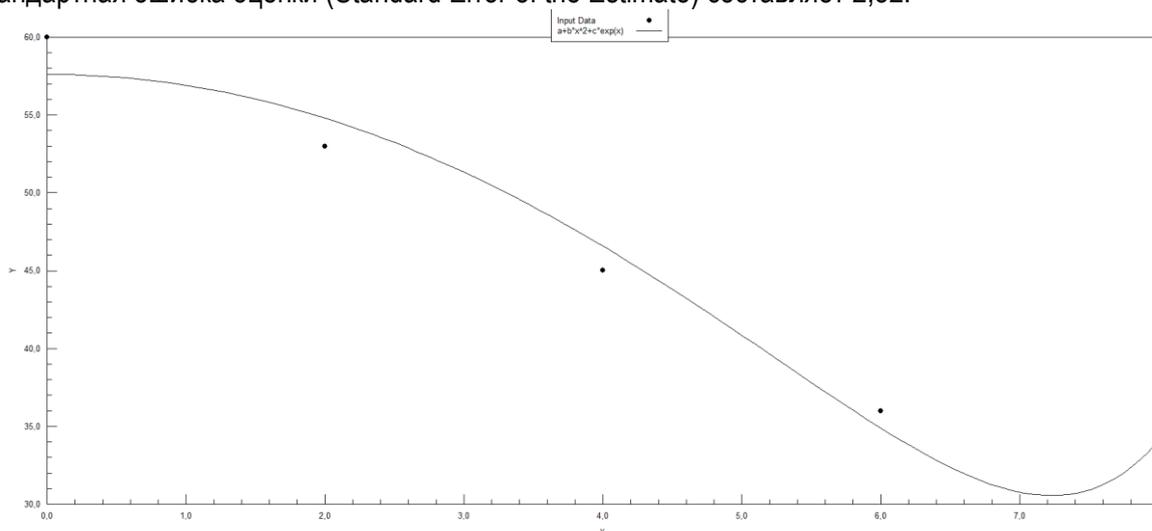


Рис. 3. Зависимость продолжительности вылёживания теста (y_3 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности прокатки теста (y_4 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0, b_1, b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл.9).

Таблица 9

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	19,32469343	0,5577821294	16,92472427	21,7246626
b_1	-0,2367804037	0,03445201056	-0,3850170695	-0,08854373786
b_2	0,001969667723	0,000703595023	-0,001057690582	0,004997026028

Таблица 10

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Прокатка теста, мин	Выч. прокатка теста, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_4	Выч. y_4	ε	δ
0*	20	19,3266631	0,6733368979	3,36668449
2	18	18,3921258	-0,3921258049	-2,178476694
4	15	15,64374719	-0,6437471892	-4,291647928
6	12	11,59521957	0,4047804253	3,373170211
8	10	10,04224433	-0,04224432913	-0,4224432913

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 0,68, а относительная погрешность не больше 4,30 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 98,25$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,10. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,77.

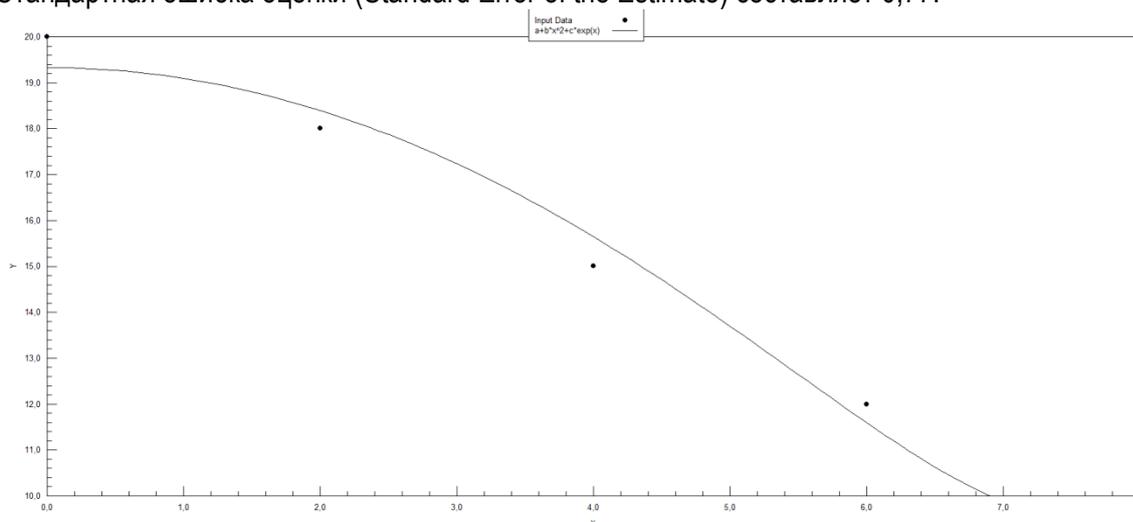


Рис. 4. Зависимость продолжительности прокатки теста (y_4 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель срока хранения (y_5 , сут) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_1^2 + b_3 \cdot x_1^3 + b_4 \cdot x_1^4 + b_5 \cdot x_1^5 + \frac{b_6}{x_2},$$

где $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 11).

Таблица 11

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	StandardError	Lower Limit	Upper Limit
b_0	-1,825419049	2,68057355	-7,574713199	3,923875102
b_1	-93,86985922	5,467627338	-105,5968263	-82,1428921
b_2	96,1685188	5,645001758	84,06111903	108,2759186
b_3	-33,20882714	1,95158757	-37,39459216	-29,02306212
b_4	4,733393986	0,2764285536	4,140510025	5,326277948
b_5	-0,2375027664	0,01375054376	-0,2669949326	-0,2080106001
b_6	7598,747706	715,7969353	6063,506439	9133,988973

Таблица 12

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Темп. выпечки, °C	Срок хран., сут	Выч. срок хран., сут	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	x_2	y_5	Выч. y_5	ε	δ
0*	240	25	25,31296562	-0,312965615	-1,25186246
0*	250	23	24,37715925	-1,377159247	-5,987648902
0*	260	24	23,50373997	0,4962600291	2,067750121
2	240	24	25,24834400	-1,248344004	-5,201433351
2	250	25	24,31253764	0,6874623636	2,749849454
2	260	24	23,43911836	0,5608816401	2,337006834
4	240	30	29,83602973	0,1639702743	0,5465675809
4	250	29	28,56957177	0,4304282253	1,484235259
4	260	28	27,40053367	0,5994663338	2,140951192
6	240	29	29,23398467	-0,233984670	-0,806843690
6	250	28	27,96752672	0,0324732807	0,1159760027
6	260	27	26,79848861	0,2015113894	0,7463384791
8	240	36	36,23398467	-0,233984670	-0,649957416
8	250	35	34,96752672	0,0324732809	0,0927808026
8	260	34	33,79848861	0,2015113895	0,5926805574
0	240	43	43,23398467	-0,233984670	-0,544150395
0	250	42	41,96752672	0,0324732808	0,0773173354
0	260	41	40,79848861	0,2015113895	0,4914911938

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 1,38, а относительная погрешность не больше 5,99 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 99,29$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,41. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,63.

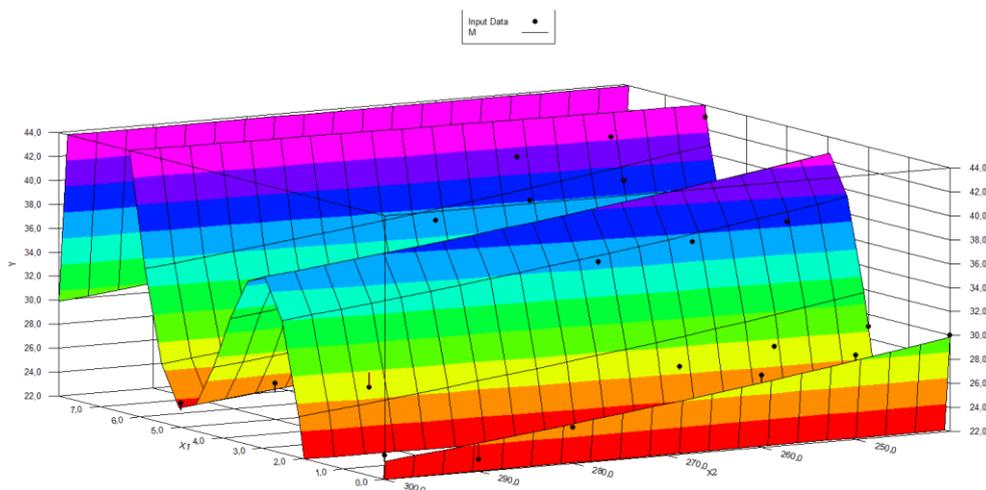


Рис. 5. Зависимость срока хранения (y_5 , сут) от количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C)

Показатель дегустационной оценки изделия (y_6 , балл) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_1^2 + b_3 \cdot x_1^3 + b_4 \cdot x_1^4 + b_5 \cdot x_1^5 + \frac{b_6}{x_2},$$

где $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 13).

Таблица 13

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	StandardError	Lower Limit	Upper Limit
b_0	31,45870647	2,948247916	24,66004678	38,25736616
b_1	23,57208309	96771,98222	-223132,6189	223179,7631
b_2	-22,62659118	100804,1482	-232476,9924	232431,7392
b_3	7,451772192	35281,45191	-81351,57633	81366,47988
b_4	-1,007371226	5040,207423	-11623,72569	11621,71095
b_5	0,04789460296	252,0103715	-581,088022	581,1838112
b_6	-1862,686568	734,3166587	-3556,020783	-169,3523529

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 0,38, а относительная погрешность не больше 1,49 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 96,89$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,08. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,37.

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Темп. выпечки, °С	Дегуст. оценка, балл	Выч. дегуст. оценка, балл	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	x_2	y_6	Выч. y_6	ϵ	δ
0*	240	24	23,69751244	0,3024875623	1,260364843
0*	250	24	24,00796020	-0,007960199	-0,033167495
0*	260	24	24,29452736	-0,294527363	-1,227197347
2	240	25	25,36417910	-0,364179104	-1,456716417
2	250	26	25,67462687	0,3253731343	1,251435132
2	260	26	25,96119403	0,0388059700	0,1492537309
4	240	24	24,03084577	-0,030845771	-0,128524045
4	250	24	24,34129353	-0,341293532	-1,422056385
4	260	25	24,6278607	0,3721393034	1,488557213
6	240	27	27,03084577	-0,030845771	-0,114243596
6	250	27	27,34129353	-0,341293532	-1,26405012
6	260	28	27,62786070	0,3721393034	1,329068941
8	240	23	22,69751244	0,3024875623	1,315163314
8	250	23	23,0079602	-0,007960199	-0,034609560
8	260	23	23,29452736	-0,294527363	-1,280553754

* – контрольный образец.

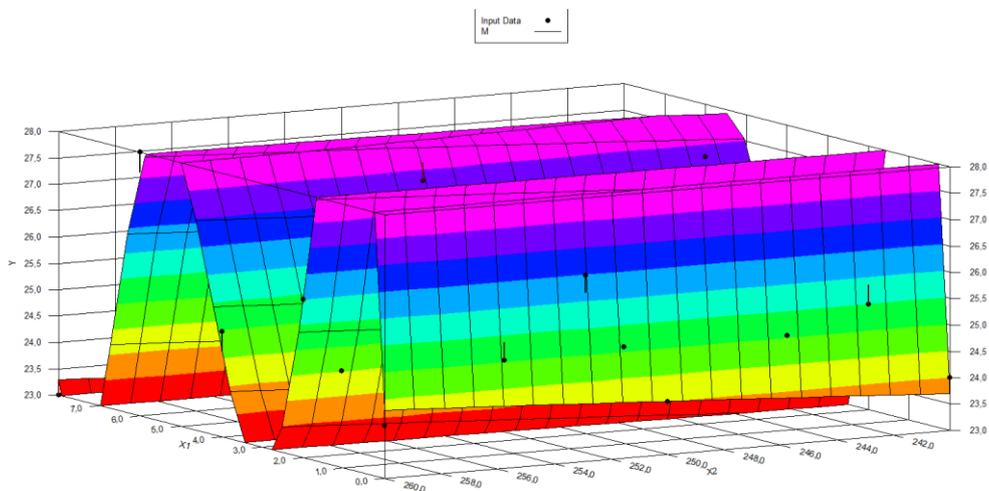


Рис. 6. Зависимость дегустационной оценки (y_6 , балл) от количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °С)

Выводы. Сравнительный анализ показателей продолжительности созревания опары, замеса, вылёживания и прокатки теста с различным количеством добавляемой пасты, с аналогичными показателями контрольного образца показал, что при добавке 6 % длительность созревания опары сократилось на 260 мин, продолжительность замеса теста уменьшилась на 24 мин, срок вылёживания теста сократился на 24 мин, продолжительность прокатки теста убавилась на 8 мин.

Исследование показателей срока хранения и дегустационной оценки готового изделия с различным количеством добавляемой пасты с аналогичными показателями контрольного изделия

показало, что при добавке в количестве 6 % срок хранения увеличился на 3–5 суток, дегустационная оценка выросла на 3–4 балла.

Таким образом, выбраны эффективные технологические параметры производства галет с количеством добавляемой папоротниковой пасты – 6 %, при котором дегустационная оценка составила 28 баллов.

Литература

1. Олейникова А.Я., Магомедов И.В., Плотникова И.В. Технологические расчеты при производстве кондитерских изделий. – СПб., 2008. – 240 с.
2. Драгилев А.И., Сезанаев Я.М. Производство мучных кондитерских изделий. – М., 2000. – 92 с.
3. Тупсина Н.Н., Полякова Т.В., Струпан Е.А. Технология кондитерского производства: лаборатор. практикум. – Красноярск, 2006. – 61с.
4. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 259 с.
5. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и науч. работников. – М.: Физматлит, 2012. – 816 с.



УДК 658.62:664

Е.О. Никулина, Г.В. Иванова, О.Я. Кольман

ОБЛЕПИХОВЫЙ ШРОТ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Статья посвящена исследованию функциональных характеристик продуктов переработки облепихи (облепихового шрота). Представлены результаты исследований химического состава, показателей безопасности, комплексобразующих свойств обезжиренного облепихового шрота.

Ключевые слова: обезжиренный облепиховый шрот, химический состав, показатели безопасности, функциональный ингредиент, комплексобразующие свойства.

Е.О. Nikulina, G.V. Ivanova, O.Ya. Kolman

SEA-BUCKTHORN MEAL AS THE FUNCTIONAL INGREDIENT FOR THE CREATION OF THE FUNCTIONAL PURPOSE PRODUCTS

The article is devoted to the research of the functional characteristics of the sea-buckthorn processing products (sea-buckthorn meal). The research results on the chemical composition, safety indicators, complex-forming properties of the fat-free sea-buckthorn meal are presented.

Key words: fat-free sea-buckthorn meal, chemical composition, safety indicators, functional ingredient, complex-forming properties.

Введение. Одним из приоритетных направлений, способных решать проблемы здорового питания населения Красноярского края, является использование местного дикорастущего и культивируемого сырья, так как природные соединения растительного происхождения весьма активно влияют на ферментные системы детоксикации организма, способствуя нейтрализации и выводу из

организма большого количества токсикантов, как эндо-, так и экзогенной природы, что способствует нормализации внутренней среды организма и повышению эффективности его адаптивных механизмов [1–3].

Таким образом, использование растительных ресурсов Сибири для создания продуктов функционального питания, выступающих в качестве необходимого и полноценного компонента повседневного рациона питания населения, проживающего в экологически неблагоприятных регионах, представляется актуальной задачей. Актуальность данной работы, ее цели и задачи определяются исходя из наличия проблем, не решенных в рамках аналогичных работ [1–3].

К функциональным ингредиентам относятся компоненты, которые содержат биологически активные и физиологически ценные элементы питания, обладающие полезными свойствами для сохранения и улучшения состояния здоровья при их потребности в рамках научно обоснованных норм, установленных на основе изучения их физиологических характеристик [4].

В качестве перспективного функционального ингредиента для создания новых видов продуктов питания можно рассматривать вторичное плодово-ягодное сырье (облепиховый шрот), которое образуется после извлечения облепихового масла из сухого жома облепихи, состоящего из частично дробленых семян и плодовых оболочек.

Цель работы. Исследовать функциональные характеристики продуктов переработки облепихи.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: исследовать функциональные характеристики продуктов переработки облепихи, в частности содержание белка, общего сахара, пищевых волокон, витаминный, минеральный, аминокислотный составы обезжиренных облепиховых шротов, а также показатели безопасности и комплексообразующие свойства облепихового шрота с целью расширения сырьевой базы для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

В качестве объектов исследования были использованы обезжиренные облепиховые шроты после фреоновой экстракции облепихового масла из свежемороженых, частично сброженных и сброженных плодов облепихи (ТУ 9159-022-05783969-98), полученные с Бийского витаминного завода.

Исследование функциональных характеристик продуктов переработки облепихи (обезжиренного облепихового шрота) осуществляли по стандартным методикам. Среднюю пробу исследуемого материала составили в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТ 9404-60, ГОСТ 5904-82, ГОСТ 26929-94. Массовую долю сухих веществ определяли высушиванием до постоянной массы при температуре 105 С⁰, содержание белка – по методу Къельдаля, содержание общего сахара – по методу Бертрена, содержание клетчатки и гемицеллюлоз – по методу Кюршнера и Ганека, содержание пектиновых веществ – кальций – пектатным методом, аминокислотный состав – на аминокислотном анализаторе Hitach KLA-3В методом ионообменной хроматографии, витамины по методикам, разработанным Институтом питания АМН СССР, макро- и микроэлементы – методом эмиссионного и атомно-абсорбционного спектрального анализа, титруемую кислотность – по общепризнанным методикам [6]. Комплексообразующую способность облепихового шрота по свинцу определяли по оригинальной методике, разработанной Кубанским государственным техническим университетом [1, 7].

Обезжиренный облепиховый шрот представляет собой измельченную, рыхлую, сыпучую массу желто-серого цвета с темными вкраплениями дробленых семян со специфическим запахом облепихи.

Исследован химический состав обезжиренных облепиховых шротов после фреоновой экстракции из частично сброженных, сброженных и свежемороженых плодов. Определено содержание в них белков, сахаров, витаминов С, В₁, В₂, Р, РР, пищевых волокон.

Сравнительный анализ состава облепихового шрота показывает, что по содержанию белка, сахаров и витаминов С, В₂, Р облепиховый шрот свежемороженых ягод значительно превосходит частично сброженных и сброженных ягод облепихи. Содержание пектиновых веществ остается

практически постоянным во всех видах шрота и составляет 1,54 %. Содержание гемицеллюлозы, клетчатки, лигнина в шроте сброженных ягод на 5,65 % и более больше, чем в свежемороженых ягодах, а частично сброженных ягод – на 2,1%.

По собственным исследованиям установлено, что в обезжиренном облепиховом шроте остается целый комплекс биологически активных веществ, в %: воды – 4,6; белка – 28,7; общего сахара – 2,4; пищевых волокон – 59,1; витаминов, мг/100г: В₁ – 0,40; В₂ – 0,25, РР – 1,90; С – 22,5; Р – 2414,30.

Зольность облепихового шрота составляет 3,75 %, данный факт позволяет предположить, что облепиховый шрот может являться перспективным источником минеральных веществ.

В результате проведенных исследований выявлено, что облепиховый шрот содержит следующие минеральные вещества: кальций – 118–120 мг/г; магний – 112–115; медь – 0,57–0,62; железо – 22,0–22,8; цинк – 8,1–8,3; натрий – 28,1–29,6; калий – 11,1–11,9; фосфор – 53,8–54,9 мг/г. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что минеральный состав облепихового шрота, независимо от предварительной подготовки ягод, остается неизменным.

На основании проведенных исследований выявлено, что обезжиренный облепиховый шрот содержит значительное количество белка – от 25 до 28 %. Так как в облепиховом шроте содержится значительное количество белка, была исследована сбалансированность белка путем определения его аминокислотного состава и расчета аминокислотного сора. Результаты исследований представлены на рисунках 1–3.

В облепиховом шроте содержится восемнадцать аминокислот, общее количество которых составляет 23,7 % от общей массы (рис. 1). Из восемнадцати определенных аминокислот 1/3 приходится на незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, валин, метионин, триптафан, изолейцин, лейцин, фенилаланин). Из заменимых аминокислот значительная доля приходится на глутаминовую, аспаргиновую кислоты и аргинин.

Для незаменимых аминокислот рассчитали аминокислотные скоры по методу, предложенному Объединенным экспортным комитетом ФАО/ ВОЗ. На основании проведенных расчетов выявлено, что 100 г обезжиренного облепихового шрота удовлетворяет суточную потребность в изолейцине на 76 %, лейцине на 78, лизине на 86, метионине+цистине на 28, фенилаланине+тирозине на 95, триптофане на 34, треонине на 69, валине на 77 %.

Исследование показателей безопасности (санитарно-химические – концентрация ртути, свинца, кадмия и мышьяка; радиологические – цезий-137, стронций-90; микробиологические показатели) обезжиренного облепихового шрота проводили в ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (испытательный лабораторный центр). При анализе полученных данных выявлено, что микробиологические показатели обезжиренного облепихового шрота и концентрация в нем ртути, кадмия, мышьяка, свинца, стронция-90, цезия-137, в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», не превышает ВДУ (величина допустимых уровней) [5]. Протокол лабораторных испытаний микробиологических показателей обезжиренного облепихового шрота представлен в таблице 1. Поэтому на основании проведенных исследований обезжиренный облепиховый шрот можно считать экологически безопасным сырьем и рекомендовать его для дальнейшего использования, в частности на предприятиях общественного питания и пищевой промышленности, в качестве функционального ингредиента.

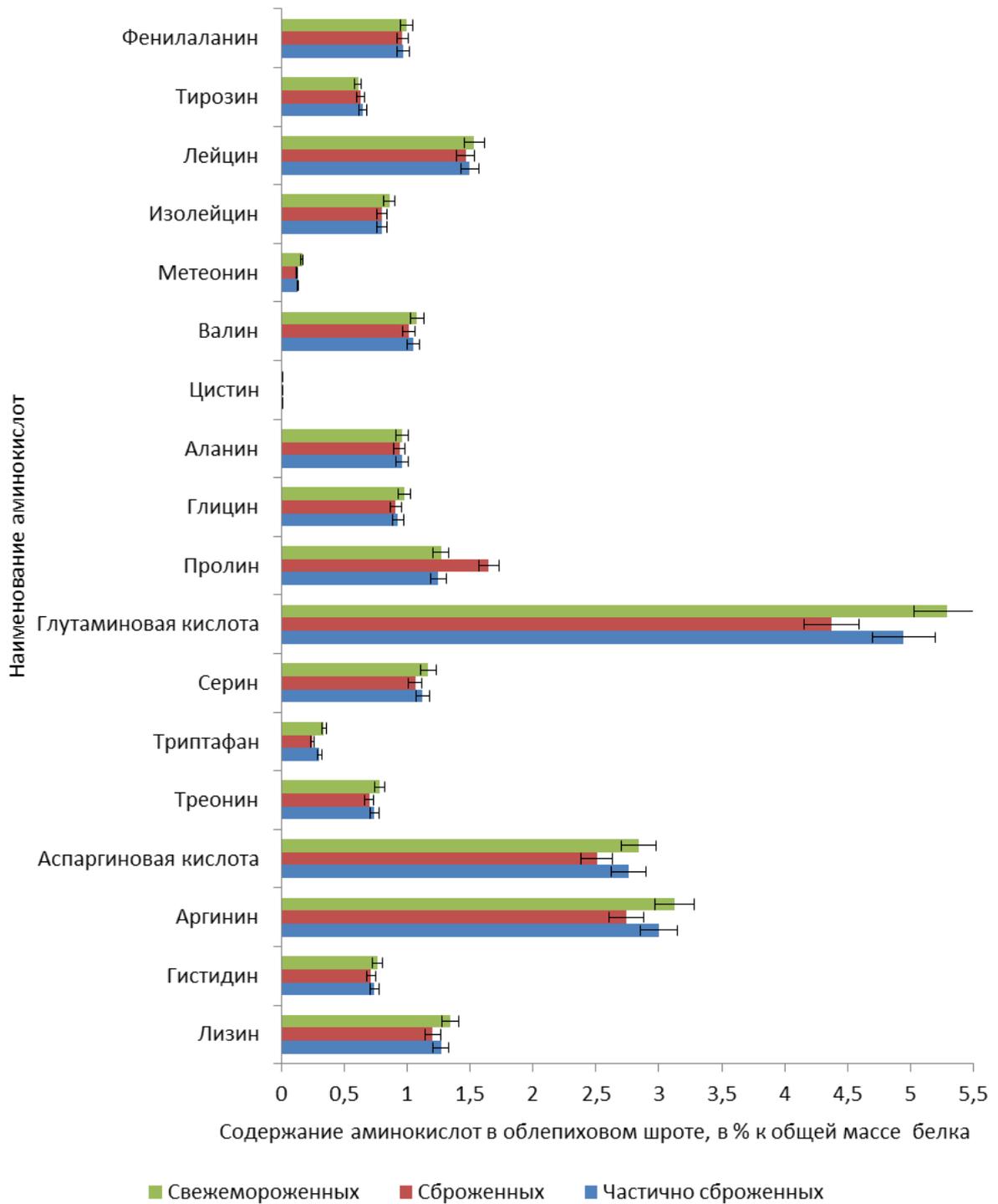


Рис. 1. Аминокислотный состав облепихового шрота, % к содержанию белка

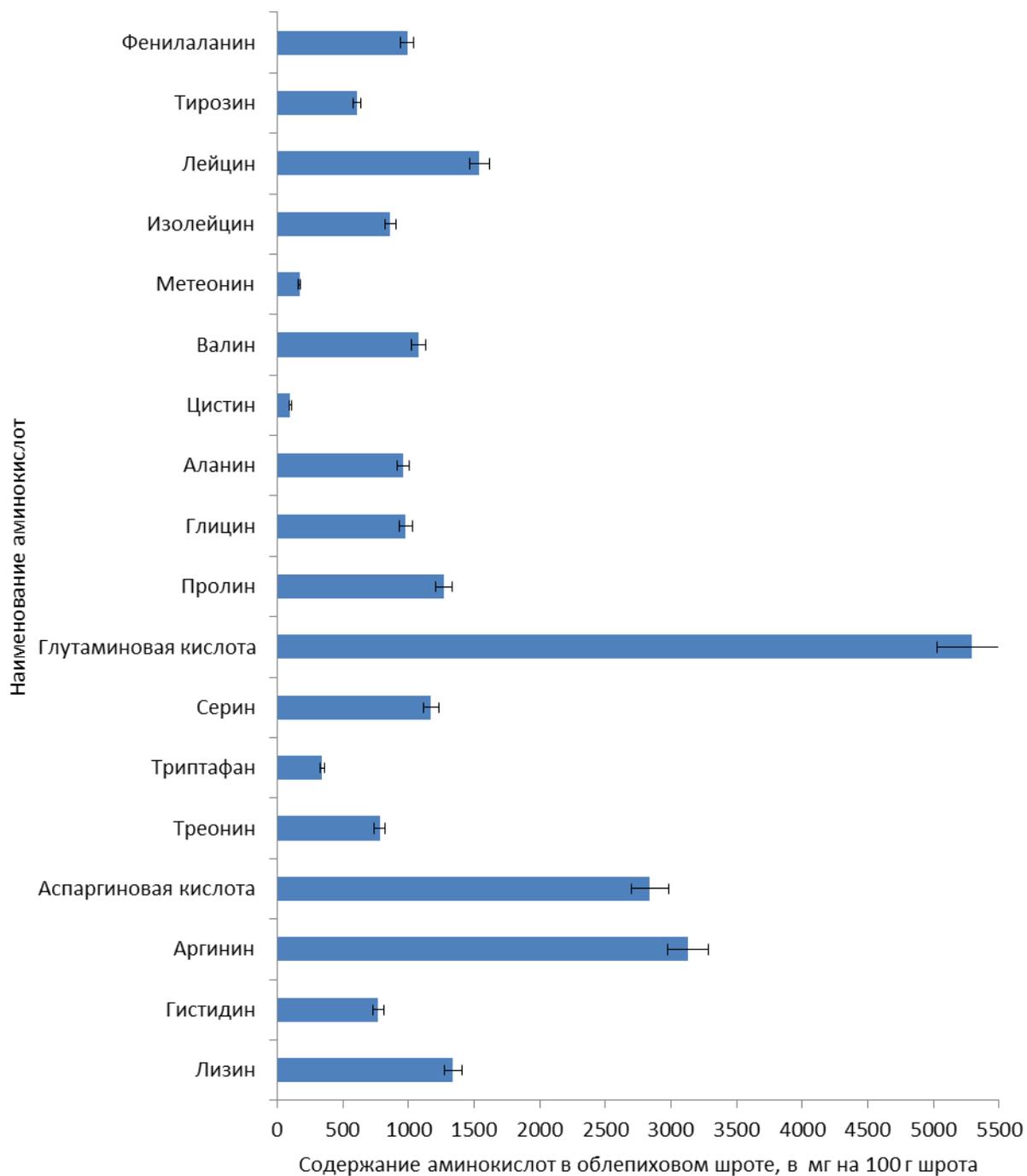


Рис. 2. Среднее содержание аминокислот в облепиховом шроте, мг на 100 г шрота

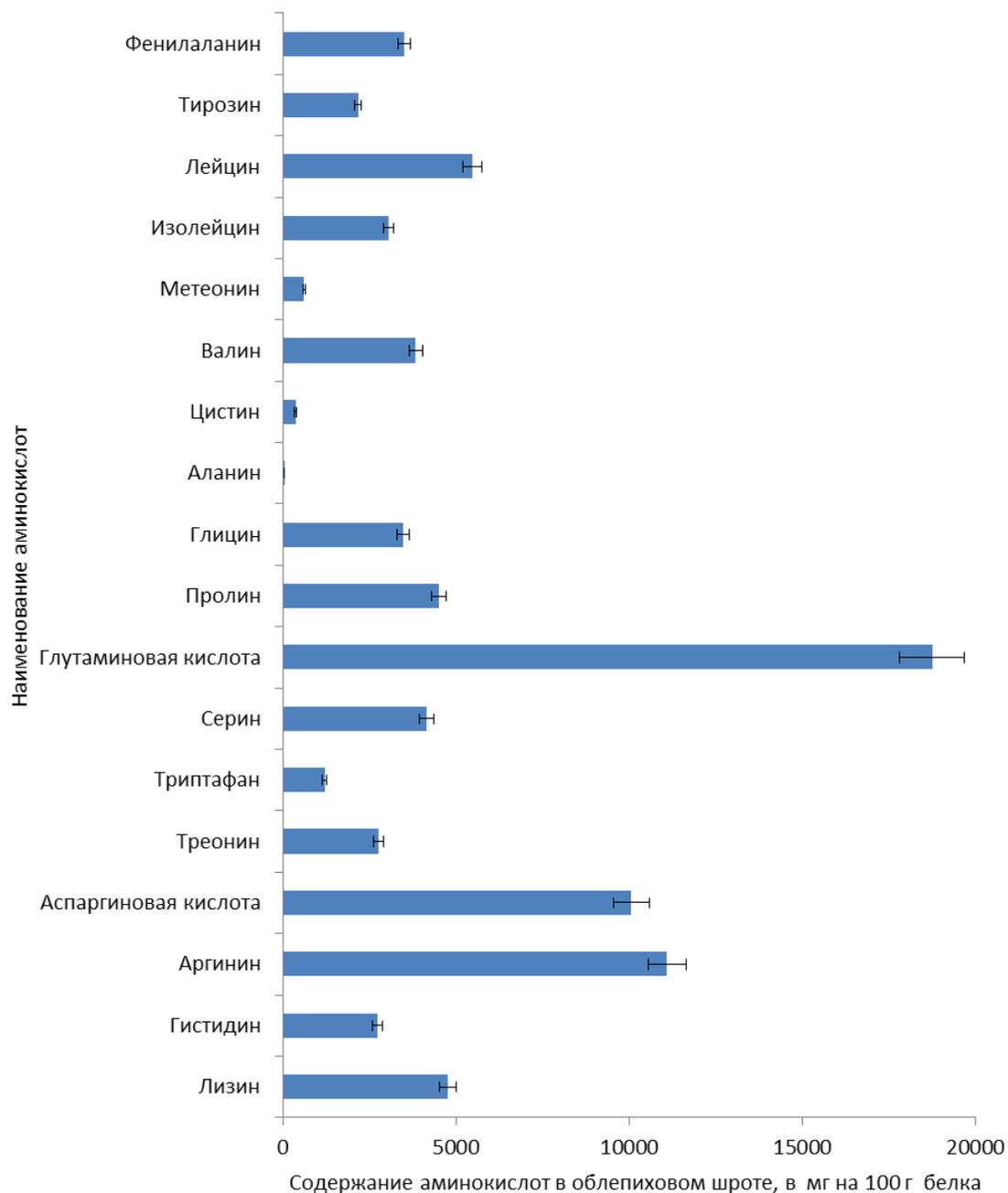


Рис. 3. Среднее содержание аминокислот в облепиховом шроте, мг на 100 г белка

Таблица 1

Микробиологические показатели обезжиренного облепихового шрота

Показатель	Результаты испытаний	Величина допустимых уровней
Дрожжи, КОЕ в 1 г	<10	$5,0 \times 10^2$
Плесени, КОЕ в 1 г	55	$5,0 \times 10^2$
КМАФАнМ, КОЕ в 1 г	$<1,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	Не обнаружено	Не допускается
БГКП (колиформы) в 0,01 г	Не обнаружено	Не допускается

Исследованы комплексообразующие свойства облепихового шрота. Пищевые волокна играют важную роль для организма человека, так как уменьшают всасывание, а в ряде случаев и увеличивают выведение радионуклидов (цезия, стронция, цинка, свинца, кобальта и т.д.) из организма.

Обезжиренный облепиховый шрот содержит пектин, значительное количество клетчатки, гемицеллюлозы, которые являются природными ионообменниками. В связи с этим мы считали целесообразным исследовать комплексообразующие свойства облепихового шрота.

Для исследования был взят обезжиренный облепиховый шрот в натуральном и измельченном состоянии (в виде муки) отработанных партий свежемороженых, частично – сброженных и сброженных плодов облепихи. Было установлено, что 1 г облепихового шрота способен связать 1678 мг/г ионов свинца (табл. 2). Измельчение облепихового шрота не влияет на количество связываемого металла.

На основании исследования можно предположить, что изделия с добавлением обезжиренного облепихового шрота также способны связывать тяжелые металлы и выводить их из организма человека.

Таблица 2

Характеристика комплексообразующей способности облепихового шрота по отношению к свинцу

Образец облепихового шрота	Количество связанного свинца 1 г облепихового шрота, мг/г	
	Натуральный	Измельченный (в виде муки)
Из свежих замороженных плодов	1624 ±4	1619 ±7
Из сброженных плодов	1659 ± 5	1664 ±3
Из частично сброженных плодов	1732 ±2	1725 ±5
Среднее	1671 ±25	1669 ±30

Выводы. В результате проведенных исследований впервые установлен химический состав облепихового шрота после фреоновой экстракции облепихового масла из свежемороженых, частично сброженных и сброженных плодов облепихи, произрастающей в Алтайском крае.

Выявлено, что облепиховый шрот является источником пищевых волокон, белка, минеральных веществ (Na, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu, Mg, P), витаминов (β-каротин, B₁, B₂, C, P, PP). Согласно проведенным исследованиям, в облепиховом шроте обнаружено восемнадцать аминокислот, общее количество которых составляет 23,78 % от общей массы, 1/3 приходится на незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, триптафан, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин). Определена сорбционная способность облепихового шрота по отношению к ионам свинца (1г шрота способен связывать 1678 мг ионов свинца). Наиболее целесообразно использовать в производстве продуктов питания облепиховый шрот свежемороженых ягод, так как его пищевая и биологическая ценность намного выше по сравнению со шротами частично сброженных и сброженных ягод. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что обезжиренный облепиховый шрот является ценным пищевым сырьем и может быть использован как функциональный ингредиент (дополнительный источник основных нутриентов, в том числе биологически активных веществ) при производстве профилактических продуктов питания.

Литература

1. *Иванова Г.В.* Методы комплексного использования растительных ресурсов Красноярского края для питания детей школьного возраста: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.16 «Экология». – Красноярск, 2009. – 31 с.

2. Кольман О.Я., Иванова Г.В. Вторичные сырьевые ресурсы как биологически активная добавка направленного действия // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 7. – С. 30–32.
3. Кольман О.Я., Иванова Г.В. Экологическая безопасность вторичных сырьевых ресурсов плодоовощной отрасли // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 6. – С. 37–40.
4. Функциональные продукты питания: учеб. пособие / под ред. В.И. Теплова. – М.: А-Приор, 2008. – 240 с.
5. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – Утв. решением комиссии Таможенного союза от 09 декабря 2011 г. № 880. – 242 с.
6. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева [и др.]; под ред. Л.П. Ковальковой. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
7. Никулина Е.О. Разработка технологических процессов производства мучных кондитерских, хлебобулочных и кулинарных изделий с добавлением облепихового шрота: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. – СПб., 2001. – 233 с.



УДК 664.8.033

А.А. Дриль

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУМИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В статье представлены результаты исследований органолептических и физико-химических показателей вакуумированных, прошедших тепловую обработку полуфабрикатов из овощей и плодов. Выявлено, что данные полуфабрикаты отличаются более высокими показателями по отношению к полуфабрикатам, приготовленным традиционным способом, и соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Ключевые слова: овощи, плоды, растительное сырье, вакуумирование, вакуумная упаковка, полуфабрикаты, общественное питание, кулинарная продукция.

А.А. Dril

THE RESEARCH OF THE VACUUMING TECHNOLOGY INFLUENCE ON THE QUALITY OF THE HALF-FINISHED PRODUCTS FROM THE VEGETABLE RAW MATERIALS

The research results of the organoleptic and physicochemical indices of the vacuum-processed and thermally-treated half-finished products from vegetables and fruits are presented in the article. It is revealed that these half-finished products have higher quality indices in relation to the traditionally cooked products and meet the standard-technical documentation requirements.

Key words: vegetables, fruits, vegetable raw material, vacuuming, vacuum package, half-finished products, public catering, culinary products.

Введение. С постепенно нарастающей тенденцией дефицита различных видов продовольствия актуальной является проблема более рационального и целенаправленного использования пищевых ресурсов и снижения потерь сырья на всех этапах технологического цикла.

Технология приготовления кулинарной продукции в вакуумной упаковке является одним из методов, позволяющих рационализировать производственный процесс и одновременно повысить качество и безопасность пищевых продуктов, в том числе микробиологическую безопасность. Так,

при вакуумировании из упаковки удаляется кислород, который может повлечь рост аэробных бактерий, реакции окисления. В то же время поддерживается санитарно-гигиеническая безопасность при хранении готовой продукции. В вакуумном пакете продукты реагируют на тепловую обработку иначе, чем при традиционном приготовлении: сохраняются аромат и соки продукта; уменьшаются потери по массе на 15–35 %, предотвращается усушка и обезвоживание продукта. При приготовлении в вакуумной упаковке уменьшается вложение специй на 30–40 % (так как концентрация пряностей и жиров в вакуумной упаковке в готовом продукте сохраняется) [1, 2, 5, 6].

Наряду с вышесказанным, при использовании вакуумирования реализуется государственная политика применения энергосберегающих технологий в различных отраслях народного хозяйства. Это обусловлено тем, что приготовление в вакуумной упаковке требует более низкой температуры и снижения времени тепловой обработки по сравнению с традиционной технологией, что снижает энергозатраты более чем на 50 % [4].

Таким образом, разработка технологии производства вакуумированных полуфабрикатов и кулинарной продукции, а также исследование их состава и свойств, в т.ч. при хранении, являются актуальными и представляют интерес для науки и практики.

Целью работы. Выявление закономерностей влияния вакуумирования и тепловой обработки на качество полуфабрикатов из овощей и плодов высокой степени готовности.

Для выполнения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- оценить влияние вакуумирования и тепловой обработки на органолептические показатели полуфабрикатов из овощей и плодов;
- изучить физико-химические свойства вакуумированных полуфабрикатов;
- исследовать изменение физико-химических свойств вакуумированных полуфабрикатов при их хранении.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись овощные и плодовые нарезанные вакуумированные полуфабрикаты сразу после варки в пароконвектомате (при температуре пара 90 °С) и в двух стадиях хранения (через 7 дней и 21 день), а также полуфабрикаты, приготовленные (сваренные) традиционным способом. Сырьем для их производства являлись: картофель, морковь, свекла, капуста белокочанная, спаржа зеленая, спаржа белая, яблоки, груши, абрикосы.

Для вакуумирования были использованы сертифицированные полимерные пленки.

При исследовании физико-химических показателей качества полуфабрикатов были использованы следующие методы:

- метод высушивания (ускоренный) – для определения массовой доли сухих веществ;
- йодометрический метод – для определения содержания витамина С;
- метод простого озоления – для определения массовой доли золы;
- традиционный метод определения сырой клетчатки;
- метод атомно-абсорбционной спектроскопии или пламенной фотометрии – для определения минеральных веществ.

Результаты и их обсуждение. Органолептическая оценка вакуумированных полуфабрикатов из плодов и овощей была проведена дегустационной комиссией с использованием разработанной нами шкалы оценок. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что свежеприготовленная продукция по органолептическим показателям получила высокую балльную оценку.

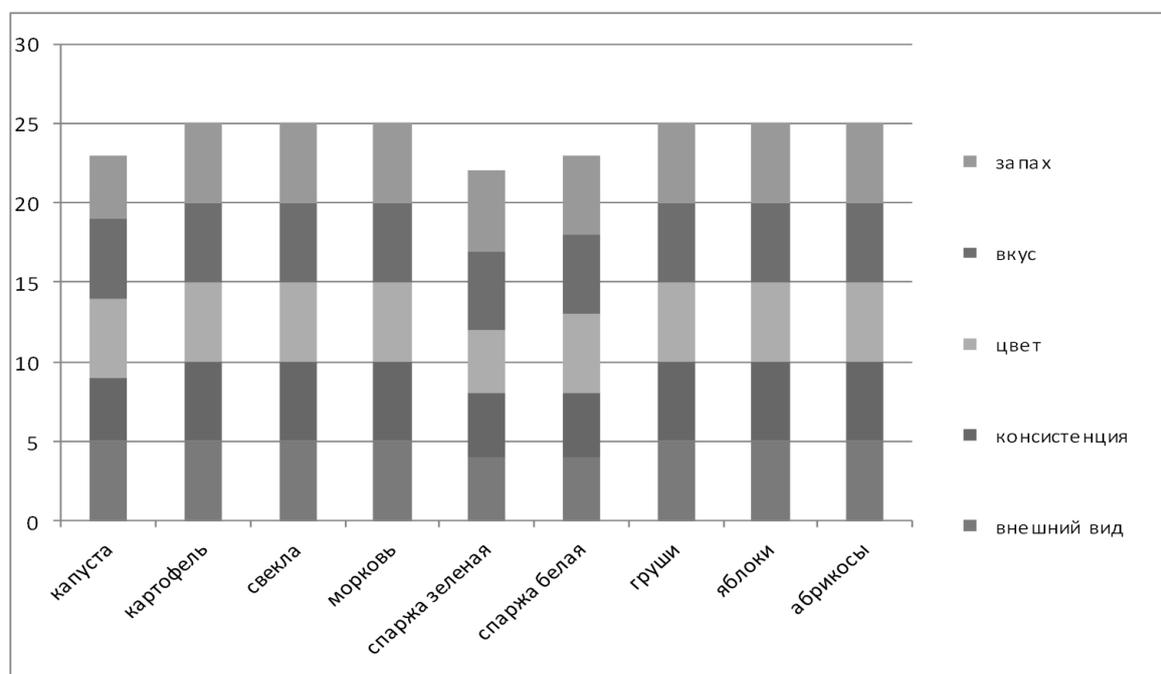
Наибольшую сумму баллов имели полуфабрикаты из картофеля, свеклы, моркови, груш, яблок и абрикосов. Они получили оценку «отлично» по всем показателям, сохранили свою консистенцию, цвет и внешний вид в неизменной форме, а также обладали приятным запахом и вкусом. Образцы капусты и спаржи, как зеленой, так и белой, получили меньший балл в связи с тем, что утратили свой первоначальный внешний вид, цвет и консистенцию, однако показали высокий результат по вкусу и запаху.

Таблица 1

Органолептическая оценка вакуумированных полуфабрикатов

Образец	Показатель					Сумма баллов
	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Вкус	Запах	
Капуста	5	4	5	5	4	23,8
Картофель	5	5	5	5	5	25
Свекла	5	5	5	5	5	25
Морковь	5	5	5	5	5	25
Спаржа зеленая	4	4	4	5	5	22,2
Спаржа белая	4	4	5	5	5	23
Груши	5	5	5	5	5	25
Яблоки	5	5	5	5	5	25
Абрикосы	5	5	5	5	5	25

Для наглядной оценки образцов была построена гистограмма (рис.), которая показывает полную картину, относящуюся к сенсорной сравнительной оценке образцов.



Органолептическая оценка вакуумированных полуфабрикатов

Таким образом, проведенная органолептическая оценка вакуумированных овощей и плодов показывает, что все образцы имеют высокое качество, а именно – хорошо сохраняют внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенцию после варки.

В таблице 2 приведена сравнительная оценка содержания сухих веществ в вакуумированных полуфабрикатах в сравнении с полуфабрикатами, вареными традиционным способом, а также требованиями нормативно-технической документации (НТД).

Из приведенных данных видно, что в полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом, в отличие от вакуумированных наблюдаются значительные потери по массе, а следовательно, и потери нативных веществ. При этом содержание сухих веществ, согласно НТД, выдерживается во всех продуктах, кроме свеклы, приготовленной традиционным способом.

Сравнительная оценка содержания сухих веществ в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом

Образец	Количество сухих веществ в полуфабрикатах, %		Норма по НТД, не менее, %
	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	
Капуста	8,89	7,48	7,45
Картофель	20,57	20,12	19,9
Свекла	13,51	11,35	11,55
Морковь	12,53	12,45	12,4
Спаржа зеленая	7,34	5,33	5,33
Спаржа белая	6,89	5,05	4,87
Груши	9,34	8,34	7,22
Яблоки	8,65	7,29	6,94
Абрикосы	9,22	9,11	8,87

В таблице 3 представлена сравнительная оценка содержания золы в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом. Из таблицы видно, что количество золы в полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом, в среднем в 2 раза меньше, чем в вакуумированных. Соответствие НТД выдерживается только в вакуумированных образцах.

Таблица 3

Сравнительная оценка содержания золы в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом

Образец	Количество золы в полуфабрикатах, %		Норма по НТД, не менее, %
	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	
Капуста	1,2	0,356	0,36
Картофель	1,5	1,322	1,32
Свекла	0,96	0,941	0,93
Морковь	0,88	0,662	0,67
Спаржа зеленая	0,45	0,432	0,45
Спаржа белая	0,4	0,362	0,4
Груши	1,2	1,211	1,2
Яблоки	1,4	1,283	1,33
Абрикосы	0,95	0,931	0,92

В таблице 4 представлена сравнительная оценка содержания витамина С (аскорбиновой кислоты) в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом.

Приведенные данные свидетельствуют, что витамин С намного лучше сохраняется в вакуумированных плодах и овощах, нежели в приготовленных традиционным способом. В целом, сразу после варки его содержание во всех полуфабрикатах соответствует требованиям НТД.

Результаты исследований по динамике изменения витамина С во времени в вакуумированных полуфабрикатах представлены в таблице 5.

Таблица 4

Сравнительная оценка содержания витамина С в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом

Образец	Количество аскорбиновой кислоты в полуфабрикатах, мг %		Норма по НТД сразу после варки, не менее, мг%
	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	
Капуста	0,264	0,135	0,132
Картофель	0,242	0,125	0,121
Свекла	0,66	0,337	0,330
Морковь	0,308	0,162	0,154
Спаржа зеленая	0,25	0,131	0,125
Спаржа белая	0,22	0,121	0,110
Груши	0,44	0,222	0,220
Яблоки	0,65	0,383	0,325
Абрикосы	0,35	0,175	0,175

Таблица 5

Количество витамина С в вакуумированных полуфабрикатах

Образец	Количество аскорбиновой кислоты, мг%		
	сразу после приготовления	через 7 дней хранения	через 21 день хранения
Капуста	0,264	0,22	0,22
Картофель	0,242	0,22	0,11
Свекла	0,66	0,308	0,198
Морковь	0,308	0,176	0,132
Спаржа зеленая	0,25	0,15	0,11
Спаржа белая	0,22	0,13	0,1
Груши	0,44	0,21	0,15
Яблоки	0,65	0,52	0,36
Абрикосы	0,35	0,3	0,26

Из таблицы 5 видно, что с увеличением срока хранения вакуумированных полуфабрикатов содержание витамина С в них уменьшается в среднем на 50 %, особенно это заметно на примере свеклы и яблок.

В таблице 6 представлена сравнительная оценка содержания сырой клетчатки в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом. Из таблицы видно, что в содержании клетчатки прослеживается определенная стабильность во всех видах полуфабрикатов, это связано с тем, что клетчатка не растворяется в воде. Однако ее содержание в вакуумированных полуфабрикатах выше.

Результаты исследований по определению содержания минеральных веществ и динамика его изменения во времени представлены соответственно в таблицах 7 и 8.

Из полученных данных можно сделать вывод, что все исследуемые показатели находятся в пределах нормы, согласно НТД. Также стоит отметить, что содержание минеральных веществ в исследуемых образцах вакуумированных полуфабрикатов достаточно высокое, что свидетельствует о сохранности нативных веществ после тепловой обработки [3].

Таблица 6

Сравнительная оценка содержания сырой клетчатки в вакуумированных полуфабрикатах и полуфабрикатах, приготовленных традиционным способом

Образец	Количество клетчатки в полуфабрикатах, %		
	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	Норма по НТД, не менее, %
Капуста	2,24	2,13	2,1
Картофель	1,23	1,19	1,19
Свекла	2,98	2,22	2,2
Морковь	0,35	0,35	0,35
Спаржа зеленая	1,2	1,01	1
Спаржа белая	1,3	1,12	1,12
Груши	0,6	0,52	0,52
Яблоки	0,6	0,53	0,5

Таблица 7

Сравнительная оценка содержания минеральных веществ в вакуумированных полуфабрикатах и приготовленных традиционным способом

Образец	Результаты анализа, %							
	К		Na		Ca		Mg	
	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	вакуумированных	приготовленных традиционным способом	вакуумированных	приготовленных традиционным способом
Морковь	0,19	0,135	0,097	0,076	0,021	0,018	0,0035	0,003
Свекла	0,505	0,489	0,14	0,091	0,017	0,016	0,015	0,003
Капуста	0,24	0,103	0,004	0,001	0,024	0,017	0,006	0,004
Картофель	0,45	0,337	0,005	0,001	0,008	0,007	0,011	0,009
Спаржа белая	0,26	0,205	0,044	0,026	0,012	0,012	0,021	0,018
Спаржа зеленая	0,29	0,203	0,04	0,024	0,014	0,011	0,02	0,016
Яблоки	0,278	0,195	0,026	0,013	0,016	0,014	0,009	0,008
Груши	0,19	0,146	0,018	0,018	-	-	-	-
Абрикосы	0,305	0,191	0,003	0,002	0,028	0,024	0,008	0,006

Содержание минеральных веществ в вакуумированных полуфабрикатах

Образец	Срок хранения, недели	Результаты анализа, мг/100 г			
		K	Na	Ca	Mg
Морковь	0	190	97	21	3,5
	1	180	92	16	3,5
	2	170	90	13	3
Свекла	0	505	140	17	15
	1	470	130	16	14,5
	2	410	120	15	14,5
Капуста	0	240	4	24	6
	1	230	3,5	24	5
	2	225	3,5	22	5
Картофель	0	450	5	8	11
	1	430	6	7	11
	2	420	6	5	11
Спаржа белая	0	260	44	12	21
	1	250	40	10	16
	2	240	38	9	16
Спаржа зеленая	0	290	40	14	20
	1	270	37	12	18
	2	255	35	11,5	18
Яблоки	0	278	26	16	9
	1	265	23	14	8
	2	243	20	13	8
Груши	0	190	18	-	-
	1	182	15	-	-
	2	174	13	-	-
Абрикосы	0	305	3	28	8
	1	290	2	26	6
	2	270	2	25	6

Выводы. Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что по органолептическим показателям вакуумированные полуфабрикаты из овощей и плодов характеризуются хорошим вкусом, внешним видом, цветом, запахом и консистенцией.

Результаты физико-химических исследований показали, что в вакуумированных полуфабрикатах в значительной мере в значительных пропорциях сохраняются все нативные вещества, и их содержание отвечает требованиям НТД.

Все вакуумированные полуфабрикаты имеют более высокие показатели по содержанию витамина С, минеральных и сухих веществ, золы и клетчатки. Следовательно, они имеют более высокую пищевую и биологическую ценность по сравнению с полуфабрикатами, приготовленными по традиционной технологии. Однако не рекомендуется хранить вакуумированные полуфабрикаты более 1 недели, так как при сохранении органолептических и физико-химических показателей содержание витамина С в них значительно снижается.

На основе проведенных исследований нами были разработаны и утверждены технико-технологические карты блюд с использованием вакуумированных полуфабрикатов: «Спаржа с лесными ягодами», «Груша, варенная в сиропе», «Винегрет сборный мясной», «Полента с брынзой и овощами», «Фондю овощное». Полученная кулинарная продукция отличается повышенной пищевой и биологической ценностью, а также органолептическими показателями.

Все вышеперечисленное позволяет рекомендовать разработанную технологию вакуумирования полуфабрикатов с последующей тепловой обработкой (с использованием пароконвектомата) к практическому внедрению.

Литература

1. Исследование процесса тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе растительного и животного сырья / Н.С. Родионова, Л.Гачеу, Е.С. Попов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 288–293.
2. Руцкий А.В. Влияние вакуумной упаковки в сочетании с некоторыми инертными газами на качество и сохраняемость мясных полуфабрикатов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: (05.18.15) / Ленингр. ин-т сов. торговли им. Ф. Энгельса. – Л., 1973. – 20 с.
3. Химический состав российских пищевых продуктов: справ. / под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
4. Сьювид (Sous-vide) – советы по использованию технологии не только в ресторане. – URL: <http://foodrussia.net/restoran/innovatsii-v-horeca/syuvid-sous-vide-sovety-po-ispolzovaniyu-tekhnologii-ne-tolko-v-restorane/>.
5. Приготовление в вакууме. – URL: <http://ekodomus-market.ru/info/article/o-vakuumirovanii/prigotovlenie-v-vakuume/>.
6. Технология увеличения срока хранения скоропортящихся продуктов питания в газомодифицированной среде (защитной атмосфере) для магазинов, супермаркетов, кафе, ресторанов, столовых, фабрик-кухонь, цехов по производству кулинарной продукции: пособие для управляющих производством. – URL: http://www.gastrotara.ru/files/13_1429188855.pdf.



УДК 641.12

О.Ю. Веретнова, Т.Н. Сафронова

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МЯСНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ФАРШЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Разработана рецептура комбинированных мясных фаршей с добавлением пророщенного зерна пшеницы в количестве 10 %. Определена взаимосвязь между активной кислотностью (рН), влагоудерживающей (ВУС) и влагосвязывающей (ВСС) способностью мясных фаршей и количеством добавленного в него пророщенного зерна пшеницы.

Ключевые слова: мясные комбинированные фарши, пророщенное зерно пшеницы, рецептура, повышенная пищевая ценность.

О.Yu. Veretnova, T.N. Safronova

THE DEVELOPMENT OF THE COMBINED MINCED MEAT FORMULATION WITH THE USE OF THE SPROUTED WHEAT GRAIN

The formulation of the combined minced meat with the addition of the sprouted wheat grain in the amount of 10 % is developed. The interdependence between the active acidity (pH), moisture-retaining power (MRP) and water-binding capacity (WBC) of the minced meat with the quantity of the added to it sprouted wheat grain is established.

Key words: combined minced meat, sprouted wheat grain, formulation, increased nutritional value.

Введение. В процессе проращивания в зерне пшеницы активизируются особые ферменты – энзимы. С их помощью питательные вещества пшеничного зерна расщепляются, образуя в оптимальном соотношении новые, наиболее эффективно и легко усваиваемые человеческим организмом соединения (аминокислоты, простейшие сахара, жирные кислоты). Установлено, что проро-

ценное зерно пшеницы, имеющее проросток в 1–2 мм, наиболее ценно по своему аминокислотному, витаминному и минеральному составу по сравнению с обычным непророщенным пшеничным зерном [1, 2].

Цель работы. Разработка рецептуры комбинированных мясных фаршей повышенной пищевой ценности с использованием пророщенного зерна пшеницы.

Задачи исследования:

- определение условий проращивания зерна пшеницы с применением пароконвекционного аппарата SCC101E-RA-3NAC400/50;

- определение взаимосвязи между активной кислотностью (рН), влагоудерживающей (ВУС) и влагосвязывающей (ВСС) способностью мясных фаршей и количеством добавленного в него пророщенного зерна пшеницы;

- исследование содержания сухих веществ модельных фаршей;

- оценка пищевой ценности полученного комбинированного фарша.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования выбрано сухое зерно пшеницы для проращивания (ТУ 9700-005-50765127-06000 «СибТар», г. Новосибирск); пророщенное зерно пшеницы, полученное с использованием пароконвекционного аппарата SCC101E-RA-3NAC400/50. Для проращивания зерно помещали в перфорированную гастроемкость GN1/3 пароконвектомата при 100%-й влажности с изменением температурного режима $30\pm 1^\circ\text{C}$, $35\pm 1^\circ\text{C}$, $40\pm 1^\circ\text{C}$, $45\pm 1^\circ\text{C}$. Измеряли скорость проращивания зерна, за основной контролируемый показатель влажного пророщенного зерна принимали наличие зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян. Вторым объектом исследования был взят мясной фарш, выработанный по традиционной технологии (контрольный образец по рецептуре № 324 сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, 1996 г. [3]), комбинированный мясной фарш, выработанный по технологии, определенной в ходе эксперимента, с использованием протертого пророщенного зерна пшеницы. Для этого пророщенное зерно протирали при помощи кухонного измельчителя (бликсер Robot-Coupe R201 Ultra E), введение в мясной фарш массы из пророщенной пшеницы проводили в следующих пропорциях: 5; 10; 15; 20 % от массы полуфабриката взамен хлеба.

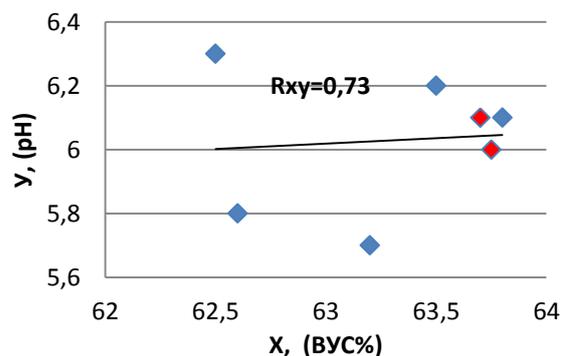
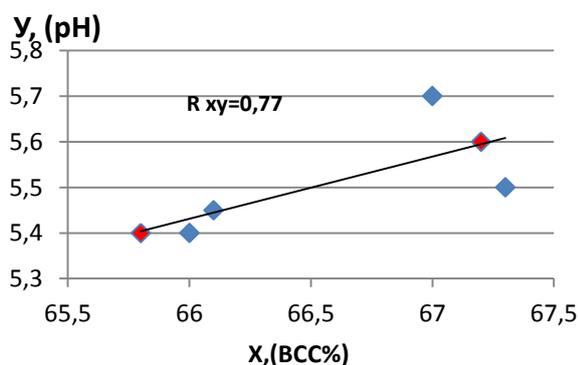
В работе использовали общепринятые методы исследования: сухие вещества по ГОСТ Р 50189-92 анализатором влажности ЭЛВИЗ -2С; активная кислотность иономером Эксперт-001(3.0.4) многоканальным; влагоудерживающая (ВУС) и влагосвязывающая (ВСС) способности фаршей по методу Г. Грау и Р. Хамма в модификации ВНИИ мясной промышленности (1961 г.); активность воды (A_w) гигрометром портативным Rotronic Hygro Palm-HP23-AW-Set); оценка пищевой ценности по МР 2.3.1.2432-08 [4]. Для изучения взаимосвязи рН и ВСС, рН и ВУС модельных фаршей с количеством пророщенного зерна пшеницы проводили корреляционный анализ. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0», применялись непараметрические критерии. При сравнении средних значений для двух выборок и множественном сравнении средних разница считалась достоверной при 95%-м уровне значимости ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследовали условия проращивания зерна пшеницы с применением пароконвекционного аппарата SCC101E-RA-3NAC400/50. Сухое зерно находится в состоянии покоя, но при повышении влагосодержания и температуры активность ферментов возрастает, в зерне начинаются процессы, ведущие к развитию зародыша в новое растение [5]. Наилучшей температурой проращивания, определенной в ходе эксперимента, является 30°C при 100%-й влажности, при этом существуют принципиальные отличия от разработанных ранее технологий: нет необходимости замачивания и обеззараживания зерна, так как процесс промывания зерна происходит постоянно, при этом продолжительность проращивания сокращается до 15 часов. Определяли параметры пророщенного зерна: состояние зерна – влажное, проростки длиной не более 2 мм, нормальный, свойственный здоровому зерну пшеницы запах, цвет зерна – нормальный, свойственный здоровому зерну данного типа, содержание сухих веществ – $40,5\pm 0,05$ %, активность воды $A_w=0,75\pm 0,005$, что свидетельствует о микробиологической стабильности продукта во время хранения.

Для введения пророщенного зерна в мясной фарш зерно протирали и определяли органолептические и физико-химические показатели полученной пасты: однородная масса, с небольшими включениями; цвет – бежевый, с небольшими включениями коричневого цвета; запах, свойственный здоровому зерну; вкус – сладковатый, свойственный здоровому зерну; текстура – однородная мажущая масса, без грубых частиц; содержание сухих веществ в 100 г – $40,5 \pm 0,05$ %, pH – $5,3 \pm 0,05$, белка – $7,3 \pm 0,05$ %; жира – $2,0 \pm 0,02$ %; крахмала – $25,3 \pm 0,03$ %; клетчатки – $2,4 \pm 0,03$ %; сахаров – $1,3 \pm 0,02$ %; витаминов: B₁ – 0,4 мг; B₂ – 0,18 мг; A – 0,9 мг; минеральных элементов: Ca – 14 мг; Mg – 41 мг; Fe – 3,7 мг. Полученная паста из пророщенного зерна пшеницы имела содержание сухих веществ 40 %, что благоприятно для хранения, но для обеспечения наилучших органолептических показателей лучшим будет 30 %, поэтому пасту разводили кипяченой водой и перемешивали. Изучали влияние различных дозировок пасты на органолептические, физико-химические показатели комбинированного мясного фарша.

Определение активной кислотности показало, что значение pH модельных фаршей совпадает со значением pH контрольного образца при добавлении до 10 % пасты к массе фарша взамен хлеба. Изменение pH полуфабрикатов в более кислую сторону происходит при добавлении пасты до 20 %. Установление влагосвязывающей способности показало, что наибольшее значение ВСС наблюдается при введении 10 % пасты в мясной фарш. При введении большего количества пасты из пророщенного зерна пшеницы (20 %) значения ВСС снижаются на 1,5 %. Наибольшее значение ВУС наблюдается при тех же параметрах, введение большего количества пасты приводит к снижению ВУС на 2,7 %.

Для изучения взаимосвязи pH и ВСС, pH и ВУС фаршей из мяса с добавлением пасты из пророщенного зерна пшеницы был проведен корреляционный анализ. Результаты представлены на рисунке.



Зависимость ВСС, ВУС и pH мясного фарша с пастой

Изучение содержания сухих веществ в модельных фаршах показало, что массовая доля СВ в фарше с добавлением пасты уменьшается по сравнению с контролем. При добавлении пасты 5–20 % уменьшение массовой доли СВ находится в пределах погрешности.

Результаты органолептической оценки показали, что образцы с добавлением 5–10 % пасты из пророщенного зерна пшеницы в мясной фарш имеют приятный запах свежего мяса, однородную и нежную консистенцию, цвет, свойственный контрольному изделию, и правильную форму.

Таким образом, по результатам проведенных исследований было определено, что лучшее количество пасты из пророщенных зерен пшеницы для производства мясных рубленых полуфабрикатов составляет 10 % к массе фарша взамен хлеба.

Одним из основных показателей качества рубленых полуфабрикатов является их микробиологическая безопасность. В качестве индикатора микробиологической безопасности использовали показатель активности воды A_w . Измерение активности воды в экспериментальном и контрольном образцах показало, что A_w не отличается в течение 48 часов и не превышает допустимого порога в 0,95.

Оценка пищевой ценности разработанных мясных комбинированных фаршей показала, что использование пасты из пророщенного зерна пшеницы повышает количественное содержание витаминов группы В на 0,9–2,1 %, минеральных элементов: Са – на 0,9 %; Mg – на 4,8; Fe – на 3,9 % – по сравнению с традиционной рецептурой.

Выводы. В результате проведенного исследования определены условия проращивания зерна пшеницы с применением пароконвекционного аппарата SCC101E-RA-3NAC400/50: температура 30°C при 100%-й влажности и продолжительности проращивания 15 часов. Определена взаимосвязь между активной кислотностью (рН), влагоудерживающей (ВУС) и влагосвязывающей (ВСС) способностями мясных фаршей и количеством добавленного в него пророщенного зерна пшеницы; установлено количество пасты в размере 10 % к массе фарша взамен хлеба, обеспечивающее наилучшие органолептические и физико-химические показатели. Исследовано содержание сухих веществ в модельных фаршах: уменьшение массовой доли СВ находится в пределах погрешности.

Литература

1. *Зернов Н.М., Горбенко П.П.* Проростки – пища жизни XXI века. – СПб.: ИК Комплект, 1997.
2. *Нилова Л.П.* Товароведение и экспертиза зерномучных товаров – М.: Инфра-М, 2014. – 448 с.
3. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Ч. I. – М.: Хлебпродинформ, 1996.
4. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». – М., 2008.
5. *Мачихина Л.И., Алексеева Л. В., Львова Л.С.* Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка). – М.: ДеЛипринт, 2007. – 382 с.



УДК 637.14:66.074.83

И.А. Короткий, Е.В. Короткая, О.М. Мальцева

РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ВЫМОРАЖИВАНИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

Проведены исследования процесса вымораживания молока с массовой долей жира 1 % при различных температурных режимах. Установлены зависимости толщины слоя и массовой доли вымороженной фракции от времени. Определен оптимальный режим концентрирования.

Ключевые слова: обезжиренное молоко, разделительное вымораживание, концентрирование.

I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya, O.M. Maltseva

FRACTIONAL FREEZE SEPARATION IN THE SKIMMED MILK PROCESSING

The number of experiments on the freeze separation process of milk with the fat mass fraction of 1 % using different temperature modes is conducted. The dependences of the layer thickness and mass fraction of the frozen milk on the time are established. The optimum concentration mode is defined.

Key words: skimmed milk, fractional freeze separation, concentration.

Введение. Одной из первоочередных задач государственной политики в нашей стране является задача обеспечения населения полноценными в биологическом плане продуктами питания. Многие потребляемые пищевые продукты относятся к разряду скоропортящихся. В связи с этим

решение вопросов по сохранению их в должном качестве для потребителей является одним из основных направлений в научных исследованиях [1, 2].

При хранении молока, его транспортировке и предварительной обработке могут происходить структурные изменения его основных компонентов – белков и жира, а также могут изменяться его физико-химические, технологические и органолептические показатели. Изменяя содержание свободной воды в молоке и молочном сырье, можно регулировать активность и состав микрофлоры, а также ограничить разрушительное действие ферментов и микроорганизмов. Современные технологические и технические методы обезвоживания позволили решить проблему сохранения должного качества скоропортящихся пищевых продуктов на длительный срок [3].

Концентрирование молочных продуктов осуществляется не только в целях продления сроков годности и выделения из них определенных компонентов для их последующего использования, но и для уменьшения их объема и сокращения расходов по упаковке, хранению и транспортировке с целью более полного соответствия производства пищевых продуктов имеющимся экономическим условиям.

Рассматривают разные способы удаления воды: в виде пара (выпаривание), в жидком виде (молекулярная фильтрация), а также в замороженном виде (криоконцентрирование). При любом способе концентрирования молочных продуктов сгущение должно происходить без необратимых изменений свойств и состава исходного сырья [1, 4].

Метод криоконцентрирования (концентрирование вымораживанием) является перспективным методом, уже применяющимся в промышленности. Криоконцентрирование состоит из двух последовательных этапов: кристаллизация влаги, которая осуществляется в специальном оборудовании (кристаллизаторах), и сепарирование, то есть отделение льда от концентрированного раствора. Основным преимуществом концентрирования молока и молочных продуктов при пониженных температурах является максимально возможное сохранение исходных свойств, ценных термолабильных компонентов (углеводов, белков, витаминов), ароматических и вкусовых соединений, а также высокая степень сохранности качественных показателей продуктов, так как процесс полностью протекает при температурах ниже 0° С. При вымораживании биохимические изменения в продукте незначительны, вследствие чего получают концентраты высокого качества, а отделенная по окончании криоконцентрирования чистая вода может быть использована в последующих технологических процессах [5].

При использовании криоконцентрирования имеется возможность применения более дешевого конструкционного материала, так как в условиях низких температур медленнее проходят процессы коррозии технологического оборудования [6]. При переводе одного килограмма воды в лед необходимо отвести всего 334 кДж теплоты. Если использовать для отвода теплоты холодильные машины, имеющие эффективный холодильный коэффициент 2÷2,5, то, соответственно, можно уменьшить и эти затраты. В странах с холодным климатом, где имеется возможность использования естественного холода, что позволяет на порядок снизить расходы электроэнергии, концентрирование вымораживанием приобретает особую ценность [7].

Таким образом, в совокупности с достаточно высоким качеством получаемого продукта и сравнительно низкой стоимостью используемого технологического оборудования, необходимого для реализации данного метода концентрирования, применение разделительного вымораживания представляется эффективным методом концентрирования молока и вторичного молочного сырья.

Цель работы. Исследование влияния разных температурных режимов на процесс разделительного вымораживания молока с содержанием жира 1 %.

Методы и объекты исследований. Экспериментальные исследования проводились на базе НОЦ кафедры «Теплохладотехника» ФГБОУ ВО «КемТИПП (университет)». Использовалось молоко производства ООО «Анжерское молоко» (Кемеровская область) с массовой долей жира 1%. Перед криоконцентрированием исходное молоко предварительно охлаждали до 3,5° С.

Концентрирование молока осуществлялось в емкостном криоконцентраторе вместимостью 3,5 л. Схема емкостной цилиндрической установки разделительного вымораживания представлена на рисунке 1. Конструкция криоконцентратора защищена Патентом РФ [8].

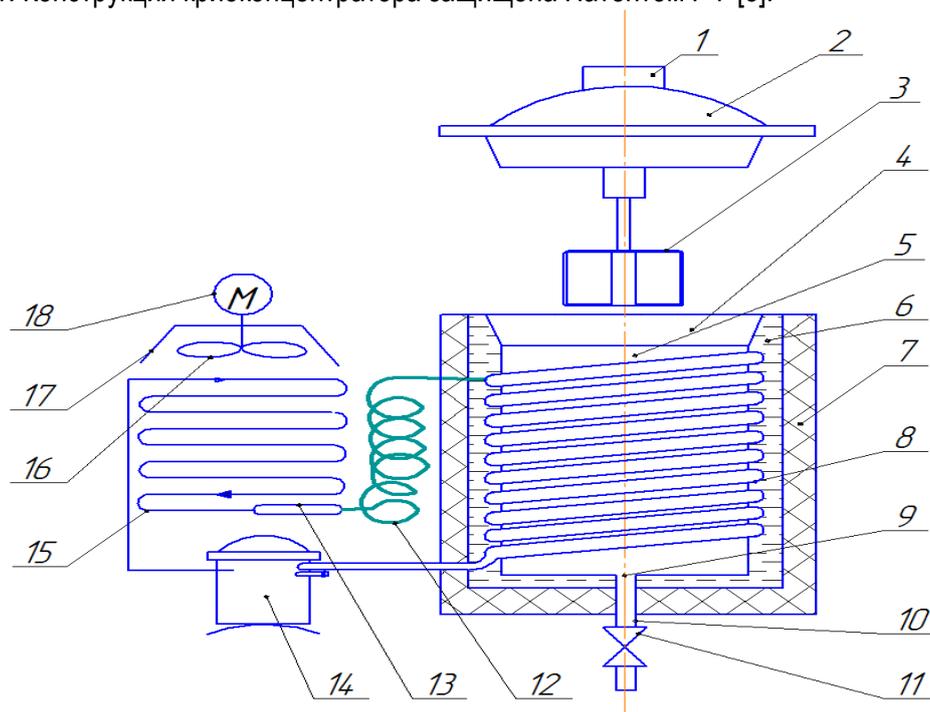


Рис. 1. Схема установки для разделительного вымораживания:

1 – электродвигатель мешалки; 2 – теплоизолированная крышка; 3 – вентиль; 4 – заливная горловина; 5 – цилиндрическая емкость; 6 – хладоноситель; 7 – теплоизоляция; 8 – змеевик испарителя; 9 – сливное отверстие; 10 – сливной трубопровод; 11 – запорный вентиль; 12 – капиллярная трубка; 13 – фильтр-осушитель; 14 – герметичный компрессор; 15 – воздушный конденсатор; 16 – вентилятор; 17 – кожух вентилятора; 18 – электродвигатель вентилятора

Разделительное вымораживание осуществляется на внутренней поверхности цилиндрической емкости. После достижения заданной толщины льда на теплообменной поверхности производится удаление молочного концентрата через сливной патрубок 10. Затем производится плавление вымороженной фракции, намерзшей на внутренней поверхности емкости, встроенным ТЭНом, размещенным в коаксиальном пространстве между двумя цилиндрическими емкостями. После чего осуществляется удаление образовавшейся водной фракции через тот же сливной патрубок 10.

Результаты исследований и их обсуждение. Проводилось тестирование работы установки для разделительного вымораживания при температурных режимах, -2 , -4 , -6 и -8°C , выбранных для изучения процессов вымораживания молока, с шагом изменения температуры $\Delta t=0,5^{\circ}\text{C}$. Контролировали изменение следующих параметров: температура вымораживаемого молока, температура охлаждающей жидкости криоконцентратора (водный раствор пропиленгликоля). Понижение температуры молока при всех температурных режимах происходило однотипно, постоянное значение температуры вымораживаемого молока устанавливалось примерно через 30 минут. На рисунке 2 приведена зависимость изменения температуры охлаждающей жидкости и молока при -8°C в течение 180 минут.

Колебания температуры охлаждающей жидкости (водный раствор пропиленгликоля) при температурных режимах -2 , -4 , -6 и -8°C происходили в среднем в интервале $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, что позволяет сделать вывод о стабильности поддержания заданной температуры в криоконцентраторе при всех вышеуказанных температурных режимах.

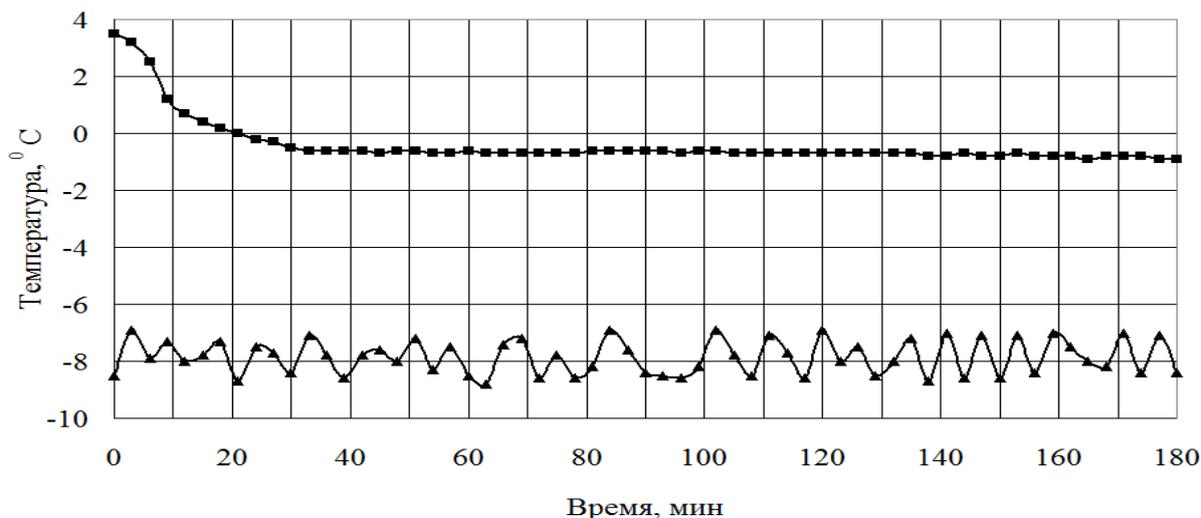


Рис. 2. Зависимость температуры охлаждающей жидкости (-▲-) и молока (-■-) при -8°C от времени

На рисунке 3 представлены зависимости массовой доли (ω) и толщины слоя (h) вымороженной фракции молока от времени при -8°C. Толщина слоя вымороженной фракции молока увеличивается с течением времени практически линейно.

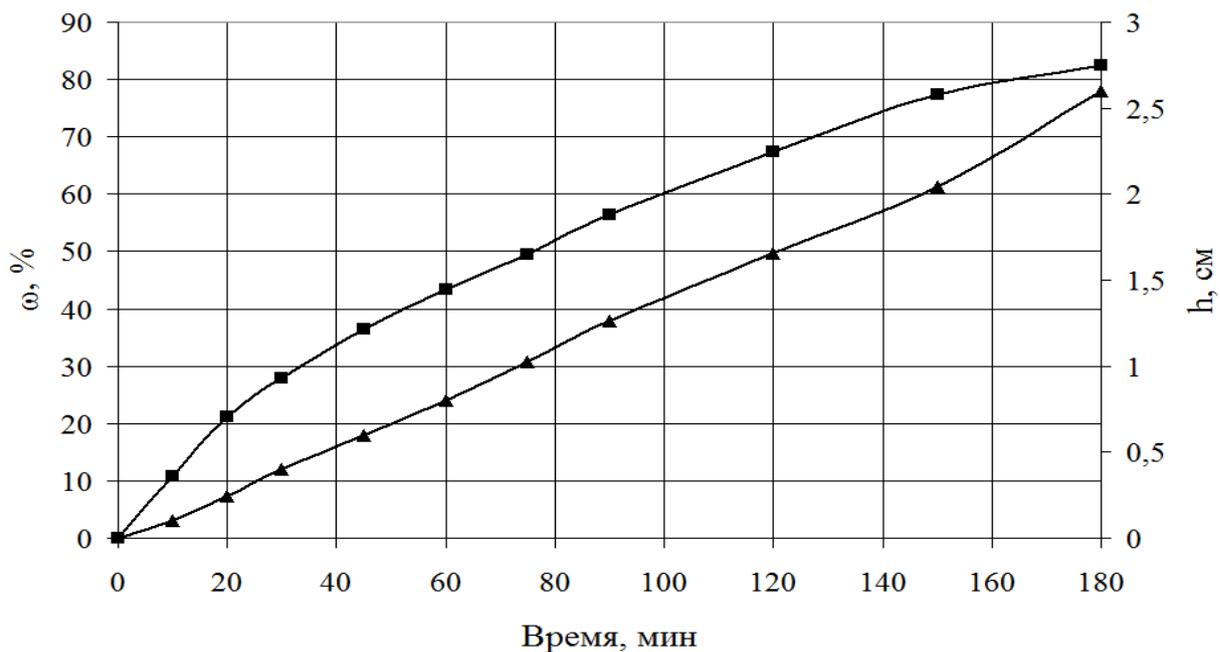


Рис. 3. Зависимость толщины слоя (h -▲-) и массовой доли (ω -■-) вымороженной фракции молока от времени

Процесс вымораживания обезжиренного молока происходил неравномерно: по мере вымораживания воды концентрация раствора повышалась, что в свою очередь сопровождалось снижением температуры замерзания.

Исследовалось влияние температурных режимов (-2°, -4°, -6° и -8° C) на толщину слоя и массовую долю вымороженной фракции молока (рис. 4–6).

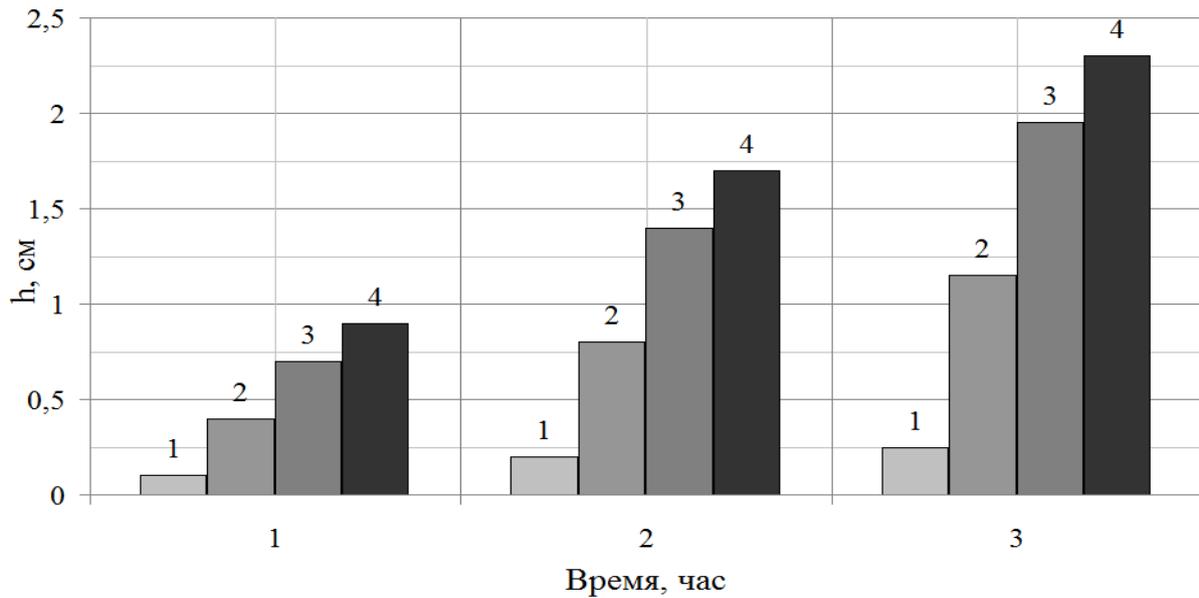


Рис. 4. Зависимость толщины слоя вымороженной фракции от времени:
1 – -2°С; 2 – -4°С; 3 – -6°С; 4 – -8°С

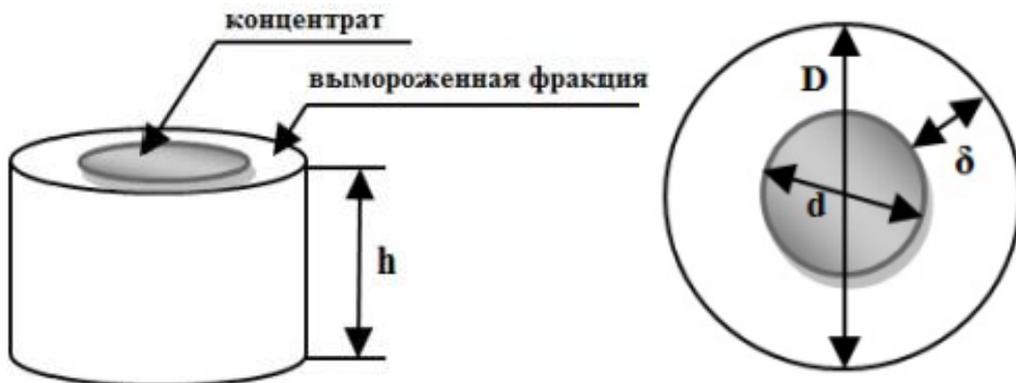


Рис. 5. Схематичное изображение слоя вымороженной фракции, полученной в цилиндрическом сосуде криоконцентратора

Зависимость массовой доли вымороженной фракции молока от толщины ее слоя и диаметра цилиндра (рис. 5), а также от плотности, изменяющейся в зависимости от температуры и времени вымораживания исходного молока, может быть описана формулой

$$m = \frac{\pi h \rho (D\delta - \delta^2)}{m_0},$$

где m_0 – исходная масса вымораживаемого молока;

h – высота полого цилиндра вымороженной фракции;

D – диаметр внешнего цилиндра;

δ – толщина слоя вымороженной фракции молока; $\delta = 0,5 \cdot (D-d)$, где d – внутренний диаметр слоя вымороженной фракции;

ρ – плотность полученной вымороженной фракции.

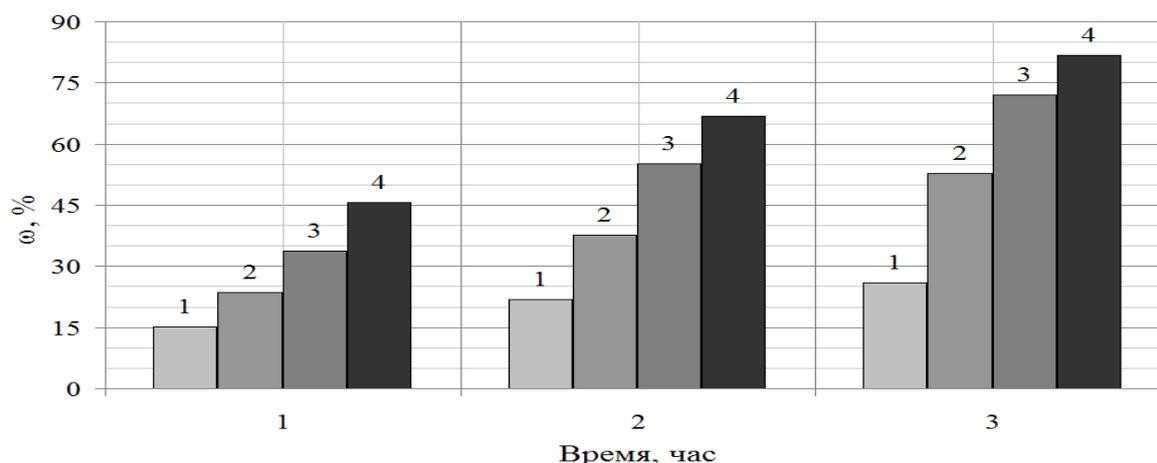


Рис. 6. Зависимость массовой доли вымороженной фракции от времени:
1 – -2°C ; 2 – -4°C ; 3 – -6°C ; 4 – -8°C

Анализ данных, представленных на рисунке 6, показывает, что понижение температуры вымораживания заметно влияет как на количество вымороженной из исходного продукта влаги, так и на качество получаемого концентрата. Увеличение скорости вымораживания вследствие применения более низких температур влияет на размер и скорость образования кристаллов льда. При температуре -2°C вымораживание происходит медленно и равномерно, что обеспечивает более полное разделение составных частей молока, однако процесс вымораживания до достижения нужной концентрации требует большого количества времени. При температурных режимах -6°C и -8°C вымораживание происходит слишком быстро, вследствие чего в вымороженный лед попадают составные части молока в значительном количестве, что сказывается на качестве получаемого концентрата. Наиболее оптимально процесс концентрирования (с учетом затраченного времени и качества полученного концентрата) происходит при -4°C .

Выводы. В ходе проведения экспериментальных исследований в емкостном криоконцентраторе вместимостью 3,5 л получены данные об изменении массовой доли и толщины слоя вымороженной фракции молока с массовой долей жира 1% в зависимости от времени и температуры вымораживания. Полученные результаты говорят о том, что для криоконцентрирования молока с содержанием жира 1% оптимальной является температура минус 4°C .

Литература

1. Качество и безопасность продукции в рамках гармонизации государственной политики в области здорового питания населения / под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: ЛЕМА, 2012. – 370 с.
2. Тутельян В.А. Приоритеты государственной политики здорового питания населения России на федеральном и региональном уровнях // За здоровую Россию: мат-лы Рос. форума. – Н. Новгород, 2003.
3. Голубева Л.В., Чекулаева Л.В., Полянский К.К. Хранимоспособность молочных консервов. – М.: Дели принт, 2001. – 115 с.
4. Панченко С.Л. Исследование процесса концентрирования творожной сыворотки методом вымораживания: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. – Воронеж, 2010. – 187 с.
5. Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко [и др.]; под ред. И.Г. Чумака. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 495 с.

6. Лугинин М.И. Разработка и исследование струйного криоконцентратора жидких продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.03. – Краснодар, 2008. – 138 с.
7. Пап Л. Концентрирование вымораживанием: пер. с венг. / под ред. О.Г. Комякова. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 96 с.
8. Пат. 2509514 Рос. Федерация: МПК А 23 L 3/00. Устройство для концентрирования жидких пищевых продуктов / Короткий И.А., Гунько П.А., Мальцева О.М., Учайкин А.В. – Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КемТИПП. – № 2013106559/13; заявл. 01.11.12.; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8.



УДК 634.725

Н.Н. Тупсина, Н.А. Гречишникова

ВЛИЯНИЕ ЗАМОРОЗКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯГОД КРЫЖОВНИКА

В статье исследованы физико-химические показатели замороженных плодов крыжовника в процессе хранения. Определена оптимальная температура хранения ягод крыжовника при заморозке.

Ключевые слова: плоды крыжовника, заморозка, хранение, физико-химические показатели.

N.N. Tipsina, N.A. Grechishnikova

EFFECT OF FREEZING ON THE PHYSICAL AND PERFORMANCE HIMICHEKIE GOOSEBERRIES

The physical and chemical properties of the frozen gooseberry fruit in the storage process are re-searched in the article. The optimal storage temperature of the gooseberry fruit in freezing is determined.

Key words: gooseberry fruit, freezing, storage, physical and chemical properties.

Введение. В рационе питания населения такого крупного промышленного региона, как Красноярский край, с его высокоразвитой металлургической промышленностью, изделия на фруктовой основе играют особую роль в связи со свойствами пектина связывать соли тяжелых металлов и выводить их из организма. На этом фоне особое значение приобретает применение плодов ягод и продуктов их переработки [1-4, 6].

В связи с этим получение продуктов функционального назначения с использованием крыжовника является актуальной задачей. Сорта крыжовника, произрастающего на территории Красноярского края, используются в качестве полуфабрикатов в пищевой промышленности [2].

Цель исследования. Изучить влияние заморозки на химический состав и физико-химические показатели ягод крыжовника в процессе хранения.

Задачи исследования

1. Исследовать химический состав свежих и замороженных ягод крыжовника двух сортов.

2. Определить наилучшую температуру хранения ягод крыжовника при заморозке.

Объекты и методы исследования. Плоды крыжовника двух сортов – Русский и Пушкинский.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования проводились на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств ИПП Красноярского государственного аграрного университета.

Исследование технологических свойств ягод крыжовника проводили по ГОСТ 28561-90, ГОСТ 8756.13-87, ГОСТ 25555.0-82, ГОСТ 6830-89 [5].

В таблице 1 приведены результаты исследования химического состава свежих и замороженных ягод крыжовника.

Таблица 1

Химический состав свежих и замороженных ягод крыжовника по сортам

Показатель	Свежие		Замороженные	
	Русский	Пушкинский	Русский	Пушкинский
Массовая доля сухих веществ по рефрактометру, %	21,5	19,0	20,50	18,50
Массовая доля титруемых кислот, (лимонная кислота), %	2,3	3,2	1,92	2,99
Массовая доля РВ, %	-	-	5,0	4,6

Из полученных результатов видно, что незначительно изменилось содержание сухих веществ и титруемой кислотности в свежей и замороженной ягоде крыжовника.

Ниже (рис. 1) представлена блок-схема замораживания плодов ягод крыжовника.

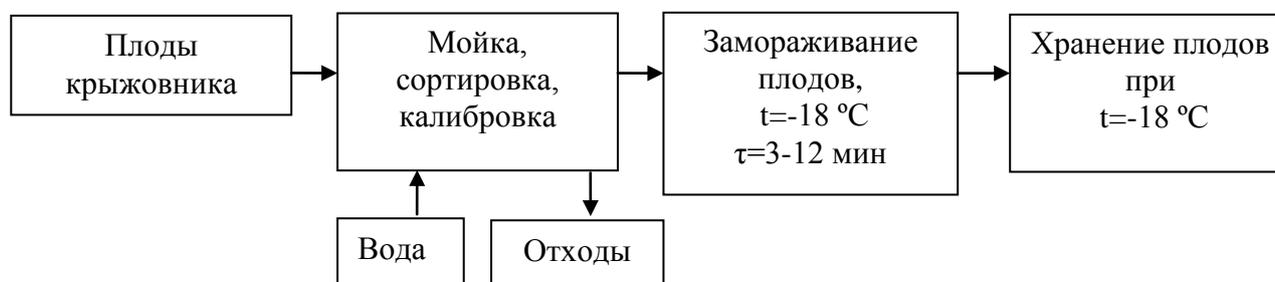


Рис. 1. Блок-схема замораживания плодов ягод крыжовника

С целью продления сроков переработки плодов ягод крыжовника возникла необходимость изменения качества плодов ягод крыжовника в процессе хранения при отрицательных температурах. В таблицах 2, 3 представлены результаты по изменению физико-химических показателей при хранении плодов при отрицательных температурах.

Таблица 2

Изменение физико-химических показателей плодов ягод крыжовника при хранении минус 16 °C

Сорт	Показатель	Срок хранения, месяцев						
		0	1	2	3	4	5	6
Русский	Сухие вещества, %	20,50	20,58	20,65	20,71	20,78	20,85	20,93
	Общий сахар, %	8,25	8,01	7,86	7,14	7,03	6,59	6,35
	Кислотность, %	1,92	2,14	2,28	2,46	2,87	3,04	3,21
	Пектиновые вещ., %	2,31	2,17	2,08	1,81	1,57	1,24	0,92
	Витамин С, мг на 100 г	24,10	22,87	21,94	21,01	20,77	20,14	19,12
Пушкинский	Сухие вещества, %	18,50	18,59	18,61	18,74	18,78	18,84	18,87
	Общий сахар, %	5,81	5,54	5,34	5,29	5,07	4,98	4,21
	Кислотность, %	2,99	3,24	3,39	3,51	3,75	3,87	4,09
	Пектиновые вещ., %	2,49	2,27	2,18	2,08	1,93	1,72	1,47
	Витамин С, мг на 100 г	54,30	49,83	47,92	45,24	43,83	42,11	39,31

Таблица 3

Изменение физико-химических показателей плодов ягод крыжовника при хранении минус 18 °С

Сорт	Показатель	Срок хранения, месяцев						
		0	1	2	3	4	5	6
Русский	Сухие вещ., %	20,50	20,74	20,69	21,01	21,12	21,32	21,20
	Общий сахар, %	8,30	8,26	8,22	8,05	7,85	7,72	7,65
	Кислотность, %	1,91	2,07	2,10	2,13	2,18	2,24	2,31
	Пектиновые вещ., %	2,30	2,25	2,16	2,08	2,02	1,98	1,97
	Витамин С, мг на 100 г	24,10	23,48	23,04	22,82	22,61	22,35	22,29
Пушкинский	Сухие вещ., %	18,5	18,97	19,02	19,25	19,38	19,51	19,65
	Общий сахар, %	5,81	5,70	5,51	5,34	5,21	5,14	5,02
	Кислотность, %	2,99	3,14	3,21	3,25	3,29	3,30	3,31
	Пектиновые вещ., %	2,49	2,36	2,35	2,34	2,32	2,30	2,29
	Витамин С, мг на 100 г	54,30	50,63	50,02	49,72	48,78	48,34	47,93

Биологические особенности сорта в первую очередь влияют на способность плодов к хранению. Поэтому при организации хранения следует учитывать лежкоспособность плодов. Из анализа результатов (табл. 2, 3) следует, что наиболее щадящим условием хранения плодов ягод крыжовника является температура минус 18 °С, так как при данном условии обеспечивается максимальная сохранность качества сырья для получения полуфабриката – пюре.

Дальнейшее наблюдение за изменением физико-химических показателей замороженных плодов проводили при температуре хранения минус 18 °С в течение 6 месяцев. При замораживании происходит превращение воды с образованием мелких кристаллов льда как в межклеточном пространстве, так и в самих клетках, поэтому при замораживании форма плодов и их внешний вид сохраняются лучше.

Содержание сухих веществ представлены на рисунке 2, из которого видно, что в замороженных плодах ягод крыжовника при температуре хранения минус 18° С этот показатель практически не меняется и варьируется пределах от 18,5 до 21,20 %. При этом внешний вид и форма плодов существенно не менялись на протяжении 6 месяцев.

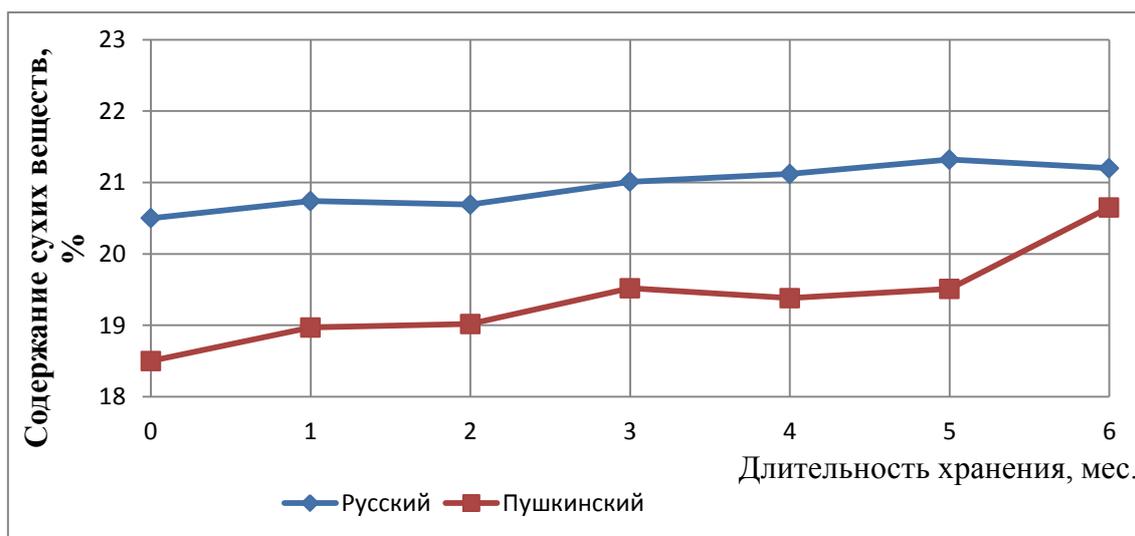


Рис. 2. Содержание сухих веществ при хранении 6 месяцев

Наряду с содержанием сухих веществ содержание сахаров является важнейшим показателем для оценки технологических свойств плодов при переработке их в крыжовенное пюре.

Изменение содержания общего сахара и титруемой кислотности в замороженных плодах представлено на рисунках 3, 4.

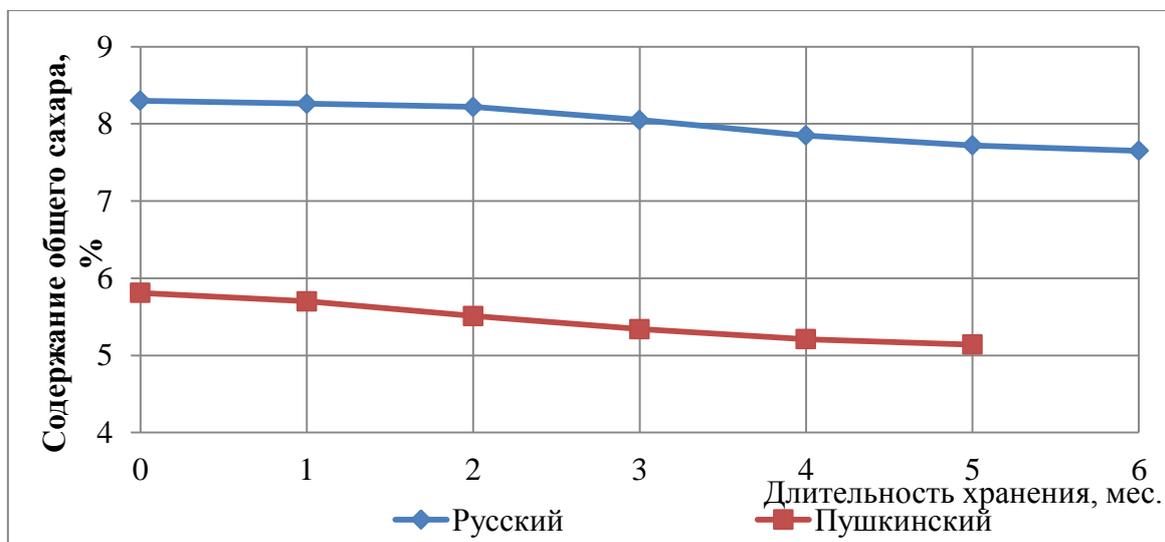


Рис. 3. Изменение общего сахара в процессе хранения

При хранении при отрицательных температурах в течение 6 месяцев содержание общего сахара в плодах сорта Русский снизилось с 8,30 до 7,16 %, крыжовника сорта Пушкинский с 5,81 до 5,02 %. При этом потери составили в среднем по двум сортам 2,03 % от первоначального содержания.

В процессе хранения под воздействием тканевых ферментов происходят необратимые, гидролитические процессы, которые приводят к снижению общего сахара и нарастанию титруемой кислотности в замороженных плодах.

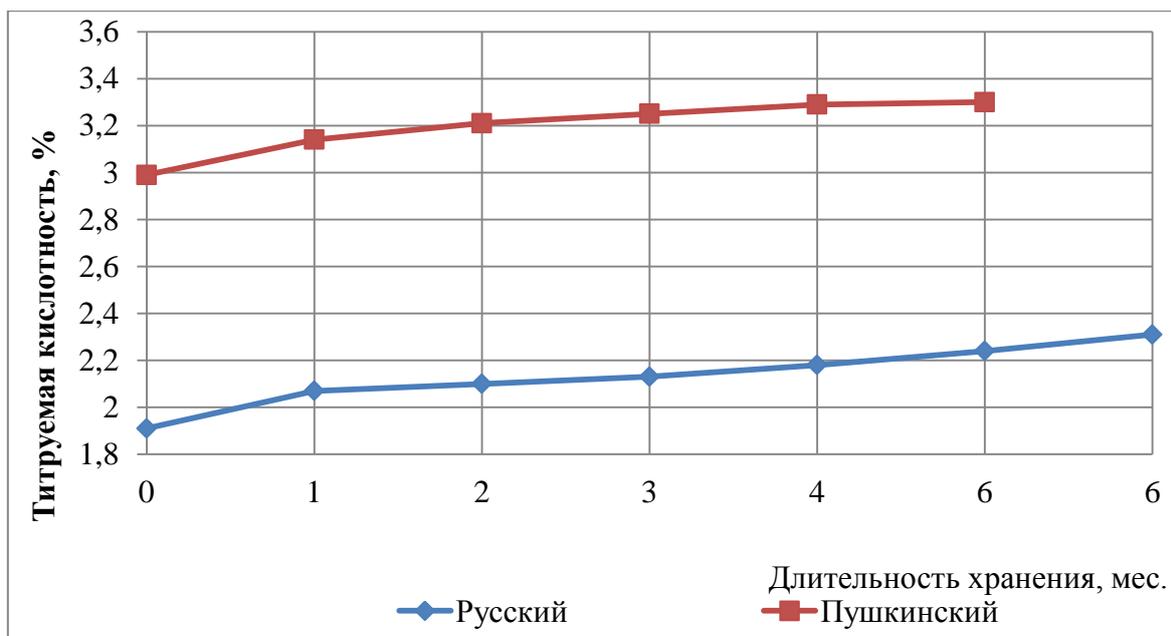


Рис. 4. Изменение титруемой кислотности при хранении минус 18° С

Как показали исследования, в замороженных плодах крыжовника содержание пектиновых веществ (табл. 2) в течение 6 месяцев хранения при температуре минус 18 °С уменьшается на 12 % для сорта крыжовник Пушкинский, 19 % для сорта Русский.

Таблица 4

Содержание пектиновых веществ в замороженных плодах ягод крыжовника

Сорт	Срок хранения, месяцев					
	0	2	3	4	5	6
Русский	2,31	2,24	2,09	1,97	1,91	1,87
Пушкинский	2,49	2,36	2,34	2,29	2,24	2,18

Очевидно, в процессе хранения в замороженных плодах происходит гидролиз пектиновых веществ под действием собственных кислот и ферментов, накапливаются фрагменты с меньшей молекулярной массой и, соответственно, меньшей желеобразующей способностью.

Заключение. Установлено, что в процессе хранения в плодах ягод крыжовника происходит некоторое увеличение кислотности, однако это не снижает товарного достоинства. Сочетание кислотности и сахаров технологически выгодно при производстве изделий с желатинной структурой.

Установлено, что химический состав замороженных ягод крыжовника не ухудшается по сравнению со свежими ягодами при температуре хранения минус 18 °С.

Литература

1. Бархотов В.Ю., Клещунова Г.А., Юрченко Н.В. Изменение пектиновых веществ при хранении сульфитированных выжимок // Пищевая технология. – 2009. – № 5. – С. 137–139.
2. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры. – Л.: Колос, 2010. – С. 261–322.
3. Зотова З.А., Иноземцев В.В. Крыжовник в саду. – Л.: Лениздат, 2000. – С. 141.
4. Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А., Сорокопудова О.А. Крыжовник в Сибири. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 2012. – С. 98.
5. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28561-90>.
6. Совершенствование способов быстрого замораживания ягод в системе холодильной цепи поле – потребитель / Н.С. Шишкина, М.Л. Лежнева, О.В. Карастоянова [и др.] // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 1999. – № 6. – С. 22–23.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.9

О.А. Власенко, А.Т. Аветисян

ЗАПАСЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА В АГРОЦЕНОЗАХ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В ходе проведенных исследований в УНПК «Борский» Красноярского ГАУ выявлено, что средние запасы фитомассы в агроценозах многолетних бобовых трав составляли 3,5–4,9 т/га, запасы живых корней – 4,2–6,3 т/га. Запасы надземной мортмассы были 3,5–7,6 т/га, подземной – 7,8–10,7 т/га.

Ключевые слова: запасы растительного вещества, фитомасса, мортмасса, козлятник восточный, эспарцет песчаный, люцерна гибридная, агроценозы, многолетние травы.

О.А. Vlasenko, A.T. Avetisyan

THE VEGETABLE MATTER STOCKS IN THE AGRO-ECOSYSTEMS OF PERENNIAL FORAGE GRASSES IN THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE

In the course of the conducted research in the educational-scientific-production complex ESPC “Borskiy” of the Krasnoyarsk state agrarian university it is revealed that the average phyto-mass stock of the perennial legumes was 3,5–4,9 t/ha, the stock of live roots was 4,2–6,3 t/ha in the agro-ecosystems. The stocks of the overground mortmass were 3,5 – 7,6 t/ha, the underground – 7,8 – 10,7 t/ha.

Key words: stocks of vegetable matter, phyto-mass, mortmass, eastern Galega, sandy sainfoin, hybrid alfalfa, agro-ecosystems, perennial grasses.

Введение. Сохранность и воспроизводство плодородия почв во многом определяются балансом органического вещества в экосистемах. В современных социально-экономических условиях возник дисбаланс органического вещества в почвах многих агроэкосистем, когда вынос органики вместе с продукцией и эмиссия углекислого газа в процессах минерализации преобладают над поступлением растительных остатков в почву и их гумификацией [7, 9]. В сложившейся ситуации внедрение в структуру севооборотов посевов высокопродуктивных многолетних трав позволяет компенсировать потери органических веществ из почв [4, 5]. В связи с этим количественные оценки запасов надземного и подземного растительного вещества в агроценозах многолетних кормовых трав являются своевременными и актуальными, именно это и стало **целью** наших исследований.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились с 2009 по 2012 год. В качестве объектов были выбраны агроценозы многолетних кормовых бобовых трав на комплексе черноземов выщелоченных и обыкновенных тяжелосуглинистых в пределах северной части Красноярской лесостепи (56° 76' с.ш.) в землепользовании УНПК «Борский» Красноярского ГАУ.

Пробная площадь №1 – агроценоз козлятника восточного 7–10-летнего возраста сорта Горно-алтайский 87 (опытное поле Красноярского ГАУ). Козлятник восточный на территории Красноярской лесостепи возделывается ограниченно, только в научных целях, и считается здесь малораспространенной кормовой культурой. Однако он обладает высокой урожайностью (до 400 и более ц/га зеленой массы за два укоса) и сохраняет ее на протяжении 10–12 лет жизни, кроме этого, обладает мощной и разветвленной корневой системой, имеет множество корнеотпрысков [1, 4]. Пробная площадь № 2 – агроценоз эспарцета песчаного 2–4-летнего возраста сорта Песчаный 1 (производственный участок УНПК «Борский»). Эта культура также мало распространена на территории Красноярской лесостепи. Достоинством эспарцета считается его неприхотливость к почвенным условиям, засухоустойчивость и морозостойкость. Высокую урожайность (до 250 ц/га зеленой массы за один укос) он сохраняет на протяжении 5–7 лет жизни. Пробная площадь № 3 – агроценоз люцерны гибридной 2–3-летнего возраста сорта Метеор (опытное поле Красноярского ГАУ). Люцерна гибридная – одна из самых распространенных кормовых культур на территории Красноярского края, она неприхотлива к внешним условиям, не требует больших затрат на предпосевную подготовку почвы, средняя урожайность зеленой массы за два укоса составляет от 120 до 220 ц/га и сохраняется на протяжении 4–5 лет жизни. Пробная площадь № 4 – агроценоз клевера лугового 2–3-летнего возраста сорта СибНИИК 10 (опытное поле Красноярского ГАУ). Клевер луговой также является распространенной культурой на территории Красноярской лесостепи, обладает холодостойкостью, но достаточно требователен к влаге и содержанию элементов питания в почве. Урожайность клевера составляет от 100 до 180 ц/га зеленой массы за один укос, такая продуктивность сохраняется от 2 до 4 лет [1].

Почвы выбранных участков исследований характеризовались схожими агрохимическими свойствами. Изученные черноземы имеют среднемощный и мощный гумусовый горизонт, среднее содержание гумуса – 4,7–5,8 %, распределение гумуса по профилю почвы постепенно убывающее. Емкость катионного обмена в гумусовом горизонте высокая и очень высокая – от 32 до 48 мг-экв/100 г почвы. Реакция среды варьирует от близкой к нейтральной в верхней части профиля, до слабощелочной в материнской породе.

Учет надземного растительного вещества проводили методом укосов, подземного – методом монолитов в 6-кратной повторности [2]. В структуре надземного растительного вещества выделяли фитомассу культуры (G), фитомассу сорняков (Wd), ветошь (D) и подстилку (L). Одновременно учитывали подземное растительное вещество до глубины 20 см. Его фракционировали на живые корни (R), мертвые корни (V), крупную мортмассу >0,5 мм (St), мелкую мортмассу <0,5 мм (Rem). Фракции растительного вещества доводили до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Отбор проб осуществлялся один раз в месяц – с мая по сентябрь в период с 2009 по 2012 г. Погодно-климатические условия периода вегетации с 2009 по 2011 год можно охарактеризовать как благоприятные (ГТК = 1,1–1,3), а вегетационный период 2012 года был более засушливый и жаркий (ГТК = 0,8) по сравнению со среднемноголетними показателями в Красноярской лесостепи.

Результаты и их обсуждение. Средние запасы фитомассы многолетних бобовых трав постепенно увеличивались с возрастом (табл.); так, запасы фитомассы клевера и люцерны в первый год вегетации составляли около 3,6 т/га, запасы эспарцета второго года жизни и козлятника шестилетнего возраста были 3,3 т/га. Далее запасы фитомассы люцерны и клевера двухлетнего возраста и эспарцета четырехлетнего возраста составили уже 4,0–4,2 т/га, запасы фитомассы козлятника – 4,9 т/га сухого вещества. При этом козлятник и люцерна формировали эти запасы за два укоса, клевер и эспарцет – за один укос. Запасы фитомассы сорняков в посевах изученных многолетних трав были невелики и постепенно снижались с возрастом агроценозов от 0,99 до 0,26 т/га, это объясняется тем, что многолетние бобовые травы хорошо вытесняют сорную растительность уже со второго–третьего года жизни [4, 5].

Пожелтевшие листья, отмирающие стебли и побеги, сохранившие связь с растением, мы относим к ветоши [2]. Формирование запасов ветоши – это естественный процесс, связанный с жизненным циклом растений, как правило, с увеличением запасов фитомассы увеличиваются и запасы ветоши. В изученных агроценозах с возрастом они увеличивались от 0,2–0,7 до 0,8–1,8 т/га.

Отмирание надземных органов растений может быть связано и с погодными условиями. В жаркий и засушливый вегетационный сезон 2012 г. обнаружены максимальные запасы ветоши у эспарцета и козлятника 1,8–1,3 т/га соответственно.

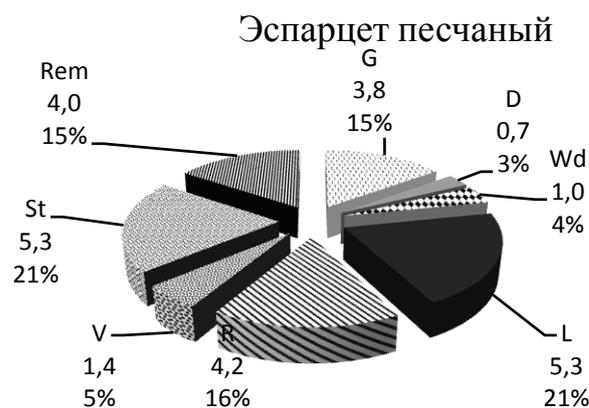
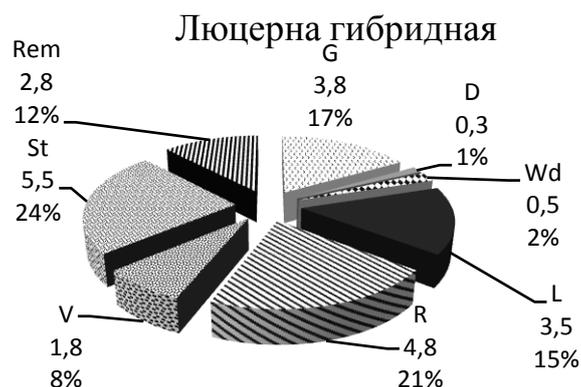
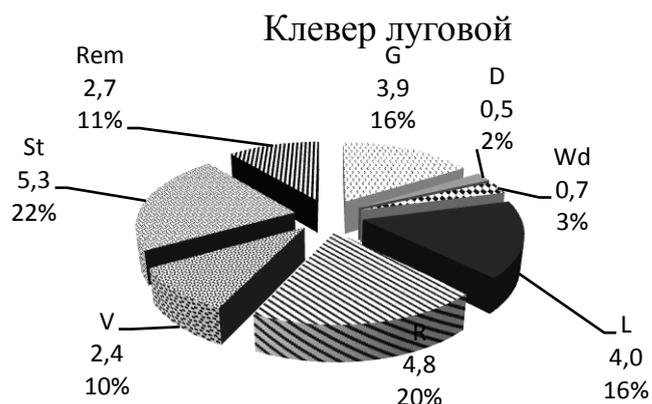
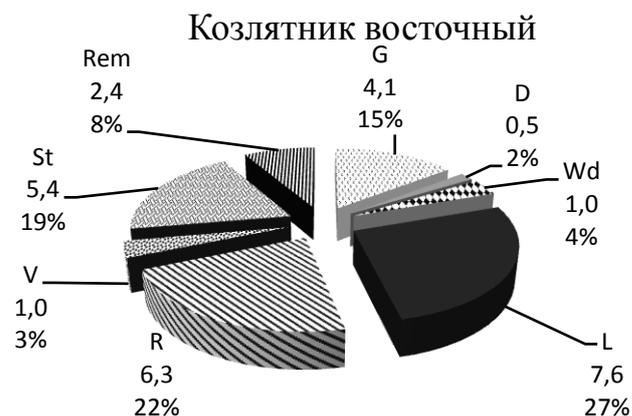
Опавшие на поверхность почвы растительные остатки образуют подстилку, запасы которой также увеличиваются со временем. В агроценозе козлятника 7- и 10-летнего возраста они составляли от 7,3 до 9,6 т/га соответственно. В агроценозе эспарцета запасы подстилки были от 4,9 до 5,7 т/га, в агроценозе клевера и люцерны 3–4 т/га. Подстилка выполняет очень важную роль в агроценозах многолетних трав. Накапливаясь на поверхности почвы, она предохраняет ее от иссушения, резких перепадов температур, тем самым сохраняет оптимальный тепловой и водно-воздушный режимы. В результате создаются благоприятные условия для жизни почвенных микроорганизмов, что способствует разложению ежегодно поступающих в почву растительных остатков и пополнению минеральных и органических веществ почвы [3].

В подземной части изученных агроценозов преобладают запасы мортмассы. Совокупность запасов мертвых корней, крупной и мелкой мортмассы в агроценозе козлятника 7- и 10-летнего возраста была примерно на одном уровне и составляла 8,5–8,9 т/га, в агроценозе эспарцета двухлетнего возраста запас подземной мортмассы был 10 т/га, к четырехлетнему возрасту он увеличился до 11 т/га. В агроценозе клевера и люцерны средний запас мортмассы в почве оказался 10 т/га.

Запасы растительного вещества в агроценозах многолетних бобовых трав, т/га сухого вещества (в среднем за вегетацию)

Возраст культуры, лет	Год	Надземное растительное вещество				Подземное растительное вещество			
		Фитомасса		Ветошь	Подстилка	Корни		Морт-масса	
		культуры	сорняков			живые	мертвые	>0,5 мм	<0,5 мм
		G	Wd	D	L	R	V	St	Rem
Козлятник восточный									
7	2009	3,29	0,99	0,82	7,22	7,37	0,46	3,88	1,19
8	2010	3,74	0,53	0,68	9,52	5,72	0,96	5,65	1,95
9	2011	4,42	0,59	1,18	9,60	8,72	0,67	5,23	2,56
10	2012	4,94	0,27	1,29	7,30	6,02	1,44	5,52	2,45
Эспарцет песчаный									
2	2010	3,34	0,86	0,68	4,87	4,35	0,97	4,77	3,59
3	2011	3,98	0,76	0,64	5,29	4,18	1,45	5,31	4,07
4	2012	4,21	0,57	1,79	5,74	4,07	1,65	5,84	4,35
Клевер луговой									
1	2010	3,60	0,63	0,34	3,92	4,58	2,61	5,19	2,65
2	2011	4,20	0,34	1,00	4,07	4,92	2,09	5,48	2,72
Люцерна гибридная									
1	2010	3,58	0,37	0,24	3,18	4,62	1,74	5,29	2,37
2	2011	4,02	0,26	0,73	3,75	4,88	1,83	5,64	3,19

Среди всех запасов растительных остатков в почве особый интерес представляет запас мелкой мортмассы (Rem < 0,5 мм), эта фракция растительного вещества частично гумифицирована, мы относим ее к лабильному органическому веществу почвы [7, 9]. Как известно, запасы лабильного органического вещества оказывают существенное влияние на уровень плодородия почвы, это основной источник пищи для гетеротрофных микроорганизмов, источник гумусовых веществ [3, 7, 9, 10].



Структура запасов растительного вещества, т/га сухого вещества (в среднем 2009–2012 гг.) и в % от общих запасов: G – фитомасса культуры; Wd – фитомасса сорняков; D – ветошь; L – подстилка; V – мертвые корни; St – крупная мортмасса >0,5 мм; Rem – мелкая мортмасса < 0,5 мм

В наших опытах запас мелкой мортмассы в почве при возделывании эспарцета был наибольшим и составил 3,6–4,4 т/га, ко второму году возделывания люцерны и клевера он был 3,2–2,7 т/га соответственно. При 7–10-летнем возделывании козлятника запасы мелкой мортмассы в почве были наименьшими – около 1,2–2,5 т/га. Возможно, с увеличением возраста агроценозов часть мелкой мортмассы переходит в состав гумусовых веществ, другая ее часть минерализуется.

Если рассмотреть структуру запасов растительного вещества в агроценозах многолетних бобовых трав в среднем за весь период наблюдений (см. рис.), то можно заметить, что в надземной части агроценозов преобладала подстилка и фитомасса. При этом доля запасов фитомассы во всех агроценозах составила 15–17 % от всего запаса растительного вещества. Доля запасов подстилки увеличивалась с возрастом от 15–16 % у клевера и люцерны до 21–27 % у козлятника и эспарцета. Это объясняется тем, что фитомасса ежегодно отчуждается, а подстилка накапливается на поверхности почвы.

В подземной части агроценозов в структуре растительного вещества преобладала крупная мортмасса, ее доля составила 19–24 %. Доля живых корней составила 16–22 % от всех запасов растительного вещества. Корни бобовых трав имеют важное значение для почвы, они обогащают ее доступным азотом, улучшают структурное состояние и биологическую активность [6, 8].

Выводы

1. Средние запасы фитомассы в агроценозах многолетних бобовых трав были от 3,5 до 4,9 т/га и составили 15–17 % от всего запаса растительного вещества.

2. В надземной части агроценозов преобладали запасы подстилки, в агроценозе клевера и люцерны они составили 3,5–4,0 т/га, или 15–16 %, в агроценозе эспарцета и козлятника запас подстилки достигал 5,3–7,6 т/га, или 21–27 % от всех запасов растительного вещества.

3. В подземной части агроценозов преобладала мортмасса. Запасы крупной мортмассы были около 5,3–5,5 т/га, или 19–24 % от всего растительного вещества. Запасы мелкой мортмассы в агроценозе эспарцета были 4,0 т/га (15%); в агроценозе люцерны – 2,8 т/га (12%); в агроценозе клевера 2,7 т/га (11%); в агроценозе козлятника – 2,4 т/га (8%).

4. Запасы живых корней в слое почвы 0–20 см были наибольшими в агроценозе козлятника – 6,3 т/га, или 22 % от всего запаса растительного вещества. В агроценозах эспарцета, клевера и люцерны запасы живых корней составили 4,2–4,8 т/га, или 16–21%.

На основе проведенных исследований считаем возможным рекомендовать для производства увеличение посевных площадей козлятника восточного и эспарцета песчаного и сохранить в структуре кормовых севооборотов клевер луговой и люцерну гибридную с целью получения высокоурожайных качественных кормов и воспроизводства плодородия почв.

Литература

1. Аветисян А.Т. Продуктивность бобовых многолетних трав и свербиги восточной (*Buniasorientalis* L.) в Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 7. – С. 81–86.
2. Методы изучения биологического круговорота в разных природных зонах. / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова [и др.]. – М.: Мысль, 1978. – 182 с.
3. Власенко О.А. Продукционно-деструкционные процессы в экосистемах Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2005. – 19 с.
4. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в Западной Сибири: рекомендации / РАСХН, Сиб. отд-ние, СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2000. – 32 с.
5. Егорова Г.С., Петрунина Л.В. Многолетние травы как восстановители почвенного плодородия и основа кормопроизводства // Плодородие. 2008. – № 6. – С. 38–39.
6. Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.

7. Титлянова А.А., Чупрова В.В. Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 211–219.
8. Подземные органы растений в травяных экосистемах / А.А. Титлянова, Н.П. Косых, Н.П. Мироньчева-Токарева [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1996. – 128 с.
9. Чупрова В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири // Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 204–214.
10. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири / И.Н. Шарков, Л.М. Самохвалова, П.В. Мишина [и др.] // Почвоведение. – 2014. – № 4. – С. 473–479.



УДК 634.711:631.524.84:631.526.32(470.32)

Т.В. Жидёхина

ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОРТИМЕНТ МАЛИНЫ И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В ЧЕРНОЗЕМЬЕ

В статье приведена хозяйственно-биологическая оценка районированных сортов малины при интродукции их в Центрально-Черноземный регион. Установлена возможность расширения сортимента за счет возделывания сортов Беглянка, Вольница, Гусар.

Ключевые слова: малина, сорт, побег, средняя масса ягоды, урожай.

T.V. Zhidyokhina

INDUSTRIAL ASSORTMENT OF RASPBERRY AND ITS PRODUCTIVITY IN THE BLACK-EARTH REGION

The economic and biological assessment of the recognized varieties of raspberry in their introduction into the Central Black-Earth region is given in the article. The possibility of assortment enlargement by cultivation of the varieties: "Beglyanka", "Wolnitsa", "Gusar" is established.

Key words: raspberry, variety, shoot, the average weight of berries, yield.

Введение. Малина – ценная ягодная культура, широко распространенная на территории Российской Федерации. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве [1], зарегистрировано 78 сортов малины, в том числе 61 – летнего срока созревания. Для различных регионов, с разнообразными почвенно-климатическими условиями, подобран собственный набор сортов, который насчитывает от 7 в Нижневолжском и Дальневосточном до 24 культиваров – в Центральном. Несмотря на значительные успехи отечественных селекционеров, с начала XXI века включено в Госреестр 42 новых сорта малины, основу промышленного летнего сортимента в Центральном Черноземье составляют генотипы, в большинстве своем районированные в 70–90-х годах прошлого столетия, – Бальзам, Бригантина, Вера, Любетовская, Метеор, Новость Кузьмина, Ранний сюрприз, Скрамница и Шахзада. Сорт Новость Кузьмина уже 68 лет ценится за великолепные вкусовые качества ягод и высокий адаптивный потенциал [2].

Цель работы. Сравнительная хозяйственно-биологическая оценка включенных в Госреестр некоторых сортов малины, интродуцированных в экологические условия Центрального Черноземья.

Задачи исследований. Изучить биологические особенности интродуцированных сортов малины по формированию морфоструктурных компонентов продуктивности; расширить сортимент малины летнего срока созревания для возделывания в ЦЧЗ.

Исследования выполняли в 1992–2014 годах на селекционно-опытных насаждениях малины, в отделе ягодных культур ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина».

Объекты исследований. Использовали растения 19 допущенных к использованию в производстве сортов малины летнего срока плодоношения, большинство из которых (57,9%) получены на базе Кокинского опорного пункта ВСТИСП (табл. 1).

Таблица 1

Краткая характеристика исследуемых сортов малины, по данным оригинаторов [2]

Сорт	Учреждение-оригинатор*	Год включения в реестр	Срок созревания ягод**	Средняя масса ягоды, г	Урожай, т/га
Амурская	6769	1988	СП	3,4	6-7
Бальзам	164	1993	С	2,7-3,5	7-9
Барнаульская	3	1961	СР	1,9-3,5	4-5
Беглянка	164	2009	Р	3,0-3,5	6-7
Бригантина	164	1997	П	3,2-3,8	6-7
Вера	3	1989	Р	2,6-3,3	7-8
Вольница	164	2007	С	3,2-4,5	9-11
Гусар	164	1999	С	3,2-4,4	7-9
Журавлик	164	2001	С	2,7-3,5	8-9
Метеор	164	1993	Р	2,7-3,0	6-8
Новость Кузьмина	164, 65	1947	Р	1,8-2,7	6-7
Ранний сюрприз	6856	1979	Р	2,5-3,5	6-8
Самарская плотная	6856	1986	С	3,0-3,5	9-10
Скромница	164	1992	С	3,0-3,5	10-12
Солнышко	164	1992	Р	3,5-4,0	9-10
Спутница	164	1993	С	2,7-3,5	7-8
Теньковская ранняя	299	1974	Р	3,0	9-10
Челябинская крупноплодная	260	1965	П	2,3-2,6	7-9
Шахзада	249	2015	С	3,8-6,1	8-11

* 3 – НИИСС им. М.А. Лисавенко; 65 – ФГУП «Котласское»; 164 – ВСТИСП; 249 – ВНИИС им. И.В. Мичурина; 260 – ЮУНИИПОК; 299 – Татарский НИИСХ; 6769 – ЗАО «Амурплодсемпром»; 6856 – НИИ садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»; ** Р – ранний; С – средний; СР – среднеранний; СП – среднепоздний; П – поздний срок созревания ягод.

Оценку морфоструктурных компонентов продуктивности у сортов малины проводили, опираясь на «Программу и методику сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [3]. Математическую обработку данных выполняли по «Методике полевого опыта» [4] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Сортоизучение малины во ВНИИС им. И.В. Мичурина проводится с 1933 года [5]. За прошедший период было изучено более 350 сортообразцов малины. Фенотипическая оценка слагаемых потенциальной продуктивности (количество продуктивных побегов, плодовых веточек (латералов) на побеге, ягод на плодовой веточке, средней массы ягоды) у сортов малины выявила наличие существенных различий по этим показателям. Так, исследуемые нами сорта малины в 3,5 раза различаются по средней массе ягоды; в 2,3 раза – по количеству латералов на побеге и ягод на латерале; в 1,6 раза – по побегообразовательной способности (табл. 2).

Таблица 2

Слагаемые потенциальной продуктивности у сортов малины, в среднем за 1992–2014 гг.

Сорт	Количество плодonoсящих побегов на кусте, шт.	Высота побега, м	Количество, шт.		Созрело ягод от цветков, %	Средняя масса ягоды, г
			латералов на побеге	ягод на латерале		
Амурчанка	12	1,4	17	6	65,3	2,1
Бальзам	15	1,3	13	5	71,2	2,2
Барнаульская	13	1,5	18	5	61,8	1,1
Беглянка	15	1,9	22	8	81,9	2,0
Бригантина	13	1,4	12	5	78,3	1,6
Вера	14	1,1	18	7	85,4	1,9
Вольница	13	1,6	23	8	93,8	3,1
Гусар	19	1,9	26	9	79,7	2,3
Журавлик	14	1,5	19	7	90,5	1,9
Метеор	14	1,6	23	7	87,7	2,2
Новость Кузьмина (к)	16	1,4	18	6	77,5	1,9
Ранний сюрприз	14	1,2	22	4	49,0	1,3
Самарская плотная	15	1,7	21	5	80,8	1,5
Скромница	20	1,6	27	7	75,6	1,5
Солнышко	12	1,3	16	6	83,2	1,9
Спутница	14	1,4	20	6	73,5	1,5
Теньковская ранняя	14	1,4	17	6	83,3	1,3
Челябинская крупноплодная	15	1,4	15	6	66,0	1,5
Шахразада	18	1,5	19	7	81,6	3,9
НСР ₀₅	2,7	0,2	2,4	0,4	3,5	0,3

Побегообразовательная способность растений малины является сортовым признаком, но также зависит от типа и плодородия почвы, влагообеспеченности и погодных условий. На черноземных почвах при нестабильных погодных условиях высокой побегообразовательной способностью характеризуются сорта Новость Кузьмина (контроль), Шахразада, Гусар и Скромница. Существенно превосходят контрольный сорт по величине данного показателя – Гусар и Скромница.

У малины все почки на побеге потенциально плодовые, и при оптимальных условиях в каждом узле формируется плодовая веточка. Однако на практике из значительного количества почек в нижней части побега латералы не развиваются, что связано с явлением апикального доминирования. На степень проявления признака большое влияние оказывает загущенность насаждений, их световой режим и уровень накопления грибной инфекции. Существенно превосходят контрольный сорт по количеству латералов на побеге – Журавлик, Шахразада, Спутница, Самарская плотная, Беглянка, Ранний сюрприз, Вольница, Метеор, Гусар и Скромница. Установлено наличие средней положительной корреляции между высотой побега и количеством латералов на нем: $r = 0,6$.

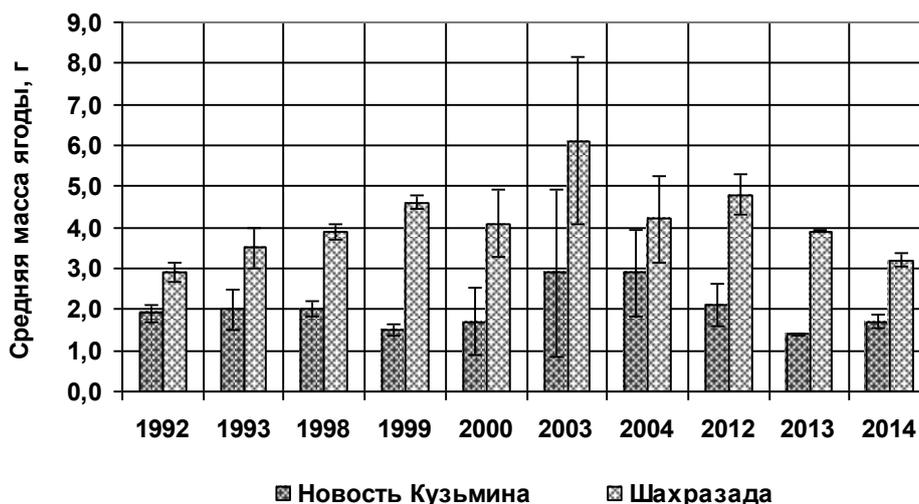
В среднем за годы исследований в условиях Центрального Черноземья по количеству ягод в расчете на один латерал выделились сорта – Вера, Журавлик, Метеор, Скромница, Шахразада, Беглянка, Вольница и Гусар. Выявлено наличие средней положительной корреляции между количеством латералов на побеге и количеством ягод на латерале: $r = 0,6$.

Созревание ягод у малины происходит неравномерно, так как связано с растянутым периодом цветения. Одним из приоритетных направлений селекции является синтез сортов с дружным созреванием ягод. В нестабильных погодных условиях Черноземья высокой отдачей урожая характеризуются сорта – Шахразада, Беглянка, Солнышко, Теньковская ранняя, Вера, Метеор, Журавлик и Вольница.

Самым существенным признаком из всех морфоструктурных компонентов продуктивности является средняя масса ягоды, от величины которой зависят величина и качество урожая. Из литературных источников известно о наличии непрерывной изменчивости элементов, составляющих массу ягоды у малины (число костянок, масса костянки) [6]. Величина проявления этих показателей зависит от биологических особенностей сорта и от внешних условий среды. Установлено, что при интродукции в Черноземье у исследуемых сортов малины средняя масса ягоды в основном была ниже, чем заявленная оригинаторами, за исключением Новость Кузьмина и Шахразада. Минимальное снижение показателя отмечено у сортов Вольница (3,1%), Бальзам и Метеор (18,5). Существенно снижалась величина средней массы ягоды у сортов Бригантина, Самарская плотная, Скромница (50,0) и Теньковская ранняя (56,7%). В среднем за годы исследований крупноплодностью характеризовались только два сорта – Вольница и Шахразада.

Математический анализ данных выявил наличие положительной корреляции между величиной средней массы ягоды и суммой осадков в мае, которая колебалась от 0,4 (Гусар, Журавлик) до 0,9 (Амурская, Скромница, Спутница), и в июне – от 0,4 (Бальзам, Гусар, Шахразада) до 0,9 (Амурская, Беглянка, Спутница). В среднем за сезон (май-август) зависимость между этими показателями была довольно тесной и колебалась от 0,5 (Бальзам, Метеор) до 0,9 (Амурская, Спутница).

Создание крупноплодных сортов малины является довольно сложной, но решаемой задачей селекции. Выявлено, что сорта, полученные в восьмидесятых – двухтысячных годах, на 31,7 % превосходят по величине средней массы ягоды сортимент, созданный в шестидесятых – семидесятых годах XX века. А сорта XXI века превосходят их в среднем на 92,3 %. Так, независимо от погодных условий, один из наиболее крупноплодных сортов Шахразада превышал контрольный сорт по средней массе ягоды на 46,7 % (2004 г.) – 206,6% (1999 г.) (рис.).



Сравнительная характеристика нового сорта малины Шахразада и старинного Новость Кузьмина по величине средней массы ягоды за некоторые годы исследований

Интегральным показателем ценности сорта малины является его продуктивность [7]. Установлено, что в среднем за годы исследований к категории урожайных можно отнести сорт малины Шахразада, а среднеурожайных – Гусар, Метеор и Беглянка. Остальные сорта при возделывании на богаре имели среднюю урожайность за ряд лет ниже 6 тонн ягод с гектара.

Заключение. В результате многолетней комплексной оценки интродуцированных районированных сортов малины подтверждена экономическая целесообразность возделывания в условиях Центрального Черноземья следующих генотипов: Бальзам, Бригантина, Метеор, Новость Кузьмина, Скромница и Шахразада. Установлена перспективность использования в производстве сортов – Беглянка, Вольница и Гусар.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию / ФГБУ «Госсорткомиссия». – М., 2015. – 468 с.
2. Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры. Помология / под ред. Е.Н. Седова, Л.А. Грюнер. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2014. – Т. V. – 592 с.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Жидехина Т.В. Совершенствование сортимента малины в условиях Тамбовской области // Достижения, перспективы и направления развития садоводства и питомниководства в Российской Федерации: мат-лы науч.-практ. конф. (3–4 сентября 2011 г.). – Мичуринск-научоград РФ, 2011. – С. 131–138.
6. Fijer S.O. Inheritance of yield, yield components and fall fruiting habit in red raspberry oliallel crosses // Canadian J. Genetics and Cytology. – V.19. – № 1. – 1977. – P. 1–13.
7. Казаков И.В., Евдокименко С.Н., Кулагина В.Л. Малина // Ягодные культуры в Центральном регионе России: кн. / Брянская ГСХА. – Брянск, 2009. – С. 61–119.



УДК 574.34

И.В. Горбунов

ИЗУЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОЦЕССА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНО-АРАХЛЕЙСКОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Изучено общее состояние растительности, жизненное состояние древесных насаждений, биологические особенности входящих в насаждения растений в связи с антропогенным воздействием прошлых лет и за период наблюдений. Получены новые результаты исследований биологического разнообразия растений на исследуемой территории.

Ключевые слова: лесные сообщества, пробная площадь, возобновление, пожары, структура древостоя, флористический состав, жизненное состояние.

I.V. Gorbunov

THE STUDY OF THE VITAL CONDITION AND THE RENEWAL PROCESS OF THE LARCH FORESTS AFTER FIRES IN THE TERRITORY OF IVANO-ARAKHLEISK NATURAL PARK (EASTERN TRANSBAIKALIA)

The general vegetation condition, the vital condition of the tree plantings, the biological peculiarities of plants included into plantings in connection with the anthropogenic impacts of the previous years and during the observation period are studied. The new research results on the biological diversity of plants in the studied area are received.

Key words: forest communities, trial area, renewal, fires, forest stand structure, floristic composition, vital condition.

Введение. На крайней восточной периферии Байкальского бассейна (южная часть Витимского плоскогорья) в начале 90-х годов XX века был создан Ивано-Арахлейский заказник местного значения. Позднее, когда статус заказника был приведен в соответствие с Федеральным законом

«Об особо охраняемых природных территориях», в 1995 году он стал именоваться «Ивано-Арахлейский государственный природный ландшафтный заказник регионального значения». С 2014 года данная ООПТ получила статус природного парка.

Парк расположен в тектонической впадине забайкальского типа (Беклемишевская котловина) на абсолютных высотах от 942 до 1445 метров над уровнем моря. Разность высот понижений и водоразделов достигает 300–500 метров: относительные высоты в среднем составляют 320 метров, а максимальная от уреза воды оз. Иргень (946 м) до одной из вершин Осинового хребта – горы Ундыген-Синяя (1445 м) – 499 метров.

Площадь Ивано-Арахлейского природного парка составляет 210000 га. Границы проходят по водоразделам хребтов Осинный (отроги хребта Цаган-Хуртэй) и Яблонный.

Для большей части рассматриваемой территории характерен среднегорный и плоскогорный рельеф с плавными очертаниями водораздельных гребней и куполообразными вершинами, с неглубокими долинами и густой сетью падей и распадков.

Лесная растительность покрывает здесь более 40 % территории. Преобладающее положение занимают гмелинолиственничные леса (из лиственницы Гмелина – *Larix gmelinii*) [9, с. 78], небольшие по площади территории заняты сосновыми лесами (из сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris*) [9, с. 80], и совсем незначительно представлены березовые (из березы плосколистной – *Betula pendula*) [10, с. 63] и еловые леса (из ели сибирской – *Picea obovata*) [9, с. 76]. Особенностью растительного покрова является крайне редкая встречаемость однодомных березовых, сосновых и еловых лесов, почти для всех них характерна примесь лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii*).

Резко континентальный климат района, мерзлотные почвы, умеренная влажность способствуют распространению лиственничных лесов преимущественно из лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii*). Эти леса занимают около 50 % территории. Лиственничные леса, произрастающие на рассматриваемой территории, различаются по доминирующим видам подлеска и травостоя. Наиболее широко распространены лиственничники рододендроновые, ерниковые, брусничные, багульниковые.

Территория Ивано-Арахлейского природного парка отличается значительной степенью биоразнообразия. Флора сосудистых наземных растений этой территории насчитывает 562 вида сосудистых растений, относящихся к 283 родам и 68 семействам.

Существенные антропогенные нагрузки, которым подвергается рассматриваемая территория, в первую очередь отражаются на состоянии растительного покрова. Так, пожары, сельскохозяйственное освоение территорий, заготовка лекарственного сырья, сбор красиво цветущих растений для букетов способствуют ухудшению состояния популяций (в некоторых случаях их полного уничтожения), что, в свою очередь, отражается на стабильности цено- и генофонда.

Таким образом, требуются постоянные натурные исследования состояния лесных фитоценозов на данной территории.

Цель работы. Изучение состояния растительных сообществ на территории Ивано-Арахлейского природного парка.

Задачи исследований:

- дать характеристику структуры древостоя на пробных площадях;
- дать анализ жизненного состояния и лесовозобновительного процесса в исследуемых растительных сообществах;
- изучить флористический состав данных сообществ.

Материал и методика исследований. В 2013–2014 годах проведены экспедиции на территории Ивано-Арахлейского природного парка. При этом осуществлялся подбор пробных площадей в типичных для Восточного Забайкалья типах древесной растительности – лиственничных рододендроновых, брусничных и ерниковых лесах. Согласно методике [3], было заложено 15 учетных площадей размером 50х50 м. Все площади максимально однородны по положению в рельефе, характеру почвы, крутизне и экспозиции склона, уровню залегания грунтовых вод, характеру подстилающих горных пород.

Расположение каждой площади нанесено на картосхему исследуемого участка, и методом космической навигации определены координаты всех четырех углов площадей и высота над уровнем моря. Каждая площадь была разбита на постоянные квадраты 10x10 м. По углам квадраты отмаркированы деревянными кольями высотой 1,3 м. На план-схеме квадраты 10x10 м пронумерованы, показана ориентация площадей относительно сторон света и надежных ближайших ориентиров, в частности дорог.

Проведено подробное описание по каждой исследуемой учетной площади: рельеф, направление и крутизна склона, гранулометрический состав и мощность почвы, условия увлажнения местообитания растительного сообщества [2].

Исследовались сплошным пересчетом: вид, диаметр, высота (при помощи высотомера) и возраст (при помощи бура) по ступеням толщины всех деревьев на учетных площадях, а также описано их жизненное состояние в баллах [1].

Изучен флористический состав растительности на всех исследуемых площадях при помощи традиционной методики геоботанических исследований.

Также подробно изучен процесс естественного восстановления древесной растительности (проведен учет всходов, самосева и подроста по группам диаметра и категориям жизненного состояния) [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведены полевые работы на территории Ивано-Арахлейского природного парка в июле–августе 2013–2014 гг. Подобрано и исследовано геоботаническими методами 4 постоянные пробные учетные площади и маршрутно-рекогносцировочным методом 11 временных пробных площадей (рис. 1).

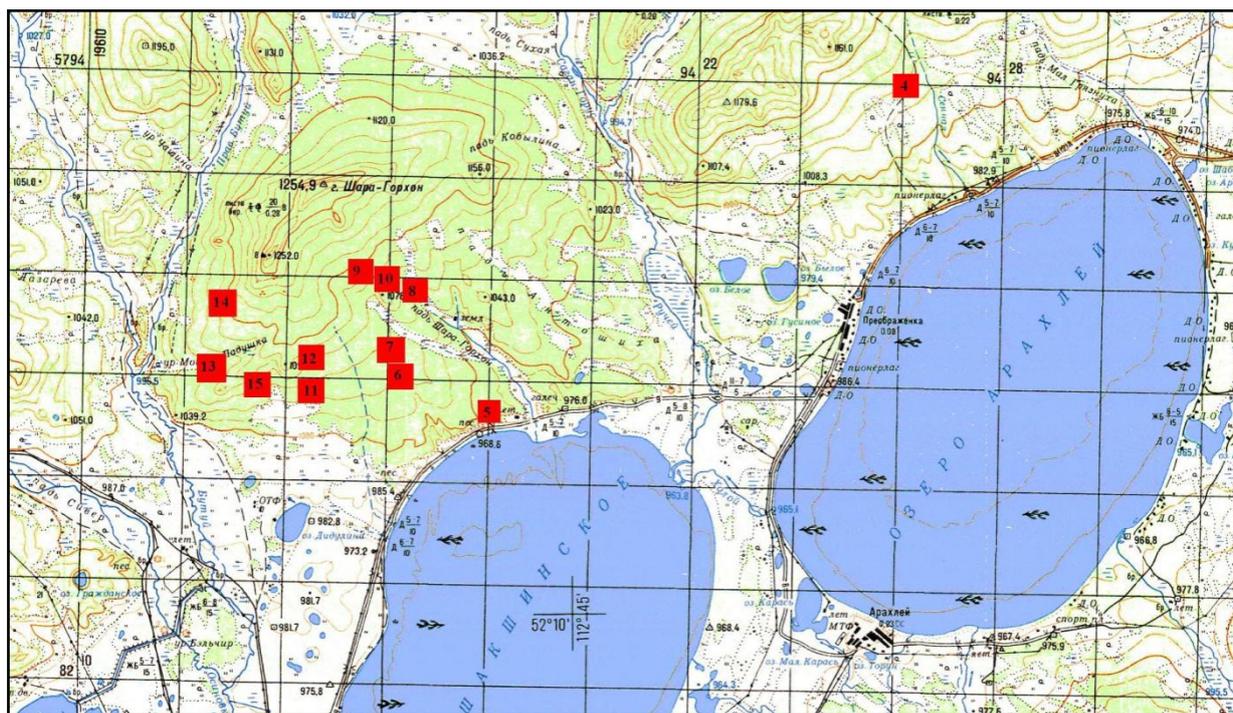


Рис. 1. Исследуемые постоянные и временные пробные площади (2014 год)

Охарактеризованы условия местообитания растительных сообществ на исследуемых пробных площадях (ПП) (табл. 1).

Характеристика условий местообитания лесных фитоценозов

Тип леса	Координаты		Высота над уровнем моря, м	Направление склона	Гранулометрический состав почвы
	N	E			
Лиственничник ерниковый	52°24.742'	112°79.958'	1127	Ю	Суглинки
Лиственничник рододендроновый	52°20.324'	112°73.156'	982	Ю	Пески рыхлые
Лиственничник брусничный	52°20.273'	112°70.338'	1020	СВ	Суглинки
Лиственничник брусничный	52°20.586'	112°70.393'	1017	СВ	Суглинки
Лиственничник рододендроновый	52°21.067'	112°70.850'	1020	С	Суглинки
Лиственничник брусничный	52°21.225'	112°70.638'	1036	С	Суглинки
Лиственничник ерниковый	52°21.344'	112°70.525'	1037	СВ	Суглинки
Лиственничник ерниковый	52°19.929'	112°68.233'	1005	СВ	Суглинки
Лиственничник ерниковый	52°20.373'	112°68.475'	1015	Ю	Суглинки
Лиственничник ерниковый	52°19.968'	112°64.637'	1029	З	Суглинки
Сосняк рододендроновый	52°20.968'	112°65.432'	1088	С	Супеси
Лиственничник ерниковый	52°19.845'	112°65.952'	1029	С	Суглинки

В 2014 году были исследованы территории с характерными для нее типами растительности – лиственничниками рододендроновыми, брусничными и ерниковыми [7]. Специально были выбраны данные лесные сообщества на разных экспозициях склона. При этом типы склонов на всех площадках пологие или сильно пологие. Почва чаще всего встречается суглинистая, слабощелочная со средней степенью увлажнения.

Результаты биологической характеристики исследуемых лесных сообществ показали, что преимущественно в них преобладает лиственница. Средняя высота ее варьирует от 16 до 19 метров.

Один из наиболее часто встречающихся типов леса при проведении наших исследований – это лиственничник ерниковый. Он составил 50 % от всех исследуемых типов лесных сообществ. Практически на всех пробных площадях в лиственничниках ерниковых основу древостоя составляет лиственница Гмелина (*Larix gmelinii*) с единично встречающимися березой плосколистной (*Betula pendula*) или сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Полнота древостоя 0,2–0,4. Сомкнутость крон 20–40 %. Средняя высота лиственницы в данном типе леса составляет 18 м, диаметр ствола – 17 см.

Нами изучены и охарактеризованы пробные площади по типам леса с учетом различных фитоценологических показателей (табл. 2–4).

Таблица 2

Характеристика травяно-кустарникового покрова на постоянных и временных пробных площадях в лиственничниках ерниковых (2014 г.)

Фитоценотический показатель	Лиственничник ерниковый					
	ПП 4	ПП 10	ПП 11	ПП 12	ПП 13	ПП 15
Общее проективное покрытие, %	80	60	80	80	70	60
Проективное покрытие кустарников, %	55	32	30	55	32	5
Проективное покрытие травянистых растений, %	25	28	50	25	38	55
Количество видов кустарников, шт.	8	6	2	4	3	2
Количество видов травянистых растений, шт.	13	10	18	15	17	16
Количество доминантов среди кустарников, шт.	1	1	1	2	1	1
Количество доминантов среди травянистых растений, шт.	4	3	1	1	1	2
Соотношение ботанических групп, %:						
злаки	0	1	0	0	0	1
осоки	0	1	1	1	1	1
бобовые	3	0	3	3	4	2
разнотравье	14	8	14	11	12	12

На исследуемых пробных площадях в лиственничниках ерниковых общее проективное покрытие травяно-кустарникового яруса высокое – порядка 70–80 %, проективное покрытие кустарников также высокое – достигает 50–55 %, изобилует число видов растений в данном типе леса как среди кустарников, так и среди трав. Всё это говорит о благоприятных условиях местообитания в данном лесном сообществе, несмотря на пожары и рубки.

Таблица 3

Характеристика травяно-кустарникового покрова на постоянных и временных пробных площадях в лиственничниках брусничных (2014 г.)

Фитоценотический показатель	Лиственничник брусничный		
	ПП 6	ПП 7	ПП 9
Общее проективное покрытие, %	80	90	90
Проективное покрытие кустарников, %	30	25	20
Проективное покрытие травянистых растений, %	50	65	70
Количество видов кустарников, шт.	4	5	6
Количество видов травянистых растений, шт.	13	8	14
Количество доминантов среди кустарников, шт.	2	1	3
Количество доминантов среди травянистых растений, шт.	3	2	2
Соотношение ботанических групп, %:			
злаки	1	1	1
осоки	1	1	0
бобовые	3	2	3
разнотравье	8	4	10

Среди доминантов кустарникового яруса можно отметить березу кустарниковую (*Betula fruticosa*), а доминирующими видами среди трав являются – горошек однопарный (*Vicia unijuga*), полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia*), осока стоповидная (*Carex pediformis*), горошек мышинный (*Vicia cracca*).

В лиственничниках брусничных на исследуемых пробных площадях общее проективное покрытие очень высокое – 80–90 %, а проективное покрытие травянистой растительности в 2 раза больше проективного покрытия кустарников. Видовое разнообразие травяно-кустарникового яруса небольшое. Связано это с большой частотой и устойчивостью пожаров.

Основную роль в развитии напочвенного покрова в данном типе леса играет брусника – порядка 50–60 % от всего проективного покрытия травяно-кустарникового яруса. Среди доминантов кустарникового яруса можно отметить голубику обыкновенную (*Vaccinium uliginosum*), рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis*), а доминирующими видами среди трав являются: горошек однопарный (*Vicia unijuga*), полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*).

На пробных площадях в лиственничниках рододендроновых также наблюдалось высокое общее проективное покрытие – 80–90 %, а проективное покрытие кустарников и трав поровну. Видовое разнообразие кустарников среднее по количеству – в среднем 5 видов. Всё это также связано хоть и с низовыми, но с частыми и устойчивыми пожарами [6]. Основную роль в кустарниковом ярусе в данном типе леса играет рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum*) – порядка 30–40 % от всего проективного покрытия кустарникового яруса (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика травяно-кустарникового покрова на постоянных и временных пробных площадях в лиственничниках рододендроновых (2014 г.)

Фитоценотический показатель	Лиственничник рододендроновый	
	ПП 5	ПП 8
Общее проективное покрытие, %	80	90
Проективное покрытие кустарников, %	45	45
Проективное покрытие травянистых растений, %	35	45
Количество видов кустарников, шт.	4	6
Количество видов травянистых растений, шт.	14	11
Количество доминантов среди кустарников, шт.	2	3
Количество доминантов среди травянистых растений, шт.	4	3
Соотношение ботанических групп, %:		
злаки	1	1
осоки	1	1
бобовые	3	4
разнотравье	9	5

Среди доминантов кустарникового яруса можно отметить также таволгу иволистную (*Spiraea salicifolia*), душекию кустарниковую (*Duschekia fruticosa*), а доминирующими видами среди трав являются – горошек однопарный (*Vicia unijuga*), земляника восточная (*Fragaria orientalis*), осока стоповидная (*Carex pediformis*).

Получив данные по пожарам в Беклемишевском лесничестве за последние 15 лет и используя натурные данные, мы проанализировали послепожарную ситуацию на всех исследуемых пробных площадях [4] (табл. 5).

Таблица 5

**Характеристика пожаров на исследуемых площадях
(данные Беклемишевского лесничества), 2014 г.**

Номер ПП	Дата пожара	Вид пожара	Форма пожара	Сила пожара	Глубина прогорания приствольных кругов, см	Высота нагара, м		
						макс.	мин.	ср.
4	2003	Низовой	Устойчивая	Средняя	20	6	2	4
5	2000	Низовой	Беглая	Слабая	10	3	0,4	1,7
6	2001	Низовой	Беглая	Слабая	10	2,5	0,5	1,5
7	2001	Низовой	Устойчивая	Средняя	20	6	2	4
8	2000	Низовой	Беглая	Слабая	10	2	0,5	1,25
9	2003	Низовой	Устойчивая	Средняя	20	8	2	5
10	2001	Низовой	Устойчивая	Средняя	20	8	1	4,5
11	2000	Низовой	Устойчивая	Средняя	20	6	2	4
12	2008	Низовой	Беглая	Средняя	10	4	2	3
13	2010	Низовой	Беглая	Слабая	-	2	0,6	1,3
14	2006	Низовой	Устойчивая	Сильная	30	8	1	4,5
15	2010	Низовой	Устойчивая	Сильная	30	10	2	6

Далее нами оценивалось состояние растительности в исследуемых типах леса в зависимости от вида и степени антропогенной нагрузки за последние 15 лет [5] (табл. 6).

Таблица 6

**Состояние растительности в различных типах леса в зависимости от вида
и степени антропогенной нагрузки**

Номер ПП	Год	Вид антропогенной нагрузки	Степень антропогенной нагрузки, %	Состояние древостоя, %		
				Живые	Угнетенные	Сухостой
Лиственничник ерниковый						
4	2003	Пожары рубки	20 ед.	50	40	10
10	2001	Пожары	10	-*	-	-
11	2000	Пожары	30	-	-	-
12	2008	Пожары	30	-	-	-
13	2010	Пожары	20	-	-	-
15	2010	Пожары	50	25	52	13
Лиственничник брусничный						
6	2001	Пожары	20	-	-	-
7	2001	Пожары рубки	40 ед.	40	44	16
9	2003	Пожары рубки	30 ед.	35	38	27
Лиственничник рододендроновый						
5	2000	Пожары рубки	30 ед.	45	39	16
8	2000	Пожары	20	-	-	-

* – нет данных.

Исходя из данных таблицы (хотя данные и неполные), можно сделать вывод, что половина или даже больше половины древостоя лиственницы на каждой пробной площади угнетена или полностью погибла.

Общая картина жизненного состояния древостоя в исследуемых типах леса представлена на диаграммах (рис. 2–4).

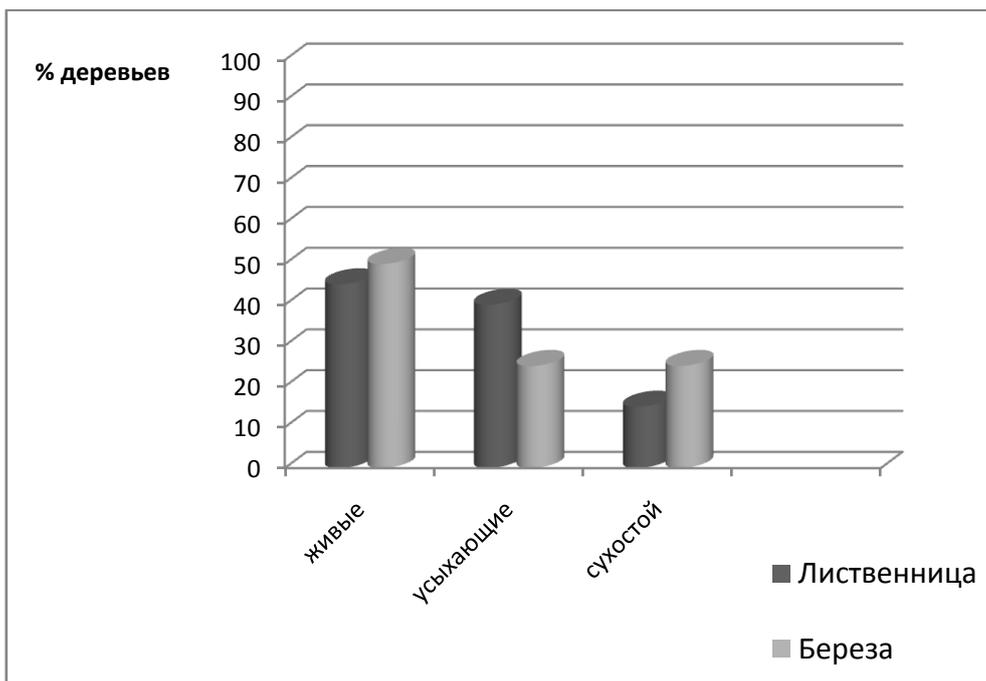


Рис. 2. Жизненное состояние древостоя в лиственничнике рододендроновом (постоянная ПП 5, г. Шара-Горхон, 2014 г.)

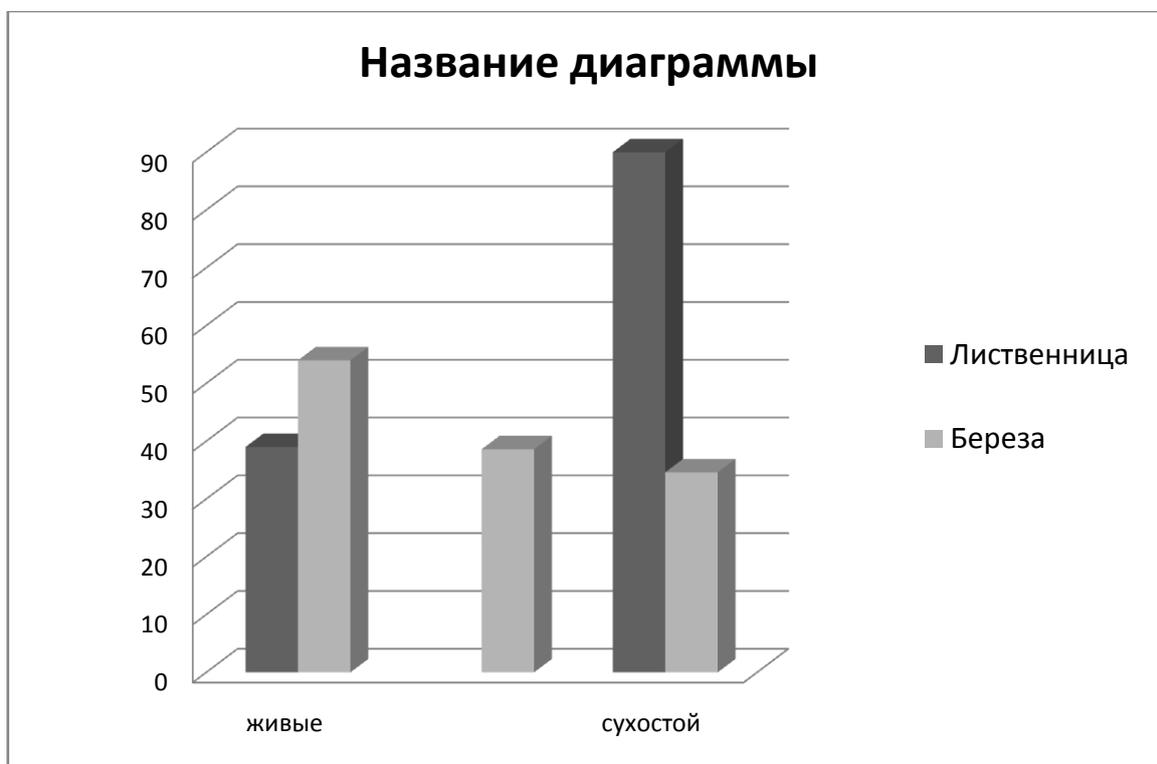


Рис. 3. Жизненное состояние древостоя в лиственничнике брусничном (постоянная ПП 7, г. Шара-Горхон, 2014 г.)

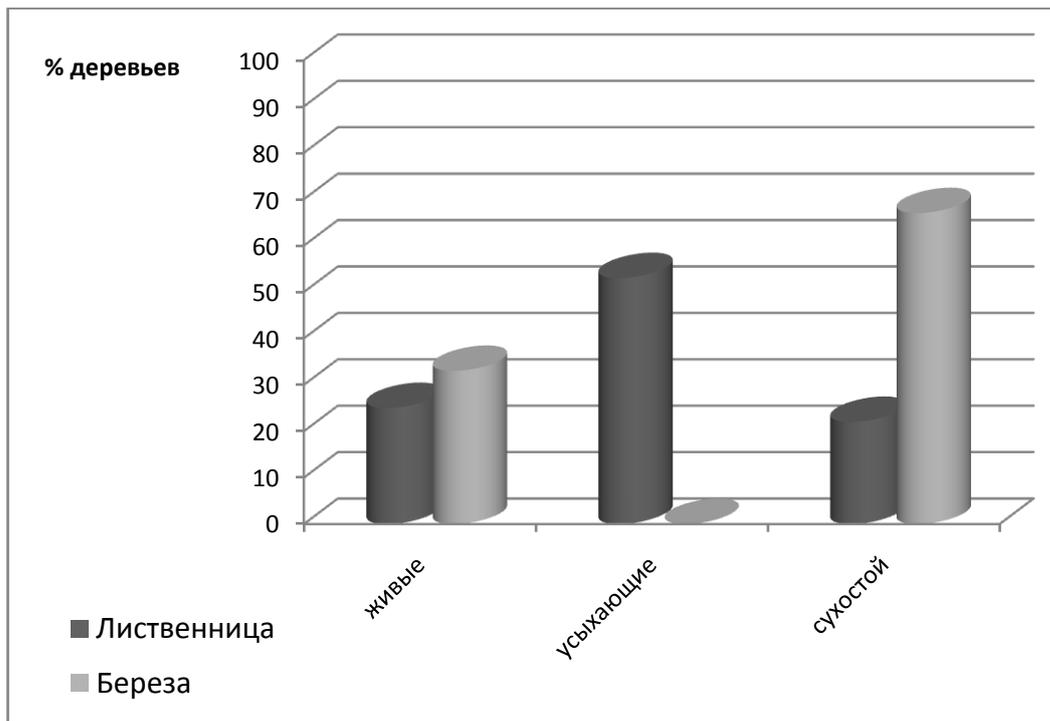


Рис. 4. Жизненное состояние древостоя в лиственничнике ерниковом (постоянная ПП 15, г. Шара-Горхон, 2014 г.)

В данной исследовательской работе на каждой постоянной площади проводился учет всходов, самосева и подроста (табл. 7).

Таблица 7

Возобновление лиственницы Гмелина на исследуемых пробных площадях (2014 г.)

Номер ПП	Вид, степень и сила пожара	Год пожара	Лиственница Гмелина		
			Всходы, шт/га	Самосев, шт/га	Подрост, шт/га
4	Низовой устойчивый средний	2003	7	40	4
5	Низовой беглый слабый	2000	2	65	8
6	Низовой беглый слабый	2001	0	0	0
7	Низовой устойчивый средний	2001	0	3	0
8	Низовой беглый слабый	2000	0	0	3
9	Низовой устойчивый средний	2003	1	8	6
10	Низовой устойчивый средний	2001	4	32	1
11	Низовой устойчивый средний	2000	0	32	25
12	Низовой беглый средний	2008	50	500	0
13	Низовой беглый слабый	2010	2	6	1
14	Низовой устойчивый сильный	2006	8	15	1
15	Низовой устойчивый сильный	2010	13	48	0

На трех учетных площадях из 12 изученных всходов и самосева лиственницы не обнаружено. В остальных случаях всходы и самосев – единичные. Подрост лиственницы на 11-й площади наблюдался средний – до 120 штук на гектар, а в остальных случаях количество подроста очень мало. У березы всходов и самосева ни на одной из исследованных площадей не обнаружено, а средний уровень по количеству подроста достигает 300 штук на гектар и наблюдался на площади №12, в остальных случаях – ниже среднего.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований на трех участках лесных сообществ предварительно установлено:

– видовое разнообразие кустарников и травянистых растений слабое – в среднем 3–4 вида кустарников и 10–12 видов трав, что связано с частыми и устойчивыми пожарами;

– больше половины древостоя лиственницы на каждой пробной площади угнетены или полностью погибли;

– наблюдается значительное усыхание лиственницы Гмелина – до 27 % и березы плосколистной – порядка 15 %, что объясняется частыми и устойчивыми пожарами и рубками леса на исследуемой территории;

– естественное возобновление лиственницы Гмелина как основной лесообразующей породы в исследуемых типах леса выражено слабо – всего 9 всходов и 85 самосевов, что связано опять же с устойчивостью пожаров и полным выгоранием лесной подстилки;

– прогноз жизнеспособности древесной растительности на исследуемой территории неутешительный – лиственница Гмелина полностью усохнет и выпадет, если не уменьшится частота и устойчивость пожарной активности.

Литература

1. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
2. *Оценки условий и параметров развития лесных пожаров: метод. рекомендации / С.М. Вонский, В.Г. Гусев, Е.В. Коленов [и др.].* – Л.: Изд-во ЛенНИИЛХ, 1985. – 99 с.
3. *Мониторинг растительности в заповедниках Дальнего Востока и Забайкалья / А.В. Галанин [и др.].* – Владивосток, 2008. – С. 56.
4. *Курбатский Н.П.* Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров. – М.: Изд-во АН СССР, 1964. – С. 5–60.
5. *Курбатский Н.П., Шешуков М.А.* О лесных пожарах в Хабаровском крае // Лесное хозяйство. – 1978. – № 4. – С. 79–83.
6. *Матвеев П.М., Матвеев А.М.* Лесная пирология. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2002. – С. 42.
7. *Сафронов М.А.* Еще раз о классификациях лесных пожаров // Лесное хозяйство. – 1971. – № 2. – С. 22–25.
8. *Сукачëв В.Н., Зонн С.В.* Общие принципы и программа изучения типов леса: метод. указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 9–75.
9. *Флора Сибири. Т.1.* – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 76, 78, 80.
10. *Флора Сибири. Т.5.* – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 63.



ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ПОДРОСТА ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА «ДРУЖБА» г. ВЛАДИМИРА)

В результате исследования характера и силы влияния рекреационных нагрузок на состояние подростка на примере лесопарка «Дружба» г. Владимира выявлено, что чем дальше от городской застройки расположены насаждения, тем существенно лучше состояние подростка по сравнению с зоной с высокой рекреационной нагрузкой.

Ключевые слова: лесопарки, рекреационная нагрузка, подрост.

E.F. Nekipelova, V.V. Petrik

THE RECREATIONAL LOAD IMPACT ON THE STATE OF THE UNDERGROWTH OF THE MAIN FOREST SPECIES (ON THE EXAMPLE OF THE FOREST PARK «DRUZHBA» IN VLADIMIR)

As a study result of the nature and strength of the recreational load impact on the undergrowth state on the example of the forest park «Druzhba» in Vladimir it is revealed that the farther away from the urban construction the plantings are, the much better the undergrowth condition is, in comparison with high recreational load areas.

Key words: forest parks, recreational load, undergrowth.

Введение. Подрост характеризует стабильность и жизнеспособность деревьев, образующих лесные насаждения [5].

Молодые растения гораздо сильнее, чем взрослые древостои, реагируют и на уплотнения почвы, и на механические повреждения. Отдыхающие в процессе нерегулируемой рекреационной деятельности повреждают, иногда просто уничтожают подрост и подлесок, тем самым нарушая естественное лесовозобновление.

Постоянно возрастающая нерегулируемая рекреация со стороны отдыхающих пагубно влияет на все компоненты лесных фитоценозов. Но, если внешне влияние рекреации на состояние древесного яруса насаждений заметно начиная с третьей стадии дигрессии и выше, то изменения подростка и подлеска видно с первыми признаками деградации лесного сообщества [3].

Из-за переуплотнения почвы на последних стадиях дигрессии произрастание молодняка становится практически невозможным. В насаждениях с интенсивной посещаемостью общее количество подростка сокращается, преобладает лишь крупномерный подрост и сохраняется он только в тех площадях, которые достаточно удалены от дорожек и площадок для отдыха. Даже в этих случаях значительная часть подростка имеет механические повреждения [1, 4].

Цель исследования. Изучение характера и силы влияния рекреационных нагрузок на состояние подростка.

В качестве **объекта** для фиксации и анализа этих изменений был выбран лесопарк «Дружба» города Владимира.

Данный лесопарк (267,1 га) расположен на юго-западной окраине города Владимира, между автомагистралью Москва – Уфа и железной дорогой Москва – Нижний Новгород.

Исследования проводили в дубовых (дубняк волосистоосоково-снытевый, дубняк волосистоосоковый, дубняк лещиново-снытевый, дубняк широколиственный), сосновых (сосняк костянично-разнотравный и широколиственный), липовых (липняк волосистоосоковый, липняк елово-широколиственный, липняк волосистоосоково-снытевый) насаждениях и в осиннике широколиственном, испытывающих разную степень рекреационных нагрузок согласно ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы рекреационных нагрузок...» [2].

Результаты и их обсуждение. Естественное возобновление в насаждениях лесопарка (рис. 1) представлено главным образом кленом остролистным (*Acer platanoides* L.) (87,4% от общего количества подроста). Другие породы (дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), осина (*Populus tremula* L.)) встречаются редко [6].

Структура подроста по высоте неоднородна и зависит от величины рекреационной нагрузки.

На объектах с высокой степенью рекреационного воздействия подрост основных пород (дуб, липа) практически отсутствует (1,1 и 3,5% соответственно). Подрост этих пород встречается единично и только на некоторых площадях. В условиях сильной степени деградации на смену им пришли клен и осина как наиболее устойчивые к антропогенному воздействию.

На объектах с низкой рекреационной нагрузкой ситуация с ходом роста естественного лесовозобновления иная, но и здесь преобладает подрост клена. Доля подроста дуба и липы хоть и выше, но все также незначительна (дуб – 1,6%, липа – 7,1%).

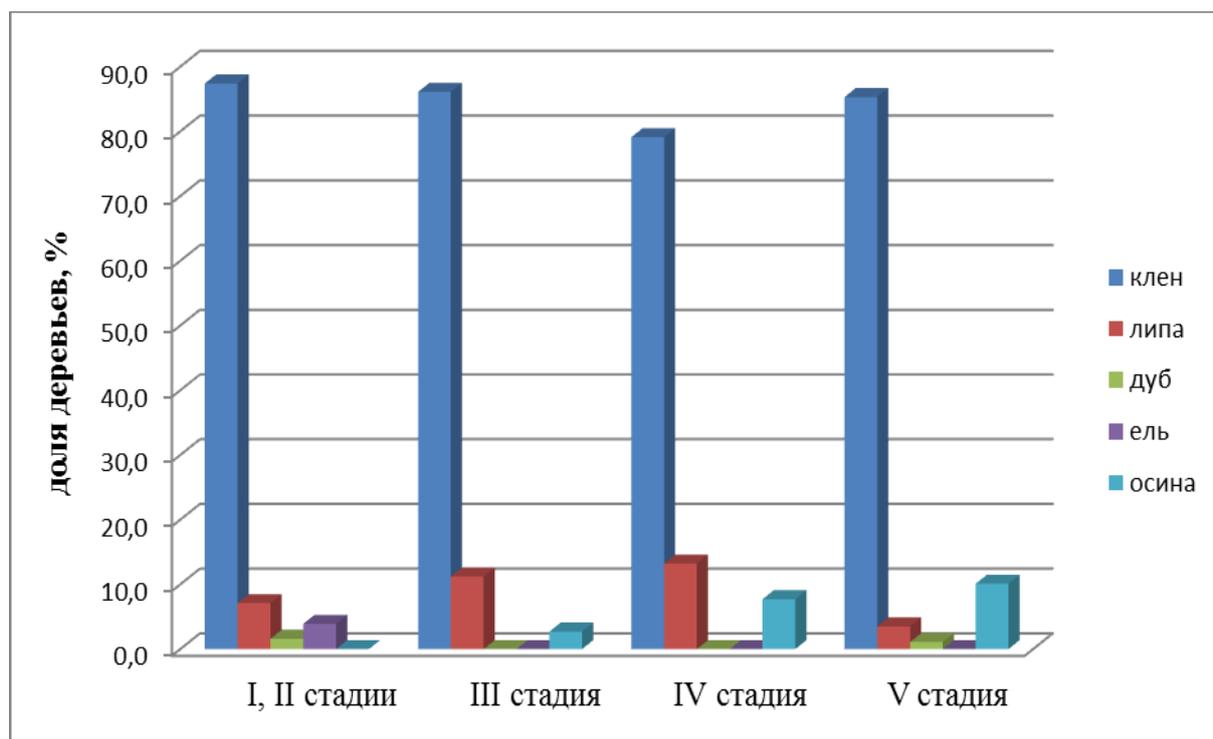


Рис. 1. Распределение подроста по породам на разных стадиях рекреационной дигрессии

Особых закономерностей в изменении общего количества подроста на единицу площади по стадиям деградации не наблюдается. На I, II стадиях количество экземпляров составляет 47800 шт/га. Однако на III стадии рекреационной нагрузки данные значения увеличиваются до 58800 шт/га. При дальнейшей деградации сообщества общая плотность подроста сокращается до 32200 шт/га на IV стадии и увеличивается до 358000 шт/га на V стадии.

Тем не менее интересные закономерности выявляются при рассмотрении количества подроста по породам. Так, густота подроста клена в ненарушенных и малонарушенных древостоях составляет 41800 шт/га. На участках, подверженных сильной степени рекреационного воздействия, количество уменьшается до 27100 шт/га, т.е. в 1,5 раза (табл. 1).

Таблица 1

Численность подроста клена и его структура по высоте, шт/га

Номер ПП	Распределение подроста клена по группам высот			Всего, шт/га
	Мелкий	Средний	Крупный	
1	2	3	4	5
V стадия рекреационной нагрузки				
3	–	8700	3600	12300
5	–	5600	2000	7600
9	2200	–	4300	6500
20	700	–	–	700
Всего	2900	14300	9900	27100
Среднее	725	3575	2475	
IV стадия рекреационной нагрузки				
1	3700	6000	2200	11900
15	–	7200	2700	9900
21	2800	–	400	3200
Всего	6500	13200	5300	25000
Среднее	2166	4400	1766	
III стадия рекреационной нагрузки				
2	–	3400	3000	6400
4	14300	2000	–	16300
12	1200	3100	100	4400
13	–	9100	–	9100
14	600	9400	–	10000
17	–	–	5200	5200
Всего	16100	27000	8300	51400
Среднее	2683	4500	1383	
I, II стадии рекреационной нагрузки				
10	34700	–	–	34700
11	1500	800	–	2300
16	–	–	1100	1100
18	2300	–	–	2300
19	–	1400	–	1400
Всего	38500	2200	1100	41800
Среднее	7700	440	220	

Отмечено, что при высокой рекреационной нагрузке больше крупного и среднего подроста, а при низкой нагрузке – больше мелкого подроста клена (рис. 2). Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что при высокой степени рекреационного воздействия в первую очередь подвергается воздействию и уничтожению мелкий подрост. Средний и крупный подрост обладают большей устойчивостью к повышенной нерегулируемой рекреационной нагрузке.

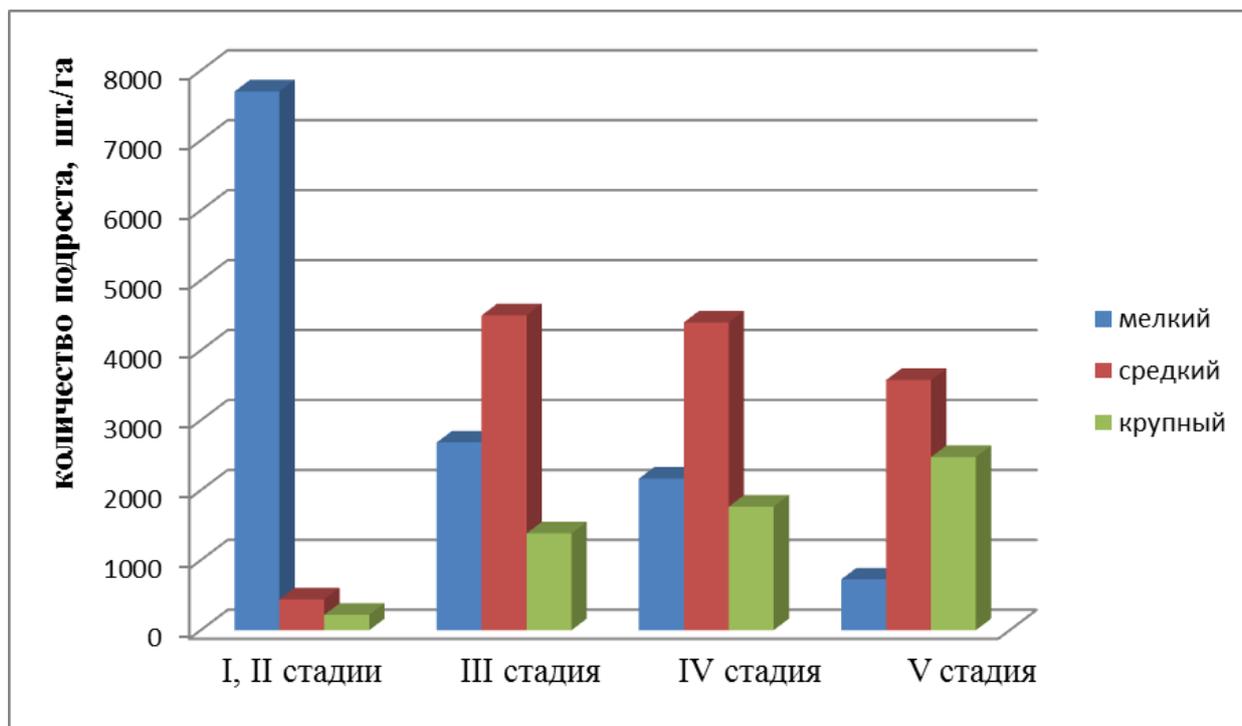


Рис. 2. Структура подростка по категориям крупности в зависимости от степени рекреационной нагрузки

Структура подростка по категориям состояния различается. Если подросток клена в основном является «жизнеспособным» (табл. 2), то большая часть подростка липы и дуба относится либо к нежизнеспособному, либо к категории «усыхающий».

Таблица 2

Структура подростка клена по категориям состояния, шт/га

Номер ПП	Распределение подростка клена по группам высот			Всего, шт/га
	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Усыхающий	
1	2	3	4	5
V стадия рекреационной нагрузки				
3	10200	1800	300	12300
5	5700	1900	-	7600
9	6100	400	-	6500
20	400	-	-	400
Всего	22400	4100	300	26800
Среднее	5600	1025	75	
IV стадия рекреационной нагрузки				
1	11200	700	-	11900
15	9500	400	-	9900
21	2800	300	-	2800
Всего	23500	1400	0	24600
Среднее	7833	466	0	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
III стадия рекреационной нагрузки				
2	6400	–	–	4400
4	15800	500	–	16300
12	4000	400	–	4400
13	9100	–	–	9100
14	9400	600	–	10000
17	5200	–	–	5200
Всего	49900	1500	0	51400
Среднее	8316	250	0	
I, II стадии рекреационной нагрузки				
10	34700	–	–	34700
11	2300	–	–	2300
16	1100	–	–	1100
18	2300	–	–	2300
19	1100	300	–	1400
Всего	41500	300	0	41800
Среднее	8300	60	0	

Как показывают данные таблицы, на всех стадиях рекреационного воздействия наблюдается значительное уменьшение доли подростка категории «нежизнеспособный» (в 17 раз) и одновременное увеличение количества жизнеспособного подростка (рис. 3). Подросток клена категории «усыхающий» представлен незначительным количеством (75 шт/га) и лишь на V стадии дигрессии.

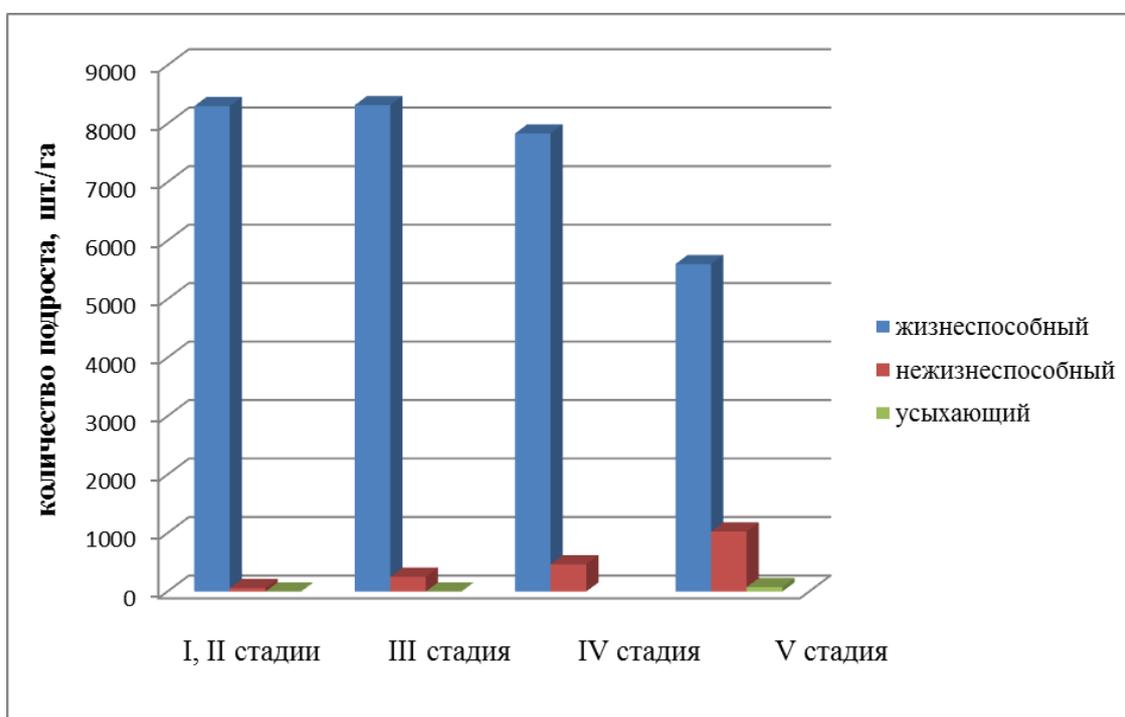


Рис. 3. Структура подростка по категориям состояния в зависимости от степени рекреационной нагрузки

Выводы. В целом, говоря об общем состоянии подрастающего поколения древесных пород, установлено, что:

- естественное возобновление в насаждениях лесопарка представлено в основном кленом (87,4% от общего количества подроста);
- структура подроста по высоте неоднородна и зависит от величины рекреационной нагрузки;
- не наблюдается каких-либо четких закономерностей в изменении общего количества подроста на единицу площади по стадиям деградации, чего нельзя сказать о его густоте (густота подроста клена в ненарушенных и малонарушенных древостоях составляет 41800 шт/ га; на участках, подверженных сильной степени рекреационного воздействия количество уменьшается до 27100 шт/га);
- отмечается, что при высокой рекреационной нагрузке больше крупного и среднего подроста, а при низкой нагрузке – больше мелкого подроста клена;
- на всех стадиях рекреационного воздействия наблюдается значительное уменьшение доли подроста категории «нежизнеспособный» (в 17 раз) и одновременное увеличение количества жизнеспособного подроста.

Установлено, что чем дальше от городской застройки и, соответственно, от стадии деградации расположены насаждения, где интенсивность рекреации ниже, тем состояние подроста существенно лучше, чем в зоне с высокой рекреационной нагрузкой.

Литература

1. *Гиршевич Е.И.* Влияние рекреации на почву и растительность в горах Западного Тянь-Шаня // Мат-лы республ. школы-семинара ученых и специалистов по проблеме повышения эффективности с.-х. пр-ва. – Ташкент, 1979. – С. 29–32.
2. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы: введен 20.07.1995 г. – М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1995. – 13 с.
3. *Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров В.А.* Антропогенные влияния на сосновые леса Подмоскovie. – М.: Наука, 1981. – 144 с.
4. *Репшас Э.А., Палишкис Е.* Влияние рекреации на состояние лесных фитоценозов // Тр. Лит. НИИЛХ. – 1981. – Т. 20. – С. 170–176.
5. *Тимофеев В.П.* Природа и насаждения лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии за 100 лет. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 168 с.
6. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и Семья, 1995. – 992 с.



ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ЗЕЛЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В данной статье приводятся результаты исследований по особенностям размножения древесных культур с помощью метода зеленого черенкования в условиях аридного климата Бурятии.

Ключевые слова: интродукция, зеленые черенки, фенофаза, маточные растения, дендрофлора.

M.V. Bakhanova, A.N. Shelkunov

THE PECULIARITIES OF THE TREE CROP REPRODUCTION BY THE GREEN CUTTING METHOD IN THE BOTANICAL GARDEN OF BURYAT STATE UNIVERSITY

This article presents the research results on the peculiarities of the tree crop reproduction by the green cutting method in the conditions of Buryatia arid climate.

Key words: introduction, green cuttings, phenological stage, mother plants, dendroflora.

Введение. Рациональное использование природных растительных ресурсов Бурятии и непосредственное введение в культуру наиболее ценных в хозяйственном отношении видов и форм дикорастущих и интродуцируемых древесных растений требуют разработки наиболее эффективных методов их размножения. Это в значительной степени обусловлено отсутствием сведений об особенностях размножения и культивирования многих представителей дальневосточной и интродуцированной дендрофлоры в условиях региона.

В отличие от размножения одревесневшими черенками метод зеленого черенкования позволяет использовать корнесобственные растения широкого спектра культур [1, 4]. Многие виды растений, у которых одревесневшие черенки не способны развивать придаточные корни, прекрасно укореняются на стадии зеленых и полуодревесневших побегов [2].

В связи с этим весьма актуальным будет исследование биологических особенностей и применение технологии зеленого черенкования с учетом климатических условий города Улан-Удэ, а также выявление наиболее перспективных видов и их применение в практике зеленого строительства города Улан-Удэ для улучшения экологии окружающей среды.

Цель работы. Выявить особенности размножения дальневосточных и интродуцированных древесных растений методом зеленого черенкования в условиях Ботанического сада Бурятского государственного университета (БГУ).

В связи с этим нами поставлены **задачи:**

- 1) выявить способность древесных культур к размножению методом зеленого черенкования;
- 2) уточнить оптимальные сроки зеленого черенкования в зависимости от фенофаз маточных растений;
- 3) с помощью метода зеленого черенкования определить перспективные виды декоративных культур для озеленения и высадки на приусадебных участках, дачах г. Улан-Удэ.

Методы исследований. При черенковании нами использовалась традиционная методика Ф.Я. Поликарповой, В.В. Пилюгиной [3]. Исследования проводились с 2011 по 2014 г., нарезка черенков производилась с 9 по 26 июля, черенки укореняли в теплице с туманообразующей установкой. В теплице был создан определенный микроклимат: температура воздуха – 22–30°C, температура субстрата – 22–24°C, влажность воздуха – 85–100%, что позволило в период укоренения зеленых черенков поддерживать их в состоянии тургора. Изучалась укореняемость 62 видов и сортов древесных растений.

Результаты исследований и их обсуждение. Высокий процент укоренения, наилучшее образование и рост корней, а также высокая отзывчивость черенков на обработку регуляторами роста и в дальнейшем большая жизнеспособность растений зависят от оптимального срока черенкования. С целью выявления наиболее оптимального срока черенкования в 2011 году сбор черенков проводился с 9 по 26 июля.

В ходе исследования нами выявлен оптимальный срок черенкования, обеспечивающий высокий процент укоренения. Результаты наших исследований показали, что зеленые черенки облепихи (сорта бурятской селекции) и тополя пирамидального лучше регенерируют корни в фазу затухания линейного роста. Эта фаза характеризуется следующим состоянием побега: наличие растущей почки, кора основания приобретает характерный для культуры цвет, процесс одревеснения ткани заканчивается. Укоренение черенков жимолости отмечено в фазу окончания роста побегов. Для сирени венгерской, калины Саржента, шиповника иглистого, снежноягодника белого оптимальный срок черенкования совпадает с фазой массового цветения и его затухания. Смородина черная и двуиглая хорошо укореняются на протяжении всего периода роста. Зеленые черенки бузины черной полностью укоренились в фазу начала образования плодов. Для аронии черной, вишни войлочной, вишни черной, свидины белой, смородины черной лучшие сроки укоренения черенков отмечены в фазу образования плодов.

Таким образом, лучшим сроком черенкования в условиях Бурятии являются I–II декады июля, когда однолетние приросты не одревесневшие, эластичные по всей длине. Оптимальные сроки зеленого черенкования специфичны для каждого вида. Они совпадают с фазами цветения, образования плодов, затухания и окончания линейного роста.

На протяжении 4 лет процент укореняемости в пределах одного вида был неодинаков и изменялся для жимолости татарской от 31,7 до 92,3 %, рябинника рябинолистного от 13,92 до 84,05 %, смородины двуиглой в среднем от 64,65 до 84,96 %, караганы древовидной от 12,7 до 56,55 %, бересклета европейского от 0 до 87,5 %, вишни войлочной в минимальном значении от 4,6 % до максимального порога 58 %, сирени венгерской от 6 до 65,33 %, смородины черной от 31,3 до 69,8 %. Вероятно, это связано с внесением азотно-калийно-фосфорных удобрений в почву в последние годы исследований.

В ходе наших исследований мы также выяснили, что при черенковании необходимо учитывать листорасположение на маточном растении для определения характера среза и правильности посадки черенка. Было выявлено, что при нарезании черенков для растений с супротивным расположением листьев срез необходимо делать под 90°, черенок размещали строго вертикально. Для растений с очередным расположением листьев – срез черенка косой, черенок размещали наклонно. Вероятно, это связано с тем, что проводящие пучки у растений с супротивным листорасположением находятся на одном уровне и путь прохождения питательных веществ одинаковый, а с очередным листорасположением проводящие пучки находятся на разных уровнях, следовательно, путь прохождения питательных веществ различен. Поэтому и делают косой срез для того, чтобы путь был равным.

За 4 года проведенных исследований нами определен средний процент укоренения для каждой культуры, что позволило разделить их на три группы:

1. Легкоукореняемые (Л) – укореняемость составляет 70–100 % от числа высаженных черенков. Корневая система у них более разветвленная, мочковатая (рис. 1).

2. Со средней степенью укоренения (Ср) – укореняемость составляет 31–69 %. У черенков этой группы процесс корнеобразования проходит менее активно и имеет более продолжительный период. Рост побегов менее активный, а их длина достигает меньшей величины (рис. 2).

3. Трудноукореняемые (Тр) – укореняемость 0–30 %. Образование корней на черенках происходит очень медленно, или образуется только каллюс. Прирост побегов незначительный или отсутствует (рис. 3).



Рис. 1. Легкоукореняемые растения: 1 – гибрид жимолости; 2 – жимолость голубая; 3 – жимолость декоративная; 4 – жимолость лазурная; 5 – сорт жимолости Герда; 6 – сорт жимолости Голубое веретено; 7 – сорт облепихи Баянгол; 8 – сорт облепихи Заря Дабат; 9 – сорт облепихи Захаровская; 10 – сорт облепихи Наран Туяа; 11 – сорт облепихи Памяти Захаровой; 12 – сорт облепихи Превосходная; 13 – сорт облепихи Саяна; 14 – сорт облепихи Сократовская; 15 – сорт облепихи Тасхановская; 16 – сорт облепихи Чуйская; 17 – свидина белая; 18 – сирень обыкновенная; 19 – смородина двуиглая; 20 – смородина красная; 21 – сорт спиреи Гриф Штайм; 22 – тополь пирамидальный

Растения со средней степенью укоренению

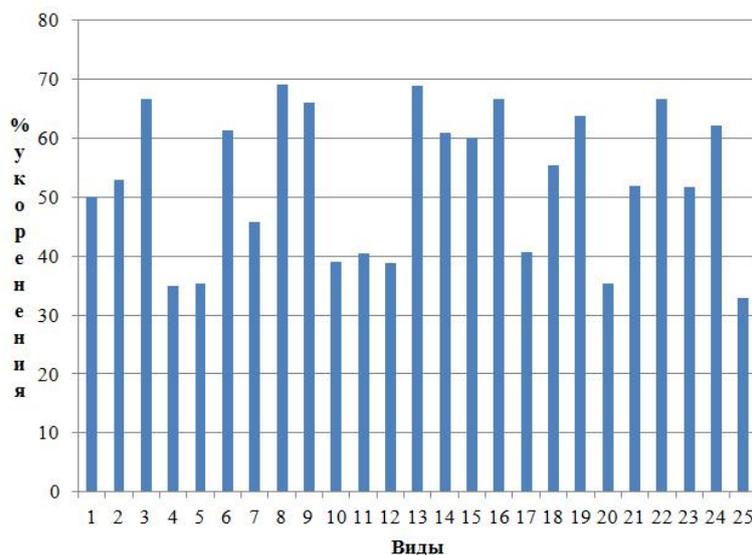


Рис. 2. Растения со средней степенью укоренения: 1 – арония черноплодная; 2 – бересклет европейский; 3 – бузина черная; 4 – вишня войлочная; 5 – вишня черная; 6 – жимолость татарская; 7 – ива извилистая; 8 – ива курайская; 9 – калина Саржента; 10 – карагана древовидная; 11 – клен ясенелистный; 12 – лох серебристый; 13 – облепиха крушиновидная (мужские формы); 14 – сорт облепихи Солнечная; 15 – пузыреплодник калинолистный; 16 – рябина сибирская; 17 – рябинник рябинолистный; 18 – смородина черная; 19 – снежнаягодник белый; 20 – спирея японская; 21 – тополь алтайский; 22 – форзиция яйцевидная; 23 – черемуха краснолистная; 24 – шиповник иглистый; 25 – яблоня ягодная

Трудноукореняемые растения

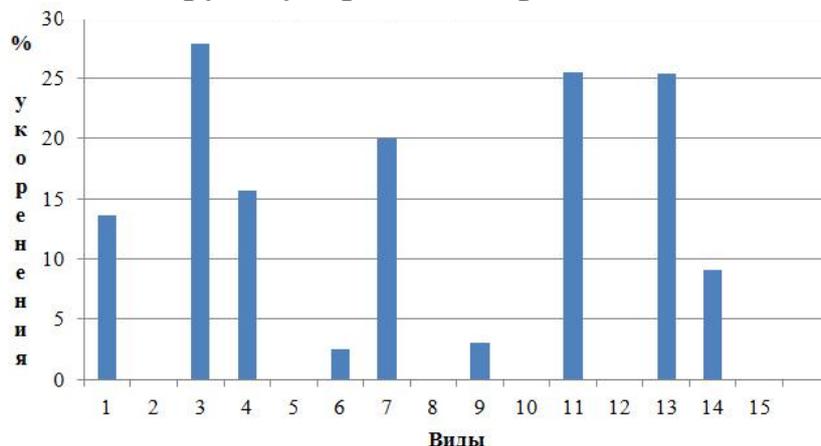


Рис. 3. Трудноукореняемые растения: 1 – бересклет маака; 2 – боярышник кроваво-красный; 3 – ильм приземистый; 4 – ирга колосистая; 5 – кизильник блестящий; 6 – кизильник черноплодный; 7 – крыжовник обыкновенный; 8 – малина обыкновенная; 9 – сорт рябины Титан; 10 – сирень венгерская (белая); 11 – сирень венгерская (сиреневая); 12 – сирень сортовая махровая; 13 – смородина золотистая; 14 – сорт смородины Горхон; 15 – черемуха виргинская

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что из 62 видов и сортов изучаемых древесных культур 22 – легкоукореняемые, 25 – со средней степенью укоренения, 15 – трудноукореняемые, то есть данные культуры можно укоренять зелеными черенками. Однако биологическая способность у каждого вида к этому способу вегетативного размножения различна. Это связано с тем, что одни виды растений лучше образуют корни в фазе интенсивного роста, другие – при его замедлении, третьи – при окончании роста однолетних побегов.

Выводы

1. Оптимальные сроки зеленого черенкования специфичны для каждого вида и сорта. Они совпадают с фазами цветения, образования плодов, затухания и окончания линейного роста. Лучшим сроком черенкования в условиях г. Улан-Удэ является I–II декада июля.

2. При черенковании необходимо учитывать листорасположение, от которого зависит направление среза и высадка черенка.

3. Древесные растения проявляют различную степень укоренения к размножению зелеными черенками. Они подразделяются на 3 группы (легко-, средне- и трудноукореняемые) в зависимости от биологических особенностей видов и условий микроклимата.

4. Нами выявлены легкоукореняемые древесные культуры, подходящие для озеленения и высадки на приусадебных участках, дачах г. Улан-Удэ. К ним относятся: гибрид жимолости, жимолость голубая, сорт жимолости Лазурная, сорт жимолости Герда, сорт жимолости Голубое веретено, сорт облепихи Баянгол, сорт облепихи Заря Дабат, сорт облепихи Захаровская, сорт облепихи Наран Туяа, сорт облепихи Памяти Захаровой, сорт облепихи Превосходная, сорт облепихи Саяна, сорт облепихи Сократовская, сорт облепихи Чуйская, сорт облепихи Тасхановская, смородина красная. Данные растения можно рекомендовать для выращивания ягодной продукции на садовых участках.

Жимолость декоративную, свидину белую, сирень обыкновенную, смородину двуиглую, сорт спиреи Гриф Штайм, тополь пирамидальный можно использовать в озеленении и создании живых изгородей, ландшафтных групп.

Литература

1. Поликарпова Ф.Я. Зеленое черенкование в условиях автоматически регулируемого искусственного туманообразования: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л., 1965. – 25 с.
2. Поликарпова Ф.Я. Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. – М.: Агропромиздат, 1990. – 96 с.
3. Поликарпова Ф.Я., Пилюгина В.В. Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 98 с.
4. Прохорова З.А. Зелёное черенкование садовых культур. – М.: Изд-во Мин-ва с.-х. СССР и ТСХА, 1972. – 43 с.



УДК 634.0.866

Р.А. Степень, С.В. Соболева

БЕЗОТХОДНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ПИХТЫ В ЛЕСОХИМИИ

Результаты многолетних исследований свидетельствуют, что организация твердых и жидких отходов паровой отгонки эфирного масла из древесной зелени пихты (пихтоварения) практически вдвое повышает рентабельность производства, расширяет ассортимент выпускаемых продуктов, улучшает социальное положение в лесных поселках, снижает себестоимость их продукции.

Ключевые слова: пихта сибирская, древесная зелень, флорентинная вода, пихтовый экстракт.

R.A. Stepen, S.V. Soboleva

WASTELESS DISPOSAL OF THE FIR TREE WOOD GREENERY IN THE DENDROCHEMISTRY

The results of the many years research show that the organization of the solid and liquid wastes of the steam distillation of essential oil from the fir tree wood greenery (fir tree processing) increases the production profitability nearly twice, expands the range of products, improves the social situation in the forest villages, reduces the cost of their products.

Key words: Siberian fir tree, wood greenery, Florentino water, fir tree extract.

Введение. Россия, являясь крупнейшей лесной державой, вырабатывает существенно меньше лесной продукции по сравнению с рядом других, менее богатых лесом стран [1]. Ситуация объясняется сложившимся в отрасли положением, когда полезное потребление древесной биомассы ограничивается лишь стволовой древесиной, которая в значительной мере экспортируется в круглом виде. Около половины древесины остается на лесосеке, захламляя территорию и создавая пожароопасную ситуацию [2]. Вместе с тем известно, что до 20 % лесосечных отходов составляет древесную зелень, богатую кормовыми и биологически активными компонентами [3]. Стоимость продукции ее химической переработки гораздо выше древесины, находящейся на одной территории.

В случае древесной зелени пихты сибирской, содержащей 3–6 % эфирного масла, эффективным и отработанным способом переработки является пихтоварение [4]. Производство не требует больших капитальных и эксплуатационных затрат, сложного оборудования, особых условий для размещения и квалифицированных кадров. Его реализация как цеха лесозаготовительного предприятия позволяет снизить себестоимость продукции, поскольку переносит на него расходы по очистке лесосеки.

Цель работы. Обобщение результатов многолетних исследований по рациональному использованию жидких и твердых отходов пихтоварения, реально способных серьезно повысить рентабельность производства и внести вклад в развитие лесохимической отрасли в Сибири.

Объекты и методы исследований. В процессе исследований наряду с лабораторными и пилотными экспериментами проводились контрольные варки на опытной и промышленных пихтоваренных установках. Объектом исследования служила древесная зелень пихты сибирской разного возраста, произрастающая в основном в лесостепной зоне Красноярского края. При проведении опытов, кроме товарного продукта (эфирного масла), изучали образующиеся в процессе варки отходы: флорентинную воду, кубовый конденсат (пихтовый экстракт) и твердый остаток. Состав сырья, эфирного масла и других продуктов анализировали стандартными общепринятыми методами [5].

Процесс пихтоварения заключается в паровой обработке древесной зелени и другого сырья, помещенного в перегонный чан (камеру) установки [4]. Пар захватывает находящееся на поверхности частиц сырья эфирное масло, переносит его в холодильник-конденсатор, и из образовавшегося конденсата во флорентине отделяется масло. Проходя через сырье, острый пар частично конденсируется, вымывая из древесной зелени экстрактивные вещества, и стекает в кубовую часть чана. До настоящего времени во многих случаях флорентинная вода и кубовый конденсат сливаются в водоемы, угнетая их обитателей. Отработанная древесная зелень также часто отвозится на «рельеф». За сброс жидких и твердых отходов предприятия платят штраф.

Результаты и их обсуждение. Исследование состава кубового конденсата и флорентинной воды показало наличие в них многих полезных веществ [4, 6]. Флорентинная вода содержит небольшие примеси минеральных и органических продуктов. Прокаленный остаток ее лабораторных образцов составляет около 5 мг/л, из которых на основные накипеобразователи (кальций и магний) приходится 2–3 мг. В производственной воде они составляют соответственно в 2–3 и 1,5 раза больше. Из органических компонентов хроматографическими методами в флорентинной воде найдены терпеноиды, углеводы, фенолы, органические кислоты, мальтол и др. Их основную часть составляют компоненты эфирного масла, которые в производственных образцах находятся в растворенном состоянии (200 мг/л), в виде пленки (70–90 мг/л) и мелкодисперсной эмульсии (30–70 мг/л). В отличие от эфирного масла его водорастворимая фракция преимущественно представлена кислородсодержащими, в том числе его наиболее ценными компонентами – борнеолом и борнилацетатом. Низкая концентрация минеральных веществ, значительно меньшая по сравнению со свежей водой, указывает на возможность использования флорентинной воды для подпитки котла [7]. Находящееся в ней масло переходит в товарный продукт, а стенки котла и трубопроводов меньше покрываются накипью. Контрольные варки древесной зелени с использованием флорентинной воды повышают выход масла на 500–600 мл за варку. Ее добавление к свежей воде включено в рекомендации по повышению эффективности пихтоваренного производства [8].

Предполагается, что присутствием терпеноидных соединений в значительной мере объясняются бактерицидные свойства флорентинной воды, что, в частности, проявляется поддержанием ее стабильного состояния при хранении и подтверждается другими авторами [9]. В связи с бактерицидностью и приятным запахом она добавляется в профилактические ванны и применяется при лечении крупного рогатого скота. Известно и о применении флорентинной воды как ингредиента препаратов против кровососущих насекомых.

В большем количестве минеральные и органические соединения находятся в кубовом конденсате. Его выход в зависимости от времени года и других факторов изменяется в пределах от 7 до 9 % от массы сухого сырья [6]. Содержание общего сухого остатка в нем составляет 12–15 %, прокаленного – 1,5–2,5 %. В состав органических веществ, вымываемых из древесной зелени горячей водой, входят разнообразные углеводы, фенолы, кислоты, витамины, эфирное масло и пр. Большинство из них обладает терапевтическим и фармацевтическим эффектом. Действие близкого ему по сырью, получению и составу экстракта подтверждается фармакопейной статьей ФСП 42-0254-1049-01 «Пихты сибирской экстракт».

При исследовании компонентного состава кубового конденсата, полученного при переработке древесной зелени и спелых деревьев пихты в соответствии с ТУ 81-05-97-70 для экстракта хвойного натурального из древесной зелени сосны и ели, его испаряли до 50 %-го содержания сухого остатка. Результаты анализа пихтовых экстрактов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели хвойных экстрактов

Показатель	Экстракты из древесной зелени		
	пихты молодняка (лабораторный образец)	пихты спелых деревьев (промышленный образец)	сосны и ели (ТУ 81-05-97-70) (стандартный)
Внешний вид	Темно-коричневая жидкость		
Запах	Пихтовый	Пихтовый	Елово-сосновый
Плотность, г/см ³	1,219	1,221	1,225
Содержание сухих веществ, %	49,4	49,6	50
Нерастворимые в воде вещества, %	2,0	2,0	2,5
Зольность, %	4,5	4,9	15,0
Моносахариды, %	95,8	97,0	68,3
Легкогидролизуемые сахара, г/л	75,1	79,3	58
Дубильные вещества, г/л	6,0	6,3	4,9
Общие фенолы, г/л	39,1	38,4	27
Органические кислоты, г/л	20,1	20,8	15
Смолистые вещества, г/л	6,9	6,3	4,0

По-видимому, предпочтение следует отдать экстрактам из древесной зелени пихты, у которых большинство показателей в 1,3–1,5 раза превышают их у сосново-елового экстракта. Проведенные фармакологические исследования показали их малую токсичность. Добавление экстрактов к корму кур-несушек и бройлеров повышает их продуктивность и иммунитет к заболеваниям [10]. В частности, пихтовые экстракты как древесной зелени, так и коры пихты успешно реализуются.

Отработанная древесная зелень пихты, на которую приходится свыше 85 % отходов пихтоварения, также считается эффективным кормовым продуктом. Об этом свидетельствует сравнение результатов анализа исходной и обработанной острым паром при нормальном и повышенном давлении древесной зелени (табл. 2).

Гидротермообработка заметно сокращает в сырье содержание ряда кормовых и биологически активных продуктов, прежде всего эфирного масла, витаминов и пигментов. Уменьшение их вклада в твердом остатке снижает его кормовую ценность. Однако, согласно ГОСТ 1397-78, она может служить сырьем для производства кормовой муки, частично выполняющей роль витаминного препарата, и заменять традиционный грубый корм для животных и птицы. Его потенциал существенно повышается при заселении этого сырья грибным мицелием.

В связи с оптимальным отношением C:N в отработанной древесной зелени пихты она считается хорошей основой для приготовления компостов [11]. В качестве добавки к ней могут служить растительные и другие древесные отходы. Лучшими из них в последнем случае являются опилки древесины пихты и ели с малым содержанием эфирного масла, которое тормозит развитие микробиологических процессов. Внесение в грунт такого компоста, обеспечивающего образование слабощелочной среды, способствует выращиванию, в частности, древесных саженцев.

Содержание основных компонентов исходной и обработанной древесной зелени молодняков пихты

Компонент	Исходное сырье	Отработанная древесная зелень при		Шрот
		100°С	125°С	
Сухое вещество, %	95,2	95,4	95,2	95,7
Сырой протеин, %	10,7	11,1	11,9	10,70
Сырой жир, %	13,8	13,3	12,9	-
Сырая клетчатка, %	28,1	24,7	22,3	-
Растворимые углеводы, %	9,4	11,2	13,5	25,25
Хлорофилл, мг %	189,3	146,4	117,2	10,10
Каротин, мг %	24,6	19,3	16,1	1,90
Сырая зола, %	4,4	4,1	3,8	5,10
Фосфор, %	11,2	10,4	9,3	-
Дубильные вещества, %	6,3	1,4	0,9	-
Эфирное масло, %	3,1	0,4	0,2	0,2
Витамин Р, мг %	190,0	134,2	97,1	-
Витамин Р, мг %	138,2	93,0	44,1	190
Витамин Р, мг %	28,3	22,0	16,9	1,05
Питательность	0,55	0,58	0,61	-
Перевариваемость, %	29,8	32,2	38,3	-

В Сибирском регионе товарным продуктом, вырабатываемым из отходов пихтоварения, относительно востребованным является пихтовый экстракт. Ориентировочные расчеты показали, что его реализация увеличивает доход предприятия по сравнению с традиционным производством более чем в 1,5 раза [12]. Он дополнительно возрастает при структурировании предприятия с лесозаготовительной или деревоперерабатывающей организацией. Реализация флорентинной воды и продуктов переработки отработанной древесной зелени в Красноярском крае ограничена. Преимущественно это связано с большими транспортными расходами и низкой востребованностью хвойной витаминной муки и компоста.

Заключение. Результаты анализов свидетельствуют о возможности успешной утилизации образующихся при паровой обработке древесной зелени отходов, то есть организации безотходного пихтоваренного производства. Низкое содержание минеральных веществ указывает на эффективность включения флорентинной воды в оборотную систему питания парогенератора. Она успешно применяется и для санитарно-гигиенических целей. Богатый кормовыми и биологически активными компонентами кубовый конденсат в исходном состоянии применяется при лечении многих заболеваний, после концентрирования – как малотоксичная витаминная добавка к рациону животных и птицы. Отработанная древесная зелень является полноценным кормом для крупного рогатого скота, сырьем для производства хвойной витаминной муки и компоста.

Литература

1. *Александрова Н., Нихочина Т., Посыльный Р.* ЛПК России – цифры, тенденции, прогнозы // Красноярские ярмарки. – 2007. – № 8. – С. 18–23.
2. *Корпачев В.П., Миронов Г.С.* Экология лесопользования. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2007. – 212 с.
3. Оценка объемов и возможные пути использования отходов лесозаготовок на примере Красноярского края / *В.И. Дитрих, А.А. Андрияс, А.И. Пережилин* [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – № 10. – С. 346–351.
4. *Степень Р.А., Невзоров В.Н., Невзорова Т.В.* Организация производства пихтового масла. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 104 с.
5. *Ушанова В.М., Лебедева И., Девятловская А.Н.* Основы научных исследований. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 360 с.
6. *Лобанов В.А., Лобанова Е.Э., Степень Р.А.* Комплексная переработка древесной зелени в условиях малого пихтоваренного производства. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2007. – 144 с.
7. *Репях С.М., Степень Р.А.* Возможности и перспективные направления утилизации древесной зелени пихты // Вестник СибГТУ. – 1999. – № 1. – С. 66–75.
8. Рекомендации по модернизации пихтоваренных установок по увеличению производства пихтового масла на предприятиях Минлесбумпрома СССР / *Г.В. Ляндрес, В.А. Манаков, Р.А. Степень* [и др.]. – Красноярск: Изд-во СибНИИЛП, 1990. – 54 с.
9. *Цюпко В.А., Михайлова В.И., Тагильцев Ю.Г.* Методические рекомендации по применению пихтовой воды для лечебно-профилактических целей. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 1995. – 18 с.
10. *Репях С.М., Левин Э.Д.* Кормовые продукты кроны дерева. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 95 с.
11. *Михеев К.А., Имранова Е.А., Касперская Т.Ф.* Производство компостов из древесных отходов с заданными свойствами // Производство кормовых и биологически активных продуктов из отходов и низкокачественного древесного сырья. – Красноярск: Изд-во СибНИИЛП, 1990. – С. 162–178.
12. *Медведев С.О., Соболев С.В., Степень Р.А.* Возможность рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе. – Красноярск, 2010. – 85 с.



ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА ОДНО-ДВУЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ ПИХТЫ ПОЧКОЧЕШУЙНОЙ НА ИХ ДАЛЬНЕЙШИЙ РОСТ

Изучена продолжительность положительного влияния корневой подкормки стимуляторами роста одно-двулетних сеянцев пихты почкочешуйной (белокорой) (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) на их рост в последующие два года после прекращения подкормки.

Ключевые слова: пихта почкочешуйная, стимуляторы роста, лесной питомник, сеянец, корневая подкормка.

V.V. Ostroshenko, L.Yu. Ostroshenko, V.Yu. Ostroshenko

THE INFLUENCE OF THE ROOT ADDITIONAL FERTILIZING BY THE GROWTH STIMULANTS OF THE ANNUAL-BIENNIAL KHINGAM FIR SEEDLINGS ON THEIR FOLLOWING GROWTH

The duration of the positive influence of the root additional fertilizing of the annual-biennial Khingam fir (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) seedlings on their growth in the following two years after the fertilizing ceasing is studied.

Key words: Khingam fir, growth stimulants, forest nursery, seedling, root additional fertilizing.

Введение. Дальневосточные леса разнообразны и богаты по флористическому составу. Только представителей рода пихта (*Abies* Mill.) в лесном фонде Дальнего Востока произрастает пять видов: почкочешуйная (белокорая, амурская) (*A. nephrolepis* Maxim.), цельнолистная (*A. holophylla* Maxim.), Майра (*A. mayriana* Miyabe et Kudo), сахалинская (*A. sachalinensis* Mast.), Вильсона (*A. wilsonii* Miyabe et Kudo). Наиболее распространена пихта почкочешуйная. Растет пихта преимущественно на горных склонах, поднимаясь в горы до 1200 м. Это придает ей значение горноукрепительной и водорегулирующей породы, способствующей сохранению экологического равновесия в горных лесах Дальнего Востока [12].

Древесина пихты почкочешуйной – наименее ценная среди хвойных пород Дальнего Востока, но при наличии значительных ее запасов выполняет заметную роль в лесопотреблении. Используется в качестве строительных и пиловочных бревен, столбов. Хороший материал для ящичной тары, изготовления штукатурной дранки. Хвоя пихты – наилучшее сырье для производства хвойных эфирных масел. Заслуживает внимания в озеленении. Необходимы меры по сохранению и воспроизводству пихтовых лесов. Основными направлениями по сохранению дальневосточной пихты является охрана лесов от лесных пожаров, незаконных рубок спелой древесины, интенсификация работ по лесовосстановлению за счет применения стимуляторов роста, положительно зарекомендовавших себя в опытных работах, проводимых в последние десятилетия в лесном хозяйстве [2, 4–10].

Настоящая работа посвящена изучению эффективности применения стимуляторов (регуляторов) роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – при выращивании сеянцев пихты почкочешуйной. Данные стимуляторы роста положительно зарекомендовали себя в сельском хозяйстве [2, 4, 5]. Начаты исследования по возможности их применения в лесном хозяйстве, в частности – в лесовосстановлении [6–10]. По физиологическому воздействию данные стимуляторы отнесены к классу регуляторов роста, повышают всхожесть семян, рост, цветение, корнеобразование; активизируют процессы синтеза хлорофилла, устойчивость к грибковым и инфекционным заболеваниям, засухе, холоду. Безопасны для человека, животных и полезных насекомых, экологически безвредны. Препараты включены в Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [11]; легко растворимы в воде и свободно реализуются торговой сетью.

Литературные источники отражают три направления по применению стимуляторов роста: обработка семян перед посевом для повышения их грунтовой всхожести, внекорневая и корневая подкормка сеянцев на питомнике [6–11].

Цель работы. Изучение влияния корневой подкормки стимуляторами роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – в первые два года роста сеянцев пихты почкочешуйной (белокорой) на их рост и развитие в последующие годы после прекращения подкормки.

Задачи

1. Агротехнический уход и последующие наблюдения за ростом трех-четырёхлетних сеянцев по высоте, диаметру корневой шейки, корневой системе и фитомассе.

2. Анализ влияния проведенной корневой подкормки одно-двулетних сеянцев стимуляторами роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – на дальнейший рост сеянцев пихты почкочешуйной без проведения дополнительной подкормки в последующие годы.

Методика работы. Объект исследований – питомник Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова ДВО РАН (ГТС). Семена пихты почкочешуйной собраны осенью 2011 г. в дендрарии ГТС и квартале № 52 лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА) Уссурийского филиала КГКУ «Приморское лесничество» и весной 2012 г. высеяны в рядки питомника.

Подготовка почвы заключалась в предварительной ручной копке и устройстве гряд для посева семян. Высота гряд – около 20 см от поверхности почвы. Расположение посевных строк в рядках поперечное. Расстояние между центрами посевных строк 20 см, между вариантами опытов – 40 см. Глубина заделки семян – 1,5 см. После посева семян поверхность гряд уплотняли и мульчировали свежими опилками слоем до 1 см. Посевы притеняли щитами. По мере необходимости сеянцы поливали.

После появления всходов и начала роста сеянцев по высоте и во второй год роста (в июне) в вечерние часы в сухую погоду, при отсутствии прогноза на дождь, проводили корневую подкормку сеянцев свежеподготовленными растворами стимуляторов эпин-экстра, циркон и крезацин. Концентрация растворов: 1мл/10 л и 1мл/100 л воды. Контроль – сеянцы, не подвергавшиеся корневой подкормке стимуляторами роста. С третьего года роста сеянцев корневую подкормку прекращали.

За сеянцами проводили агротехнический уход, заключающийся в прополке сорняков и рыхлении почвы между посевными строками. В течение четырех лет наблюдали за ростом сеянцев.

По окончании каждого года вегетации сеянцев от каждого варианта опыта методом случайной выборки (каждый пятый сеянец) отбирали по 25 шт. растений (для обеспечения малой выборки при статистической обработке), у которых измеряли высоту надземной части. Рассчитывали средние величины и выявляли модельные экземпляры. Выкапывали по три модельных сеянца, у которых измеряли диаметр корневой шейки и длину мочки корня. Сеянцы разделяли на корневую систему и надземную часть (стволик, веточки, хвоя) и определяли их массу в свежем состоянии. Затем их высушивали, взвешивали и определяли указанные показатели роста в воздушно-сухом состоянии. Материалы полевых опытов подвергали статистической обработке в прикладной программе Microsoft Excel «СТАТИСТИКА» [3]. Полученные результаты сравнивали по вариантам опытов и с контролем.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных метеонаблюдений, проводимых на Горнотаежной станции, показывает, что погодные условия в период проведения опытов были в пределах среднеголетних.

Положительное влияние корневой подкормки стимуляторами на рост опытных сеянцев пихты проявилось уже в первый год роста. Наблюдалась активизация нарастания корневой системы. Так, в зависимости от концентрации раствора подкормка препаратом «кресацин» превышала контроль по длине мочки корня на 1,4–2,8 %, «эпин-экстра» – на 1,4–5,6 и «циркон» – на 8,3–12,5 %; соответственно по диаметру шейки корня на 5,6–11,1 %; по высоте – на 7,1–10,7 %.

Активизация роста однолетних сеянцев в сочетании с проведенной подкормкой обусловила дальнейший эффективный рост двулетних сеянцев [6–8]. Так, в зависимости от концентрации раствора длина мочки корня превышала контроль у циркона на 12,5–15,6 %, у крезацина на 2,1–5,2 % и у эпин-экстры на 2,1–3,1 %; по диаметру шейки корня соответственно: 5,3–26,3 %; по высоте – 7,7–46,2 %.

Подкормка препаратами «эпин-экстра» и «крезацин» в концентрации раствора 1 мл /10 л превышала контроль на 15,8 и 10,5 %; в более низкой концентрации – на 5,3 %. Активизация роста корневой системы сеянцев обусловила повышение энергии их роста по высоте. Так, применение циркона в концентрации раствора 1 мл/10 л обусловило повышение высоты сеянцев в среднем на 46,2 %, соответственно препаратов: «эпин-экстра» – на 25,6 %, «крезацин» – на 20,5 %. Существенность различий в пределах 4,0–5,9. В конце второго года роста у опытных сеянцев отмечено начало формирования кроны. Так, при корневой подкормке раствором циркона концентрацией 1 мл/10 л у 44 % сеянцев отмечено заложение почек боковых побегов; при концентрации 1 мл/100 л – 4 %. Применение стимулятора эпин-экстра обусловило заложение боковых почек соответственно у 12 и 36 % сеянцев.

У трехлетних сеянцев из заложенных боковых почек началось развитие боковых побегов. Начиная с третьего года роста корневую подкормку сеянцев не проводили. Однако положительное воздействие стимуляторов на их рост, наблюдаемое в первые два года, продолжалось (табл. 1).

У сеянцев, подкормленных раствором циркона концентрацией 1 мл/10 л, длина мочки корня превышала контроль на 41,8 %; концентрацией 1 мл/100 л – на 18,5 %; подкормленных растворами эпин-экстра и крезацином соответственно на 13,3–2,0 и 21,4–11,2 %.

Таблица 1

Влияние корневой подкормки стимуляторами одно-двулетних сеянцев пихты почкочешуйной в последующий, третий год их роста на лесном питомнике

Номер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Среднее значение высоты, М±m, см	Существенность различий	Диаметр шейки корня, мм	Длина мочки корня, см
1	Контроль	11,5 ± 0,19	-	2,7	9,8
2	Эпин-Экстра:				
	1×10	14,8 ± 0,31	8,9 > 3	3,1	11,1
	процент к контролю	+28,7		+14,8	+13,3
	1×100	11,9 ± 0,12	1,82 < 3	2,8	10,0
	процент к контролю	+3,5		+3,7	+2,0
3	Циркон:				
	1×10	16,9 ± 0,41	11,74 > 3	4,0	13,9
	процент к контролю	+47,0		+48,1	+41,8
	1×100	13,6 ± 0,29	6,0 > 3	3,2	11,6
	процент к контролю	+18,3		+18,5	+18,4
4	Крезацин:				
	1×10	15,4 ± 0,38	7,36 > 3	3,8	11,9
	процент к контролю	+33,3		+40,7	+21,4
	1×100	12,9 ± 0,41	3,0 = 3	2,9	10,9
	процент к контролю	+12,2		+7,4	+11,2

Средний диаметр шейки корня превышал контроль при подкормке цирконом на 48,1–18,5 %; эпин-экстра – на 14,8–3,7; крезацином – на 40,7–7,4 %. В зависимости от примененного стимулятора роста и концентрации его раствора высота опытных сеянцев колебалась в пределах 14,8–16,9 см, а толщина стволиков у корневой шейки – 3,1–4,0 см. К концу вегетации сеянцы достигли (и даже превысили на 24–40 %) размеров, стандартных по действующему ГОСТу [1].

Активность роста сеянцев наблюдалась и на четвертый год. В зависимости от препарата и концентрации раствора у четырехлетних сеянцев средние показатели роста превышали контроль: по высоте на 7,2–24,8 %; диаметру шейки корня – на 16,1–77,4 %; длине мочки корня – на 1,7–28,8 % (табл. 2, рис. 1–3).

Таблица 2

Влияние корневой подкормки стимуляторами одно-двулетних сеянцев пихты почкочешуйной в четвертый год их роста на лесном питомнике

Но мер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Среднее значение высоты, $M \pm m$, см	Существенность различий	Диаметр шейки корня, мм	Длина мочки корня, см
1	Контроль	15,3 ± 0,31	-	3,1	11,8
2	Эпин-Экстра:				
	1×10	17,1 ± 0,24	4,5 > 3	4,1	12,9
	процент к контролю	+11,8		+32,3	+ 9,3
	1×100	16,4 ± 0,35	3,1 > 3	3,6	12,0
	процент к контролю	+7,2		+16,1	+ 1,7
3	Циркон:				
	1×10	19,1 ± 0,45	6,9 > 3	5,5	15,2
	процент к контролю	+24,8		+77,4	+28,8
	1×100	17,4 ± 0,38	4,3 > 3	4,0	14,1
	процент к контролю	+13,7		+29,0	+19,5
4	Крезацин:				
	1×10	18,2 ± 0,35	6,2 > 3	4,3	14,3
	процент к контролю	+19,0		+38,7	+21,2
	1×100	16,7 ± 0,23	3,6 > 3	3,8	12,7
		+9,2		+22,6	+7,6

Влияние стимуляторов роста проявилось также и в формировании биомассы сеянцев: массы хвои, корневой мочки корня, количества веточек в кроне растения.

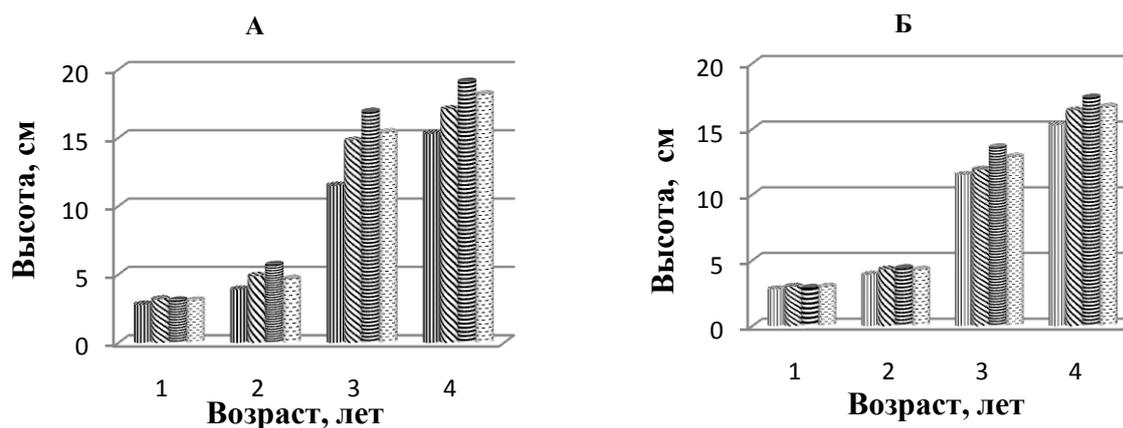


Рис. 1. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почкочешуйной по высоте:

А – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л

Условные обозначения:  – контроль; препараты:  – эпин-экстра,

 – циркон

 – крезацин

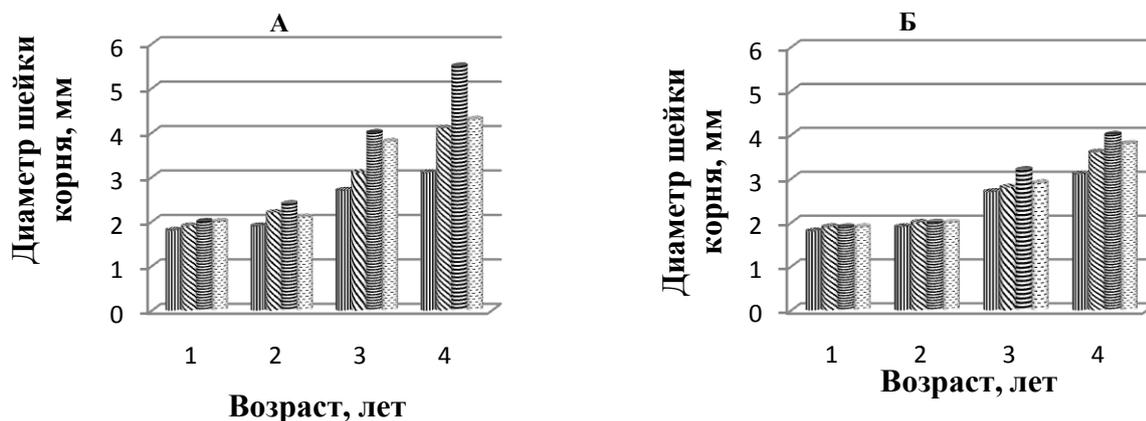


Рис. 2. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почкочешуйной по диаметру шейки корня: А – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л
Условные обозначения те же, что и на рис. 1

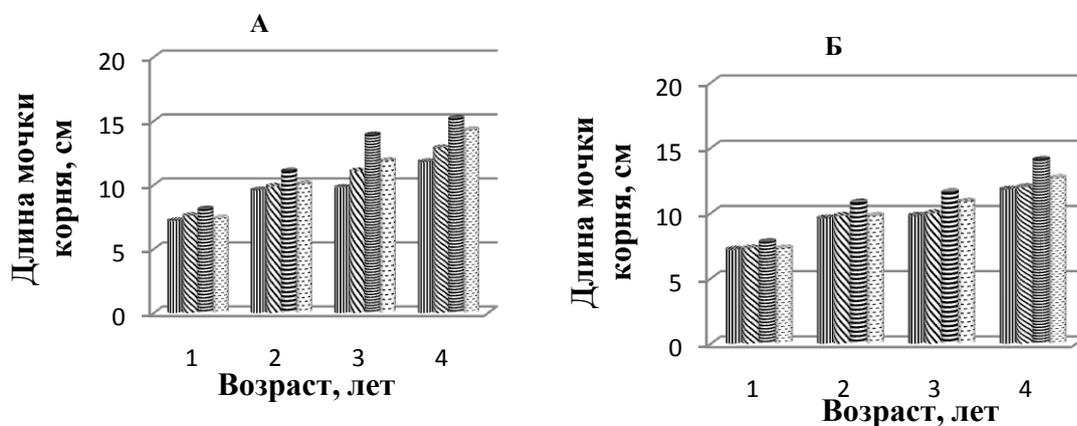


Рис. 3. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почкочешуйной по длине мочки корня: А – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л
Условные обозначения те же, что и на рис. 1

Так, масса хвои в воздушно-сухом состоянии 4-летнего сеянца пихты на контроле составила 1,17 г; при корневой подкормке концентрацией раствора 1 мл/10 л: стимулятором эпин-экстра – 1,79 г, цирконом – 3,86 г, крезацином – 1,94 г (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

Влияние стимуляторов роста на формирование биомассы четырехлетних сеянцев пихты почкочешуйной (концентрация раствора 1мл / 10л)

Но- мер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Количе- ство ве- точек первого порядка, шт.	Сухая масса сеянца в воздушно-сухом состоянии, г					
			Ство- лик	Ве- точки	Хвоя	Итого надзем- ная часть	Корне- вая систе- ма	Об- щая мас- са
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Контроль	4	0,45	0,15	1,17	1,77	0,56	2,33
2	Эпин-Экстра	6	0,82	0,35	1,79	2,96	1,14	4,10

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Процент к контролю к общей массе сеянца	150,0	82,2	133,3	53,0	67,2	103,6	76,0
		-	20,0	8,5	43,7	72,2	27,8	100
3	Циркон	9	1,74	0,96	3,86	6,56	2,45	9,01
	Процент к контролю к общей массе сеянца	225,0	286,7	540,0	230,0	270,6	437,5	286,7
		-	19,3	10,7	42,8	72,8	27,2	100
4	Крезацин	11	0,90	0,39	1,94	3,23	1,19	4,42
	Процент к контролю к общей массе сеянца	275,0	100,0	160,0	221,7	82,5	112,5	8,97
		-	20,36	8,82	43,89	73,1	26,92	100



Рис. 4. Сухая масса четырехлетних сеянцев пихты почкочешуйной при подкормке сеянцев стимуляторами роста концентрацией раствора 1 мл/10 л: 1 – контроль; подкормка сеянцев стимулятором роста: 2 – циркон; 3 – эпин-экстра; 4 – крезацин; а – мочка корня; б – ствол и веточки, в – хвоя

Выводы. Первые опыты позволяют сделать вывод о возможности применения стимуляторов роста и в лесном хозяйстве. Стимуляторы (регуляторы) роста: циркон, крезацин, эпин-экстра – эффективны при выращивании сеянцев пихты почкочешуйной. Наиболее эффективен препарат циркон.

Корневая подкормка сеянцев концентрацией раствора 1 мл/10 л наиболее активно стимулирует корнеобразование сеянцев, их рост по высоте и биомассе, развитие боковых побегов и формирование кроны растений. Трехлетние сеянцы можно использовать в качестве посадочного материала при закладке лесных культур или пересаживать в школьное отделение питомника для дальнейшего выращивания саженцев и использования в ландшафтном строительстве.

Выявлена возможность сокращения сроков выращивания посадочного материала пихты почкочешуйной на 1 год.

Проводимая в первые два года роста сеянцев корневая подкормка стимуляторами роста сохраняет свое эффективное воздействие в последующие два года роста. Необходимо выяснить, до какого возраста растений оно будет продолжаться.

Считаем необходимым продолжить опыты по использованию других стимуляторов (регуляторов) роста при выращивании посадочного материала для лесных питомников, а также рассчитать себестоимость и экономическую эффективность использования стимуляторов роста при выращивании посадочного материала.

Литература

1. ОСТ 56-98-93. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия. – М., 1993.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24–26.
3. Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве: учеб. пособие. – Уссурийск: Изд-во ПГСХА, 2001. – 125 с.
4. Мухин В.Д. Подготовка семян овощных культур к посеву. – М.: Московский рабочий, 1979. – 116 с.
5. Никелл Л. Регуляторы роста растений (применение в сельском хозяйстве). – М.: Колос, 1984. – 190 с.
6. Влияние корневой подкормки стимулятором «Эпин» на рост двулетних сеянцев рода «*Abies Mill.*» / В.В. Острошенко, В.А. Полещук, Л.Ю. Острошенко [и др.] // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (31 марта 2014 г.): в 13 ч. Ч. 8. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – С. 120–124.
7. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю. Применение стимулятора роста «Крезацин» при выращивании сеянцев рода пихта (*Abies*) // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 184–189.
8. Острошенко В.Ю. Эффективность корневой подкормки стимулятором «Циркон» при выращивании двулетних сеянцев пихты почкочешуйной (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. и пихты цельнолистной (*A. holophylla* Maxim) // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2014. – С. 311–314.
9. Пентелькина Н.В. Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста // Экология, наука, образование, воспитание: сб. науч. тр. – Брянск. 2002. – Вып. 3. – С. 69–71.
10. Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. БГИТА. – Брянск, 2005. – Вып. 10. – С. 125–129.

11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2004. – 575 с.
12. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: справ. кн. – Хабаровск: Приамурские ведомости, 2009. – 272 с.



УДК 632.9

И.Р. Сафина, С.В. Хижняк, В.Н. Крикунов,
Т.Р. Шевелева, Т.А. Иванова

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ПСИХРОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ И БАКТЕРИЙ-АЗОТФИКСАТОРОВ НА ПОРАЖЕНИЕ КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Обработка семян смесью пещерных психрофильных бактерий-антагонистов и свободноживущих азотфиксирующих бактерий вызвала статистически значимое снижение корневой гнили пшеницы и ячменя и повысила урожайность в полевом эксперименте на 18 %.

Ключевые слова: психрофильные бактерии, азотфиксирующие бактерии, корневая гниль, зерновые, биологическая борьба с фитопатогенами.

I.R. Safina, S.V. Khizhnyak, V.N. Krikunov,
T.R. Sheveleva, T.A. Ivanova

EFFECTS OF COLD-ADAPTED BACTERIAL ANTAGONISTS AND NITROGEN-FIXING BACTERIA MIXTURE ON THE ROOT ROT LESIONS AND YIELD OF CEREALS

Seeds treatment with the mixture of cave cold-adapted bacterial antagonists and free-living nitrogen-fixing bacteria caused a statistically significant reduction in root rot of wheat and barley and yield increase by 18% in the field experiment.

Key words: cold-adapted bacteria, N-fixing bacteria, root rot, cereals, biological control of plant pathogens.

Введение. Ключевыми условиями получения высоких урожаев являются борьба с болезнями и обеспечение полноценного минерального питания растений. В настоящее время в целях ограничения нагрузки на окружающую среду и повышения качества сельскохозяйственной продукции развитые государства вводят существенные ограничения на применение химических пестицидов и переориентируют сельхозпроизводителей на использование биологических средств защиты растений. Кроме этого, всё большее распространение получают микробиологические средства поддержания почвенного плодородия на основе свободноживущих азотфиксирующих бактерий как альтернатива минеральным удобрениям [6–8, 11]. При этом предпочтение отдаётся разработке биологических препаратов на основе штаммов микроорганизмов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона [9, 10, 12].

Ранее нами было показано, что в условиях Сибири хорошую перспективу имеют биопрепараты на основе психрофильных и психротолерантных бактерий, выделенных из холодных карстовых пещер. Температурные пределы роста данных бактерий позволяют им успешно развиваться в почвах умеренной климатической зоны, в том числе при низких температурах начала вегетационного периода, когда обычные биопрепараты малоэффективны. В то же время эти бактерии не способны к росту при температуре человеческого тела, что исключает возможность возникновения заболеваний у человека и теплокровных животных даже при массивной инокуляции организма [1, 5]. Испол-

зование смесей из штаммов с различными температурными оптимумами обеспечивает высокую суммарную численность интродуцированных бактерий в почве в течение всей вегетации [2].

Цель работы. Проверка возможности совместного использования выделенных из пещер бактерий-антагонистов и азотфиксирующих бактерий в почвенно-климатических условиях Красноярского края для одновременного решения двух задач – защиты от болезней и обеспечения азотного питания сельскохозяйственных растений.

Объекты и методы. В качестве антагонистов использовали смесь выделенных Е.П. Ланкиной и С.В. Хижняком из пещеры «Водораздельная» штаммов бактерий ВДР5м (психрофильный штамм, по результатам секвенирования гена 16S рПНК – 98,486% уровень сходства с *Pseudochrobactrum kiredjianiae*) и ВДР5к (психротолерантный штамм, предварительная идентификация – *Bacillus* sp.). В ходе предварительных лабораторных и полевых испытаний эти штаммы зарекомендовали себя в качестве эффективного средства борьбы с корневой гнилью и листовой пятнистостью ячменя и пшеницы в условиях Сибири [1].

В качестве несимбиотических азотфиксаторов использовали смесь из психрофильного азотфиксирующего штамма, выделенного И.Р. Сафиной из пещеры «Ботовская», и азотфиксирующего штамма р. *Bacillus*, выделенного И.Р. Сафиной и С.В. Хижняком из серой лесной почвы региона. Бактеризацию семян проводили непосредственно перед посевом суспензиями с титром 10^9 клеток/мл из расчёта 10 мл на 1 кг семян, что соответствует 10 л на тонну. Эксперимент проводили по следующей схеме: 1) контроль (семена без обработки); 2) протравливание семян фунгицидом Виал-ТрасТ в дозе 0,4 л препарата на тонну семян; 3) бактеризация смесью антагонистов; 4) бактеризация смесью азотфиксирующих бактерий; 5) совместная бактеризация смесью антагонистов и смесью азотфиксирующих бактерий.

Полевые исследования проводились в 2014 году в мелкоделяночном опыте в ОПХ «Соляное» Рыбинского района Красноярского края (природная зона – Красноярская лесостепь). Климат в районе резко континентальный. Зима суровая, средние температуры января составляют от -19 до -21°C , критические – от -45 до -52°C . Лето преимущественно жаркое, солнечное, со средними температурами июля $+19$ – $+25^{\circ}\text{C}$, максимальными $+34$ – $+38^{\circ}\text{C}$.

Тест-культурами служили ячмень сорта Ача и яровая пшеница сортов Памяти Вавенкова и Новосибирская-15. Предшественник – чистый пар, почва – чернозем выщелоченный. Повторность опыта – четырехкратная, площадь делянки составляла 10 кв.м. Семена обрабатывали непосредственно перед посевом. Учет развития обыкновенной корневой гнили проводили в фазу кущения по 4-балльной шкале. В качестве учитываемых показателей использовали интенсивность и распространённость корневой гнили в фазу кущения, а также урожай. Для определения степени развития корневой гнили использовали общепринятую балльную шкалу учета. В этой шкале наименьший балл 0 соответствует здоровым растениям без признаков поражения, высший балл 4 – погибшему растению. Перевод балльной оценки в процентную осуществляли по стандартным формулам [3].

Сравнение вариантов с контролем по показателям интенсивности развития болезни и урожаю проводили двухвыборочным t-тестом, сравнение по распространённости болезни проводили точным критерием Фишера для таблиц 2×2 [4]. Сравнение вариантов по комплексу учитываемых показателей проводили дискриминантным анализом. В качестве программного обеспечения использовали средства MS Office XP и StatSoft STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Распространённость корневой гнили в контроле в фазу кущения в зависимости от сорта составила 73,3–86,7 %. Все варианты обработки привели к значительному снижению распространённости заболевания. Наиболее эффективным оказался фунгицид, который в среднем по сортам снизил распространённость корневой гнили на 53,3 процентных пунктов. Бактеризация семян в зависимости от варианта и сорта привела к снижению распространённости болезни на 13,3–56,6 процентных пунктов (табл. 1). В целом по сортам не выявлено существенных различий между разными вариантами бактерициации по эффективности. Для вариантов «Азотфиксаторы» и «Антагонисты+азотфиксаторы» среднее снижение распространённости корневой гнили составило 34,4 процентных пункта, для варианта «Антагонисты» – 34,8 процентных пункта.

Таблица 1

Распространённость заболевания в различных вариантах опыта

Вариант	Показатель			
	Распространённость, %	Отклонение от контроля		Значимость различий с контролем р
		процентных пунктов	%	
Ячмень Ача				
Контроль	73,3	–	–	–
Виал-ТрасТ	36,7	-36,6	-49,9	<0,01
Антагонисты	51,6	-21,7	-29,6	<0,05
Азотфиксаторы	40,0	-33,3	-45,4	<0,01
Антагонисты +азотфиксаторы	60,0	-13,3	-18,1	нет
Пшеница Памяти Вавенкова				
Контроль	86,7	–	–	–
Виал-ТрасТ	30,0	-56,7	-65,4	<0,001
Антагонисты	37,3	-49,4	-57,0	<0,001
Азотфиксаторы	40,0	-46,7	-53,9	<0,001
Антагонисты +азотфиксаторы	53,3	-33,4	-38,5	<0,01
Пшеница Новосибирская-15				
Контроль	83,3	–	–	–
Виал-ТрасТ	16,7	-66,6	-80,0	<0,001
Антагонисты	50,0	-33,3	-40,0	<0,01
Азотфиксаторы	60,0	-23,3	-28,0	<0,05
Антагонисты +азотфиксаторы	26,7	-56,6	-67,9	<0,001

Интенсивность развития болезни в контроле была невысокой и в зависимости от сорта составила 7,8–17,4 %. Как и в случае с распространённостью, все виды обработки существенно снизили развитие заболевания (табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность заболевания в различных вариантах опыта

Вариант	Показатель			
	Интенсивность, %	Отклонение от контроля		Значимость различий с контролем р
		процентных пунктов	%	
1	2	3	4	5
Ячмень Ача				
Контроль	7,8	–	–	–
Виал-ТрасТ	3,2	-4,6	-59,0	<0,05
Антагонисты	6,0	-1,8	-23,1	нет
Азотфиксаторы	6,3	-1,5	-19,2	нет

1	2	3	4	5
Антагонисты +азотфиксаторы	3,8	-4,0	-51,3	<0,05
Пшеница Памяти Вавенкова				
Контроль	14,5	–	–	–
Виал-ТрасТ	5,3	-9,2	-63,4	0,01
Антагонисты	2,5	-12,0	-82,8	<0,001
Азотфиксаторы	5,5	-9,0	-62,1	<0,01
Антагонисты +азотфиксаторы	1,3	-13,2	-91,0	<0,001
Пшеница Новосибирская-15				
Контроль	17,4	–	–	–
Виал-ТрасТ	4,2	-13,2	-75,9	<0,001
Антагонисты	15,3	-2,1	-12,1	Нет
Азотфиксаторы	5,2	-12,2	-70,1	<0,001
Антагонисты +азотфиксаторы	6,0	-11,4	-65,5	<0,01

При этом бактерицизация по эффективности не уступала действию фунгицида. Так, если обработка фунгицидом в среднем по сортам снизила интенсивность заболевания на 9 процентных пунктов, то при бактерицизации среднее снижение интенсивности варьировало от 5,3 процентных пунктов (вариант «Антагонисты») до 9,5 процентных пунктов (вариант «Антагонисты+азотфиксаторы»). Наиболее эффективно смесь антагонистов и азотфиксаторов проявила себя на пшенице Памяти Вавенкова, снизив интенсивность развития корневой гнили на 13,2 процентных пунктов, или в 11 раз.

Практически во всех вариантах эксперимента бактерицизация привела к увеличению урожайности тест-культур. Максимальный прирост урожайности за счёт бактерицизации отмечен для ячменя (20,3–34,6% относительно контроля). В противоположность бактерицизации протравливание семян препаратом Виал-ТрасТ не привело к сколько-нибудь заметному повышению урожайности (табл. 3).

Для анализа действия обработок на изучаемые зерновые культуры в целом было проведено нормирование исходных данных путём деления на усреднённый контроль для соответствующего сорта. Подобное нормирование позволяет исключить такой фактор, как межсортные различия по урожайности. При этом вместо абсолютных значений урожайности в вариантах опытов получаются относительные значения, что позволяет при статистической обработке объединить данные по всем сортам. Как видно из представленных на рисунке 1 результатов, бактерицизация семян во всех вариантах эксперимента привела к статистически значимому повышению урожайности зерновых культур. Минимальное повышение урожайности в среднем по сортам составило 12,8 % (вариант с бактерицизацией азотфиксаторами), максимальное – 18,4 % (вариант с бактерицизацией смесью антагонистов и азотфиксаторов). В то же время обработка протравителем привела лишь к незначительному (2,5%) повышению среднесортной урожайности относительно контроля (рис. 1).

Урожайность культур в различных вариантах опыта в пересчёте на ц/га

Вариант	Показатель			
	Урожай, ц/га	Отклонение от контроля		Значимость различий с контролем р
		ц/га	%	
Ячмень Ача				
Контроль	38,4±13,7	–	–	–
Виал-ТрасТ	44,0±8,1	5,6	14,6	Нет
Антагонисты	51,7±6,3	13,3	34,6	<0,05
Азотфиксаторы	46,2±7,5	7,8	20,3	Нет
Антагонисты +азотфиксаторы	47,2±4,9	8,8	22,9	0,05
Пшеница Памяти Вавенкова				
Контроль	30,4±2,9	–	–	–
Виал-ТрасТ	27,9±6,4	-2,5	-8,2	Нет
Антагонисты	30,0±16,8	-0,4	-1,3	Нет
Азотфиксаторы	32,2±5,7	1,8	5,9	Нет
Антагонисты +азотфиксаторы	36,3±9,2	5,9	19,4	0,05
Пшеница Новосибирская-15				
Контроль	28,6±10,6	–	–	–
Виал-ТрасТ	29,0±11,1	0,4	1,4	Нет
Антагонисты	33,4±14,3	4,8	16,8	Нет
Азотфиксаторы	32,1±4,8	3,5	12,2	Нет
Антагонисты +азотфиксаторы	32,4±14,2	3,8	13,3	Нет

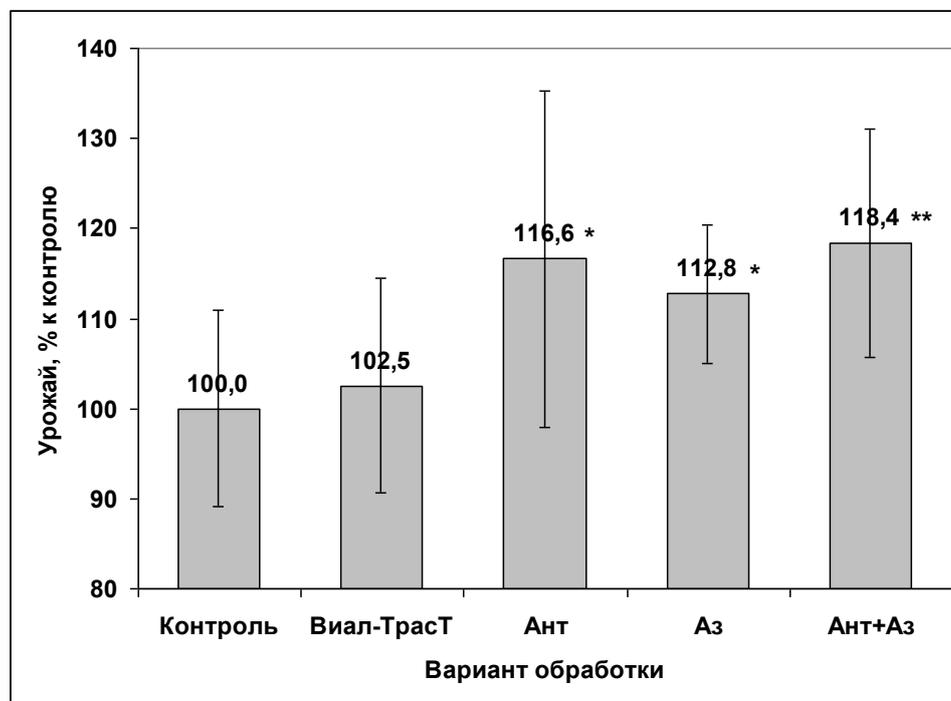


Рис. 1. Влияние обработки на урожайность зерновых относительно контроля в среднем по всем культурам: Ант – обработка антагонистами; Аз – обработка азотфиксаторами; Ант+Аз – обработка смесью антагонистов и азотфиксаторов; * – различия с контролем значимы на уровне $p < 0,05$, ** – различия с контролем значимы на уровне $p = 0,01$

Дискриминантный анализ результатов эксперимента подтвердил, что варианты с обработкой статистически значимо ($p < 0,01$) отличаются от контрольных вариантов по комплексу показателей «распространённость заболевания», «интенсивность заболевания», «урожай» и при проекции на оси дискриминации образуют обособленный кластер (рис. 2). При этом основной вклад в различия между контрольными и обработанными вариантами внес такой показатель, как распространённость болезни (рис. 3).

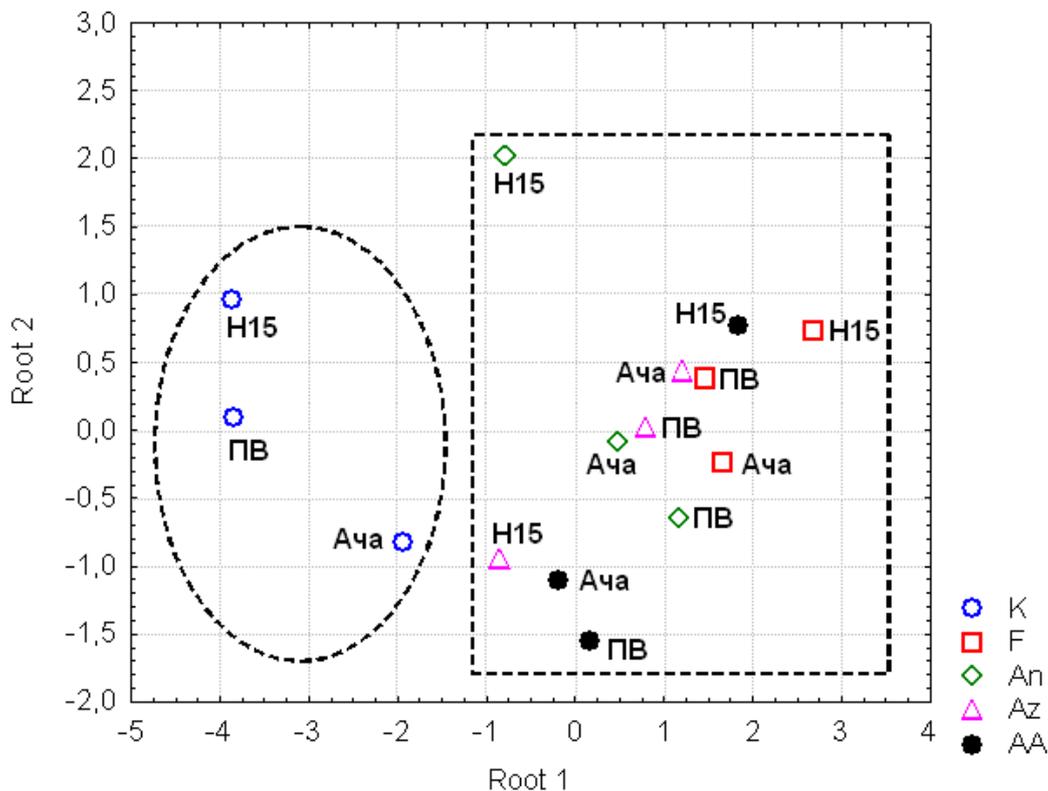


Рис. 2. Проекция контрольных и обработанных вариантов на оси дискриминации: Н15 – сорт Новосибирская-15; ПВ – сорт Памяти Вавенкова; Ача – сорт Ача; К – контроль; F – обработка протравителем; An – бактеризация антагонистами; Az – бактеризация азотфиксаторами; AA – бактеризация смесью антагонистов и азотфиксаторов. Каждая точка соответствует усреднённым данным по соответствующему варианту для данного сорта



Рис. 3. Информационный вклад изучаемых показателей в различия между контрольными и обработанными вариантами

Таким образом, можно констатировать, что бактериализация семян изучаемыми штаммами привела к статистически значимому снижению заболеваемости растений ячменя и пшеницы корневой гнилью, а также к увеличению урожайности всех включенных в эксперимент сортов. При этом, если в плане снижения интенсивности и распространённости корневой гнили эффективность бактериализации несколько уступала эффективности протравливания фунгицидом, то в плане повышения урожайности эффективность бактериализации оказалась существенно выше, чем эффективность протравителя. Максимальный прирост урожайности в среднем по трём сортам отмечен при бактериализации смесью антагонистических и азотфиксирующих штаммов, что открывает перспективу разработки на их основе комбинированных препаратов для борьбы с корневой гнилью и улучшения азотного питания растений.

Выводы

1. Бактериализация семян ячменя и пшеницы изучаемыми штаммами бактерий-антагонистов и азотфиксирующих бактерий привела к статистически значимому снижению поражения растений корневой гнилью, сопоставимому с эффектом химического протравителя.

2. Прибавка урожая при бактериализации во всех вариантах эксперимента превысила прибавку, наблюдавшуюся при протравливании химическим препаратом.

3. В среднем по сортам минимальное повышение урожайности (12,8%) отмечено в варианте с бактериализацией азотфиксирующими бактериями, максимальное (18,4%) – в варианте с бактериализацией смесью антагонистов и азотфиксаторов.

Литература

1. Ланкина Е.П., Хижняк С.В. Бактериальные сообщества пещер как источник штаммов для биологической защиты растений от болезней. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. – 125 с.
2. Ланкина Е.П., Хижняк С.В., Кулижский С.П. Перспективы использования смешанных культур психрофильных и психротолерантных бактерий в биологической защите растений от болезней // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 4. – С. 101–106.
3. Методические указания по проведению производственных испытаний средств и методов защиты зерновых культур от болезней // Приложение к защите и карантину растений. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 23 с.
4. Поллард Д. Справочник по вычислительным методам статистики. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с.
5. Хижняк С.В., Ланкина Е.П., Илиенц И.Р. Оценка эффективности психрофильных пещерных микроорганизмов в биологической борьбе с обыкновенной корневой гнилью зерновых // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6. – С. 49–52.
6. Effects of Nitrogen Fertilization and Soil Inoculation of Sulfur-Oxidizing or Nitrogen-Fixing Bacteria on Onion Plant Growth and Yield / M. Awad Nemat, A.A. Abd El-Kader, M. Attia [et al.] // International Journal of Agronomy. – 2011. – Vol. 2011. – 6 p.
7. The potential and pitfalls of exploiting nitrogen fixing bacteria in agricultural soils as a substitute for inorganic fertilizer / S.P. Cummings, D.R. Humphry, S.R. Santos [et. al] // Environmental biotechnology – 2006. – Vol. 2(1). – P. 1–10.
8. Gupta V.V.S.R., Roper M.M., Roget D.K. Potential for non-symbiotic N₂-fixation in different agroecological zones of southern Australia // Australian Journal of Soil Research. – 2006. – Vol. 44 (4). – P. 343–354.
9. McSpadden Gardener P.P. Diversity and ecology of biocontrol *Pseudomonas* spp. in agricultural systems // Phytopathology. – 2007. – Vol. 97(2). – P. 221–226.
10. Parikh K., Jha A. Biocontrol features in an indigenous bacterial strain isolated from agricultural soil of Gujarat, India // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2012. – Vol. 12(2). – P. 245–252.

11. Effect of Using Agro-fertilizers and N-fixing Azotobacter Enhanced Biofertilizers on the Growth and Yield of Corn / S.H. Peng, W.M. Wan-Azha, W.Z. Wong [et al.] // Journal of Applied Sciences. – 2013. – №13. – P. 508–512.
12. Evaluation of indigenous bacterial strains for biocontrol of the frog-eye leaf spot of soya bean caused by *Cercospora sojina* / E. Simonetti, M.A. Carmona, M.M. Scandiani [et al.] // Lett. Appl. Microbiol. – 2012. – Vol. 55(2). – P. 170–173.



УДК 631.4

О.В. Шиндорикина, О.А. Ульянова, В.В. Чупрова

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЭМИССИЮ CO₂ ИЗ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В статье рассматривается количественная оценка эмиссии углекислого газа (CO₂) из агрочернозема под действием органических удобрений в посевах яровой пшеницы. Показано, что эмиссия CO₂ связана со свойствами почвы и гидротермическим режимом в течение вегетационного сезона, а также с количеством и качеством вносимых удобрений.

Ключевые слова: агрочернозем, птичий помет, вермикомпост, эмиссия углекислого газа, минерализация, пшеница.

O.V. Shindorikova, O.A. Ulyanova, V.V. Chuprova

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE CO₂ EMISSION FROM AGROCHERNOZEM IN THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE CONDITIONS

The quantitative assessment of the carbon dioxide (CO₂) emissions from agrochernozem under the influence of organic fertilizers in spring wheat crops is considered in the article. It is shown that CO₂ emission is connected with the soil properties and the hydrothermal mode during the vegetative season as well as with the quantity and quality of the introduced fertilizers.

Key words: agrochernozem, poultry droppings, vermicompost, carbon dioxide emission, salinity, wheat.

Введение. Выделение углекислого газа (CO₂) является показателем биологической активности почвы, характеризующим напряженность происходящих в ней микробиологических процессов. По количеству выделяющейся из почвы углекислоты судят об интенсивности минерализационных процессов органического вещества, определяющих накопление в почве минеральных соединений биогенных элементов, а также о необходимых затратах свежего органического вещества для поддержания имеющихся в почве запасов углерода [11]. Почвы являются важнейшим резервуаром органического углерода в биосфере [8]. Запас углерода почв примерно в 3 раза больше, чем в наземной биомассе, и в 2 раза превышает запас атмосферного углекислого газа [2, 5].

Повышенный интерес к оценке эмиссии углекислого газа из почв в последние два десятилетия обусловлен тем, что CO₂ является информативным показателем функционального состояния экосистемы в целом [3]. В научной литературе широко представлены результаты исследований по эмиссии и балансу диоксида углерода в наземных экосистемах России [3–4], но недостаточно освещены вопросы влияния органических удобрений на интенсивность продуцирования углекислоты из почв.

Цель работы. Дать количественную оценку эмиссии CO₂ из агрочернозема при поступлении в почву различных доз птичьего помета и вермикомпоста в агроценозах яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи.

Методика исследований. Исследования проводили в полевом опыте учебного хозяйства «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи в 2012–2014 гг.

Объектами исследований. Почва, органические удобрения: птичий помет и вермикомпост, полученный методом переработки птичьего помета и гидролизного лигнина калифорнийским червем *Eisenia fetida*. Почва, используемая в опытах, – агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный глубокопахотный, сильно гумусированный на желтой бурой глине, характеризуется следующим строением профиля: PU-AU-AUBI-BI-Вса-Сса. Почва опытного участка перед закладкой опыта имела следующие агрохимические показатели: Нг – 1 мг-экв/100 г; S – 17,2 мг-экв/100 г; рН_{н2о} – 6,6; содержание гумуса – 6,5 %; подвижного фосфора – 252 мг/кг; обменного калия – 263 мг/кг.

Органические удобрения вносили осенью 2011 года в паровое поле опыта под основную обработку и заделывали их на глубину 20 см согласно схеме: 1) контроль (без удобрений); 2) птичий помет – 2 т/га (ПП); 3) ПП – 4 т/га; 4) ПП – 6 т/га; 5) вермикомпост (ВК) в дозе эквивалентной (экв.) 2 т/га ПП; 6) ВК экв. 4 т/га ПП; 7) ВК экв. 6 т/га ПП. Площадь одной делянки составила 100 м², повторность опыта трехкратная. Размещение делянок рендомизированное. Тестовой культурой эффективности применяемых удобрений служила яровая пшеница сорта Новосибирская 15. После уборки пшеницы солома оставалась на поле и запахивалась.

В современных исследованиях учет образующегося С-СО₂ из почв является основным способом оценки минерализации органического вещества в них [7]. Измерение эмиссии углекислого газа с поверхности почвы проводили в течение вегетационных сезонов 2012–2014 гг. (с июня по август) абсорбционным методом в модификации И.Н. Шаркова [10]: использовали полипропиленовые сосуды (d= 10 см, h= 15 см) с крышками. Сосуд-изолятор врезали в почву на глубину 5 см. Внутри него ставили чашку (d=5 см) с 10 мл 1н. NaOH. Сосуд плотно закрывали крышкой на 24 ч, в дальнейшем вынимали и на месте титровали 0,2 н HCl по фенолфталеину. Выделение почвой СО₂ рассчитывали с учетом холостого титрования (щелочь на период размещения помещали в сосуд без почвы). Суммарное выделение углекислоты за вегетационный период рассчитывали путем линейного интерполирования. Измерение скорости выделения углекислого газа осуществляли с шагом 14 суток в трехкратной повторности. В течение всего периода наблюдений одновременно проводили измерение температуры и влажности. Влажность почвы определяли в слое 0–20 термовесовым методом.

Полученные результаты полевого опыта были обработаны статистически методом дисперсионного анализа с использованием программных пакетов «Excel», «Statistica».

Результаты и их обсуждение. Поддержание бездефицитного баланса гумуса в почве обеспечивается ежегодным внесением того количества органического вещества, которое отчуждается с урожаем. Поэтому необходимо вносить органические удобрения. Внесенные в почву удобрения включаются в процессы минерализации и гумификации. Минерализация органических веществ – первостепенный источник поступления в почвы доступных растениям элементов-биофилов в концентрациях, близких к экологическим потребностям организмов. При минерализации сложные органические соединения, в том числе и гумус, при участии различных групп микроорганизмов превращаются в простые химические вещества, воду, углекислый газ, соли различных анионов и катионов. Продукты минерализации попадают в почвенные растворы и в значительной степени становятся объектом питания растений, т.е. вновь включаются в биологический круговорот.

В данной работе рассматривается процесс минерализации, который оценивали по продуцированию углекислоты из агрочернозема при внесении разных видов и доз органических удобрений (птичьего помета и вермикомпоста). Агрохимическая характеристика применяемых удобрений представлена в таблице 1.

Анализ табличных данных свидетельствует о высоких показателях валовых форм азота, фосфора и калия в применяемых в опыте удобрениях. Следует отметить, что эти показатели значительно выше в птичьем помете по сравнению с вермикомпостом (продуктом его переработки). Птичий помет имеет щелочную реакцию среды в отличие от нейтральной у вермикомпоста.

Агрохимическая характеристика птичьего помета и вермикомпоста

Показатель	С, %	рН	Валовые, %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вермикомпост	18,10	6,77	1,12	3,80	0,95
Птичий помет	-	8,30	5,76	5,06	2,23

Важнейшим показателем, определяющим интенсивность минерализации органического вещества почвы при внесении удобрений, являются скорость продуцирования углекислого газа. Количественная оценка эмиссии CO₂ из агрочернозема представляет наибольший интерес, поскольку эти почвы составляют основной фонд пашни в условиях Красноярской лесостепи.

Известно [1, 3–4], что эмиссия углекислого газа почвами неодинакова в различные периоды вегетации и в зависимости от сочетания погодных условий, физиологического состояния растений и микробных сообществ имеет ярко выраженную динамику.

Динамика продуцирования углекислого газа из парового поля агрочернозема приведена в источнике [12], поэтому в этой статье рассматриваться не будет.

Анализ сезонной динамики выделения CO₂ из почвы при выращивании первой яровой пшеницы после пара показывает, что напряженность биологических процессов при применении разных видов и доз органических удобрений была неодинаковой. Отметим, что величина продуцирования углекислого газа в течение июня 2013 года по вариантам опыта изменялась от 22,3 до 41,5 г·м⁻²·сут⁻¹ (табл. 2), при этом достоверно меньше выделялось углекислоты при внесении высоких доз удобрений (4–6 т/га ПП и ВК экв. 6 т/га). Это обусловлено уровнем содержания нитратного азота в почве. Экспериментально установлено [6, 9], что чем выше уровень азотного питания, тем сильнее ингибирование эмиссии CO₂ из почвы. Что мы и наблюдали в нашем опыте.

Таблица 2

Влияние удобрений на выделение углекислого газа из агрочернозема в 2013 г., г·м⁻²·сут⁻¹

Вариант	Среднесуточное выделение углекислоты		
	Июнь	Июль	Август
1. Контроль (без удобрений)	41,5±6,2	57,3±9,3	115,7±
2. ПП 2 т/га	39,0±9,0	68,6±2,3	118,3±
3. ПП 4 т/га	26,9±6,1	78,0±1,6	64,8±
4. ПП 6 т/га	23,8±3,6	48,0±4,8	45,7±
5. ВК экв. 2 т/га ПП	41,3±8,7	52,5±7,0	122,4±
6. ВК экв. 4 т/га ПП	33,0±10,6	35,9±1,8	40,4±
7. ВК экв. 6 т/га ПП	22,2±8,1	72,6±5,6	59,2±
НСР ₀₅	9,2	6,9	8,6

В июльский период, с повышением температуры, интенсивность продуцирования углекислого газа достоверно увеличилась в сравнении с предыдущим периодом и варьировала от 35,9 до 78,0 г·м⁻²·сут⁻¹ в зависимости от варианта опыта. Как известно [4], в условиях меняющегося климата температура и влажность почвы являются значимыми экологическими факторами, определяющими скорость распада органического вещества и интенсивность выделения CO₂ из почвы.

Максимальные значения продуцирования CO₂ отметили в августе, где скорость выделения углекислоты изменялась от 40,4 до 122,4 г·м⁻²·сут⁻¹ по вариантам опыта и связана была с азотным режимом почвы, а также с гидротермическими условиями.

Анализ сезонной динамики выделения углекислоты в 2014 г. свидетельствовал о минимальных значениях ($18,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$) продуцирования CO_2 на контроле в июне месяце, что обусловлено низким количеством «свежего» органического вещества в этом варианте (табл. 3). В удобренных птичьим пометом вариантах опыта выделение углекислоты повысилось в 1,9-3,7 раза, а при внесении вермикомпоста – в 1,3–5,4 раза по отношению к контролю в зависимости от дозы внесения.

Таблица 3

Влияние удобрений на выделение углекислого газа из агрочернозема в 2014 г., $\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$

Вариант	Среднесуточное выделение углекислоты		
	июнь	июль	август
1. Контроль (без удобрений)	18,3±1,4	73,1±7,4	63,2±10,1
2. ПП 2 т/га	33,9±2,2	81,6±20,0	172,1±66,3
3. ПП 4 т/га	37,9±7,8	82,7±22,0	180,2±21,3
4. ПП 6 т/га	67,3±6,1	119,5±29,8	100,0±32,7
5. ВК экв. 2 т/га ПП	34,7±3,0	68,1±6,8	147,5±46,0
6. ВК экв. 4 т/га ПП	99,2±7,7	65,8±5,8	128,2±37,4
7. ВК экв. 6 т/га ПП	24,0±2,1	77,2±5,8	38,4±2,4
НСР ₀₅	8,9	15,9	43,5

Увеличение температуры к июлю месяцу способствовало и значительному повышению эмиссии углекислого газа по всем вариантам опыта относительно июньского периода. Отметим, что достоверное повышение интенсивности продуцирования углекислого газа происходило только в варианте с применением птичьего помета в количестве 6 т/га по сравнению с контролем и другими удобренными вариантами. В августе выделение CO_2 было высоким в вариантах с птичьим пометом (доза 2–4 т/га) и в вариантах с вермикомпостом, внесенным в агрочернозем в количествах, эквивалентных 2–4 т/га птичьего помета, значительно превышающих контроль. Отметим, что доза вермикомпоста, эквивалентная 6 т/га ПП, снижала выделение углекислоты в 1,7 раза по отношению к контролю.

Проведенный корреляционный анализ между среднесуточным выделением углекислоты в течение вегетационного периода 2014 г. и температурой воздуха свидетельствует о средней зависимости ($r=0,65$) в варианте с птичьим пометом (6 т/га) и тесной связи ($r=0,90-0,96$) при поступлении в агрочернозем вермикомпоста (ВК экв. 4 т/га и 6 т/га) (табл. 4). Связь с количеством осадков сильная была на контроле и при поступлении в почву 6 т/га птичьего помета и вермикомпоста в эквивалентной дозе ($r=0,91-0,99$).

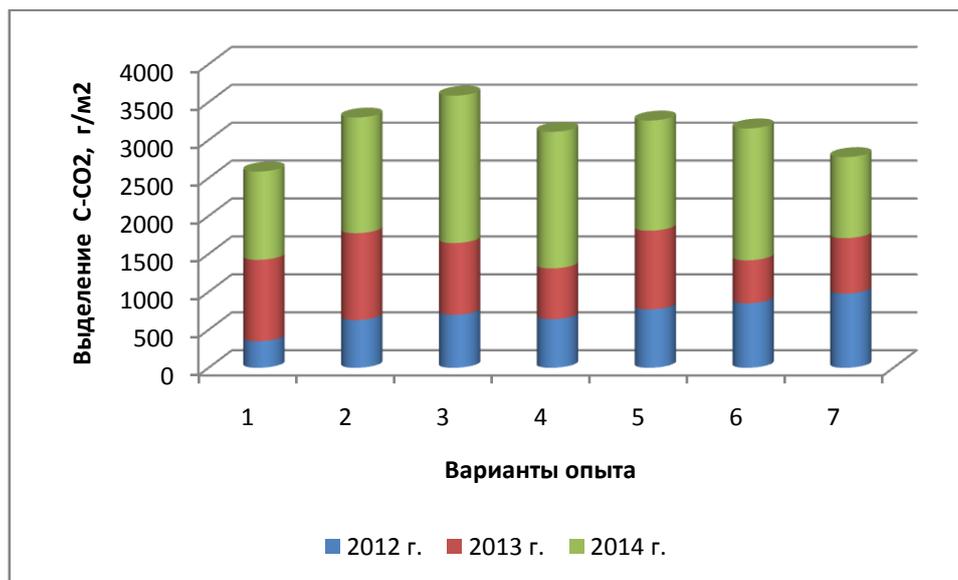
Таблица 4

Корреляционная зависимость интенсивности продуцирования CO_2 от температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и количества осадков, мм

Варианты опыта						
Контроль (без удобрений)	ПП 2 т/га	ПП 4 т/га	ПП 6 т/га	ВК экв. 2 т/га ПП	ВК экв. 4 т/га ПП	ВК экв. 6 т/га ПП
Зависимость от температуры						
0,49	0,35	0,38	0,65	0,40	0,96	0,90
Зависимость от осадков						
0,98	0,49	0,46	0,99	0,44	0,39	0,91

Суммарное выделение углекислоты за все вегетационные периоды наблюдений было минимальным на контроле и связано с меньшим поступлением органики (рис.). Внесение органических удобрений в агрочернозем повысило эмиссию CO_2 при внесении птичьего помета в 1,2–1,4

раза, а при внесении вермикомпоста – в 1,2–1,3 раза в зависимости от дозы внесения по отношению к контролю.



Эмиссия CO_2 из агрочернозема, g/m^2 за вегетационные сезоны при внесении удобрений по вариантам опыта: 1 – контроль (без удобрений); 2 – ПП 2 т/га; 3 – ПП 4 т/га; 4 – ПП 6 т/га; 5 – ВК экв. 2 т/га ПП; 6 – ВК экв. 4 т/га ПП; 7 – ВК экв. 6 т/га ПП

Выводы

1. В условиях Красноярской лесостепи эмиссия CO_2 связана с количеством и качеством поступающих в почву органических удобрений и гидротермическим режимом в течение вегетационного сезона.

2. Приход свежего органического материала в почву оказывает значительное влияние на выделение углекислоты. Эмиссия CO_2 из агрочернозема при поступлении птичьего помета возросла в 1,2–1,4 раза, а при внесении вермикомпоста – в 1,2–1,3 раза в зависимости от дозы внесения к контролю.

Авторы благодарят коллег кафедры почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ, принявших участие в закладке полевого опыта в учхозе «Миндерлинское»

Литература

1. Ведрова Э.Ф., Миндеева Т.Н. Интенсивность продуцирования углекислого газа при разложении лесных подстилок // Лесоведение. – 1998. – № 1. – С. 30–41.
2. Заварзин Г.А., Кудеяров В.Н. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // Вестник РАН. – 2006. – Т. 76. – № 1. – С. 14–24.
3. Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1112–1121.
4. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мякшина Т.Н. Эмиссия CO_2 из почв различных экосистем южно-таежной зоны: анализ данных непрерывных 12-летних круглогодичных наблюдений // Докл. РАН. – 2011. – Т. 436. – № 6. – С. 843–846.
5. Ларионова А.А., Розанова Л.Н. Влияние температуры и влажности почв на эмиссию CO_2 // под ред. Г.А. Заварзина, В.Н. Кудеярова. – Пушино: Пушин. науч. центр, 1993. – С. 68–75.

6. Назарюк В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 364 с.
7. Разложение и минерализация фитомассы в серой лесной почве: кинетический анализ / В.М. Семенов, Л.А. Иванникова, Т.В. Кузнецова [и др.] // Почвоведение. – 2001. – № 5. – С. 569–577.
8. Чупрова В.В. Управление плодородием почв // Инновационные технологии производства продукции растениеводства: рекомендации. – Красноярск, 2011. – С. 42–50.
9. Шарков И.Н. Удобрения и проблема гумуса в почвах // Почвоведение. – 1987. – № 11. – С. 70–81.
10. Шарков И.Н. Абсорбционный метод определения эмиссии CO₂ из почвы // Методы исследований органического вещества почв. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2005. – С. 401–407.
11. Шарков И.Н., Шепелев А.Г., Мишина П.В. Влияние растительных остатков и обработки почвы на эмиссию CO₂ из чернозема выщелоченного в условиях лесостепи приобья // Почвы Сибири: особенности функционирования, использования и охраны: мат-лы науч. конф., посвящ. 90-летию д-ра с.-х. наук, проф. П.С. Бугакова. – Красноярск, 2012. – С. 49–54.
12. Шиндорикова О.В., Ульянова О.А. Оценка скорости минерализации органического вещества чернозема выщелоченного при внесении органических удобрений // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 64–68.



УДК 632.952

С.В. Хижняк, Д.И. Шевелёв, В.А. Самойлова

ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИГИДРИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

В ходе исследования выявлено, что биогенные наночастицы ферригидрита, допированные алюминием и кобальтом, статистически значимо усиливают эффект обработки семян фунгицидом, в то время как наночастицы чистого ферригидрита снижают действие фунгицида.

Ключевые слова: биогенные наночастицы, ферригидрит, фунгицид, токсичность.

S.V. Khizhnyak, D.I. Shevelyov, V.A. Samoylova

INFLUENCE OF BIOGENIC FERRIHYDRITE NANOPARTICLES ON THE EFFICIENCY OF FUNGICIDE TREATMENT OF WHEAT SEEDS

In the course of research it is established that biogenic ferrihydrite nanoparticles doped with aluminum and cobalt statistically significantly enhance the effect of fungicide seed treatment, whereas nanoparticles of pure ferrihydrite reduce the effect of fungicide.

Key words: biogenic nanoparticles, ferrihydrite, fungicide, toxicity.

Введение. Защита растений от болезней является исключительно актуальной проблемой повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Среди методов и средств защиты растений преобладающим остается химический. Несмотря на свою эффективность, химический метод имеет ряд недостатков: нарушение биологического равновесия в природе, накопление остаточных количеств химических средств защиты в сельскохозяйственной продукции и прогрессирующей к ним устойчивости патогенных организмов, высокая стоимость фунгицидов и катастрофическое загрязнение окружающей среды. В предыдущих исследованиях нами было показано, что наночастицы бактериального ферригидрита оказывают модифицирующее действие на токсические свойства

фунгицидов, что открывает возможность снизить токсическую нагрузку на окружающую среду без потери эффективности применяемых препаратов [2, 5].

Цель исследования. Проверка влияния наночастиц бактериального ферригидрита на эффективность протравливания семян коммерческими фунгицидами на примере протравителя «Виал-ГТ» (тебуконазол 60 г/л + тиабендазол 80 г/л).

Объекты и методы. В экспериментах использовали предоставленные главным научным сотрудником Международного научного центра исследования экстремальных состояний организма СО РАН Ю.Л. Гуревичем наночастицы бактериального ферригидрита ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Данные частицы синтезируются гетеротрофными бактериями при выращивании на питательной среде, содержащей органические соли железа, размер частиц составляет преимущественно 2–5 нанометра [1, 4]. Наночастицы применяли в виде устойчивого водного золя, полученного по технологии, описанной в [3], содержание ферригидрита в золях составляло 0,3 г/л в пересчёте на железо. Использовали три типа частиц: чистый ферригидрит, ферригидрит, допированный кобальтом, и ферригидрит, допированный алюминием, в дальнейшем обозначенные соответственно как Fe, FeCo и FeAl.

Для более четкого выявления эффекта наночастиц при приготовлении рабочего раствора протравителя использовали концентрацию препарата 2/3 от рекомендованной фирмой-производителем. В вариантах без наночастиц рабочий раствор готовили на дистиллированной воде, в вариантах с наночастицами – на смеси дистиллированной воды и золь частиц из расчёта 80 мл воды + 20 мл золя. Рабочие растворы готовили непосредственно перед протравливанием семян.

В качестве тест-объекта использовали семена пшеницы сорта Новосибирская-15 с высокой степенью зараженности фитопатогенными грибами р.р. *Alternaria*, *Fusarium* и *Bipolaris*, полученные в ОПХ «Минино» на естественном инфекционном фоне. Протравливание семян проводили из расчёта 10 л рабочего раствора на 1 тонну семян, контролем служили непротравленные семена. Эффективность протравливания семян определяли методом влажной камеры. При этом в каждом варианте эксперимента 50 % обработанного зерна помещали во влажную камеру сразу после обработки, 50 % перед помещением во влажную камеру выдерживали в течение 7 суток.

Значимость отличий вариантов по зараженности от контроля определяли по точному критерию Фишера для таблиц 2x2 с использованием пакета StatSoft STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Определённая методом влажной камеры суммарная зараженность необработанных семян составила 75 %, в том числе грибами р. *Alternaria* – 72 %, грибами р.р. *Fusarium* и *Bipolaris* – соответственно 3 и 1 %.

Сам по себе фунгицид в использованной концентрации, а также фунгицид с добавлением наночастиц ферригидрита не оказали статистически значимого влияния на заражённость семян. В то же время протравливание фунгицидом с добавлением наночастиц, допированных кобальтом и алюминием, привело к статистически значимому снижению заражённости. Хотя ни в одном из вариантов не произошло полного обеззараживания семян, в вариантах с FeCo и FeAl заражённость статистически значимо ($p < 0,001$) снизилась соответственно на 19 и 28 процентных пункта, или на 26–38 % относительно контроля (табл. 1).

В случае, когда анализ заражённости зерна проводится не сразу после протравливания, а зерно выдерживается 7 суток после обработки, картина несколько меняется.

Так, эффект от обработки фунгицидом возрастает и становится статистически значимым, а эффект добавления к фунгициду наночастиц меняется разнонаправленно. Наночастицы чистого ферригидрита полностью нейтрализуют микотоксический эффект фунгицида ($p < 0,001$). Наночастицы ферригидрита, допированного кобальтом, снижают эффективность протравливания в 1,3 раза ($p < 0,01$). Наночастицы, допированные кобальтом, сохраняют эффект усиления действия фунгицида ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 1

Статистический анализ отличий вариантов от контроля по общей заражённости семян после обработки

Вариант	Заражённость, %	Заражённость, % к контролю	Значимость различий с контролем р
Контроль	75	100	–
Фунгицид	71	95	Нет
Фунгицид+Fe	75	100	Нет
Фунгицид+FeCo	56	74	< 0,001
Фунгицид+FeAl	47	62	< 0,001

Таблица 2

Статистический анализ отличий вариантов от контроля по общей заражённости семян при анализе через 7 суток после обработки

Вариант	Заражённость, %	Заражённость, % к контролю	Значимость различий с контролем р
Контроль	75	100	–
Фунгицид	48	64	< 0,001
Фунгицид+Fe	79	105	Нет
Фунгицид+FeCo	62	82	< 0,01
Фунгицид+FeAl	38	50	< 0,001

Результаты изучения влияния наночастиц на эффективность препарата «Виал-ТТ» при протравливании семян в зависимости от времени контакта наночастиц и фунгицида суммированы в таблице 3.

Таблица 3

Влияние изучаемых наночастиц на эффективность фунгицида при протравливании семян

Тип частиц	Короткий контакт	Длительный контакт
Fe	Нет	Значительное ослабление
FeCo	Значительное усиление	Небольшое ослабление
FeAl	Значительное усиление	Небольшое усиление

Полученные результаты хорошо согласуются с результатами ранее проведённых исследований влияния изучаемых типов наночастиц на токсичность препарата «Виал-ТТ» в отношении конидий фитопатогенных грибов р.р. *Alternaria*, *Fusarium* и *Bipolaris* [4]. Как и в экспериментах на семенах, в исследованиях на конидиях фитопатогенов нами было выявлено два противоположных

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 615.451:612.014

А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИТОАДАПТОГЕНОВ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ У ТЕЛЯТ

В статье исследована возможность коррекции свободнорадикального окисления липидов мембран организма телят пероральным введением настоек женьшеня, лимонника, аралии. Отмечено положительное влияние фитоадаптогенов на стабилизацию процессов пероксидации, заключающуюся в уменьшении содержания продуктов радикального характера в плазме крови животных.

Ключевые слова: фитоадаптогены, настойка женьшеня, настойка лимонника, настойка аралии, окислительный стресс, антиоксидантная система.

A.P. Lashin, N.V. Simonova, N.P. Simonova

THE COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PHYTO-ADAPTOGEN EFFICIENCY IN THE CONDITIONS OF THE OXIDATIVE STRESS IN CALVES

The possibility of correcting the free radical oxidation of the calves' organism membrane lipids by the oral introduction of the tinctures from ginseng, schizandra and aralia is researched in the article. The positive phyto-adaptogen influence on the stabilization of peroxidation processes, resulting in the content reduction of the radical nature products in the blood plasma of animals is noted.

Key words: phyto-adaptogens, ginseng tincture, schizandra tincture, aralia tincture, oxidative stress, antioxidant system.

Введение. Неблагоприятные условия содержания стельных животных, несбалансированное или неполноценное кормление приводят к дефициту необходимых питательных веществ у плода, в результате его развитие нарушается, телята рождаются физиологически незрелыми и маложизнеспособными [1]. У такого потомства наблюдаются ферментопатии, незавершенность структур различных органов и, как следствие, нарушение нормальных физиологических функций, приводящих к заболеваниям, в частности желудочно-кишечного тракта, которые ряд исследователей относят к мембранопатологиям [2, 4, 6]. На сегодняшний день доказано, что патогенетической основой болезней молодняка сельскохозяйственных животных являются активация процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), накопление в межклеточном пространстве супероксидного иона перекиси водорода и гипероксидного радикала, подавление эндогенных антиоксидантных систем (АОС), нейтрализующих свободные радикалы, и, как следствие, развитие окислительного стресса и повреждение тканей [4, 7, 8], что требует патогенетически обоснованной фармакологической коррекции. Применение фитоадаптогенов, содержащих комплекс антиоксидантов (флавоноиды, витамины, микроэлементы и др.), способных тормозить реакции свободнорадикального окисления, вызывая стабилизацию внутриклеточных мембранных структур с сохранением функции интегрированных в мембранах белков [5, 8, 10], является целесообразным и открывает перспективы в регуляции окислительного стресса у телят.

Цель исследований. Изучение сравнительной эффективности фитоадаптогенов при окислительном стрессе у телят.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на кафедре патологии, морфологии и физиологии Дальневосточного государственного аграрного университета, а также на кафедре фармакологии Амурской государственной медицинской академии. Экспериментальная часть

исследований проводилась на базе животноводческого комплекса «Луч» Ивановского района Амурской области. Контрольную и подопытные группы формировали на телятах – аналогах краснопестрой породы средней живой массой 35 кг при рождении, по 10 животных в каждой группе: 1-я группа – контрольная; 2-, 3-, 4-е группы – подопытные, животным данных групп для повышения неспецифической резистентности вводили фитоадаптогены – настойки женьшеня (НЖ), лимонника (НЛ), аралии (НА) перорально в суточной дозе 5 мл однократно за 20–30 минут до кормления в течение 21 дня. Забор крови проводили на 21-й день эксперимента с последующим исследованием содержания в крови телят гидроперекисей липидов (ГП), диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и компонентов АОС – церулоплазмина, витамина Е по методикам, изложенным в ранее опубликованной нами работе [9]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Стьюдента (t) с помощью программы Statistica v.6.0. Результаты считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование состояния системы ПОЛ/АОС с определением содержания первичных и вторичных продуктов пероксидации, активности основных компонентов АОС у телят является целесообразным, поскольку изучение уровней интенсивности ПОЛ, являющихся маркером в оценке патологических состояний, связанных с деструкцией биомембран и развитием эндогенной интоксикации в условиях повышенного распада биомолекул, клеток и тканей, накопления эндотоксинов мембранодеструктивного действия, можно использовать для раннего прогнозирования и диагностики заболеваний у молодняка сельскохозяйственных животных [6]. Введение фитоадаптогенов в эксперименте способствовало снижению уровня первичных и вторичных продуктов ПОЛ в плазме крови телят (табл. 1): в группе животных, получавших настойку женьшеня, уровень ГП был на 28 % ниже, чем в контроле; настойку лимонника – на 23 %; настойку аралии – на 10 %.

Таблица 1

Содержание продуктов ПОЛ в крови экспериментальных животных, $M \pm m$ (n=10)

Группа животных	ГП, нмоль/мл	ДК, нмоль/мл	МДА, нмоль/мл
Контрольная	36,8±2,5	45,6±3,0	6,6±0,5
Введение настойки женьшеня	26,5±2,1*	36,2±1,5*	5,1±0,2*
Введение настойки лимонника	28,2±1,5*	34,5±2,2*	5,0±0,2*
Введение настойки аралии	33,0±2,8	38,5±2,5	5,2±0,2*

* Достоверность различия показателей по сравнению с контрольной группой $p < 0,05$.

Содержание ДК по сравнению с контрольной группой в подопытных группах было меньше на 21 % на фоне введения настойки женьшеня, на 24 % – лимонника, на 16 % в группе животных, получавших настойку аралии. Уровень МДА во всех экспериментальных группах животных был достоверно ниже данного показателя в контроле: в условиях введения настойки женьшеня – на 23 % относительно контроля, настойки лимонника – на 24 %, настойки аралии – на 21 %.

Использование фитоадаптогенов способствовало повышению активности АОС в крови подопытных животных (табл. 2): содержание церулоплазмина и витамина Е на фоне введения настойки женьшеня выросло на 26 % по сравнению с аналогичными показателями в группе контрольных телят, на фоне введения настойки лимонника – на 42 и 32 % соответственно, применение настойки аралии привело к достоверному увеличению уровня витамина Е на 31 %.

Таблица 2

Содержание компонентов АОС в крови экспериментальных животных, М±m (n=10)

Группа животных	Церулоплазмин, мкг/мл	Витамин Е, мкг/мл
Контрольная	21,2±1,5	44,5±2,5
Введение настойки женьшеня	26,8±1,2*	56,0±3,5*
Введение настойки лимонника	30,0±1,8*	58,9±3,0*
Введение настойки аралии	22,3±1,8	58,5±3,5*

* Достоверность различия показателей по сравнению с контрольной группой $p < 0,05$.

В целом, как показали проведенные исследования, введение настойки лимонника в большей степени способствует стабилизации процессов перекисидации у телят, что связано, на наш взгляд, с совокупностью в химическом составе флавоноидов с витаминами, в частности Е и С, обладающими антирадикальной активностью, проявляющими синергизм по отношению к флавоноидам при замедлении скорости цепных процессов окисления в биологических мембранах, что согласуется с результатами исследований, опубликованными Н.К. Зенковым и соавт. [3]. Антиоксидантный эффект настойки женьшеня связан, по-видимому, с содержащимися в составе лекарственного средства алкалоидами (никотин, ацетилхолин, гистамин, 5-окситриптамиин, или серотонин) и панаксозидами, обеспечивающими стресс-протективный эффект. Среди вышперечисленных алкалоидов последний отчетливо уменьшает скорость окисления липидов в мембранах, в частности подавляет в фосфолипидах лизосом образование гидроперекисей за счет перехвата супероксидного анион-радикала. Кроме этого, биогенные амины увеличивают в тканях содержание тиолов и способствуют ферментативному восстановлению дисульфидных соединений, что приводит к возрастанию уровня активных SH-групп в организме, уменьшающих образование перекисей в липидных биоструктурах и снижающих интенсивность свободнорадикальных реакций. В последние годы доказана роль панаксозидов как ингибиторов свободнорадикального окисления [5], в частности за счет способности индуцировать выработку эндогенной супероксиддисмутазы, катализирующей реакцию дисмутации (обратного превращения) супероксидного аниона в кислород и перекись, что открыло перспективы в использовании их в качестве компонентов физиологической антиоксидантной системы. Возможно, что в реализации антиоксидантного эффекта препаратов женьшеня при окислительном стрессе лежит как прямое действие на свободные радикалы и перекиси, так и опосредованное в результате увеличения количества НАДФ-Н донора водорода.

Таким образом, подтверждена эффективность фитоадаптогенов при окислительном стрессе у телят, что является основанием для разработки методических рекомендаций по профилактическому применению исследуемых лекарственных средств.

Выводы

1. Установлена возможность коррекции процессов перекисидации у телят введением фитоадаптогенов, основанная на снижении уровня первичных и вторичных продуктов ПОЛ в крови животных на фоне повышения содержания церулоплазмينا и витамина Е.

2. Степень выраженности антиоксидантного эффекта у исследуемых лекарственных средств с учетом достоверности и отклонений показателей от контроля эквивалентна и имеет следующую последовательность: настойка лимонника > настойка женьшеня > настойка аралии.

Литература

1. Воронцова Л.А., Воронцов Е.В., Момот А.М. Воздействие препаратов из молозива на гуморальные факторы защиты новорожденных телят // Дальневосточный аграрный вестник. – 2007. – № 1. – С. 96–101.

2. Енукашвили А.И. Влияние препарата «хелавит» на показатели специфической и неспецифической защиты организма крупного рогатого скота // Медицинская иммунология. – 2011. – Т. 13, № 5. – С. 545.
3. Зенков Н.К., Кандалицева Н.В., Ланкин В.З. Фенольные биоантиоксиданты. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2003. – 328 с.
4. Киселева Р.Е., Борченко Р.В., Кузьмичева Л.В. Эндогенная интоксикация у телят при диарее // Ветеринария. – 2005. – № 12. – С. 39–41.
5. Крендаль Ф.П., Козин С.В., Левина Л.В. Сравнительная характеристика препаратов из группы фитоадаптогенов – женьшеня, элеутерококка и родиолы розовой. – М., 2007. – 392 с.
6. Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П. Адаптогены в профилактике диспепсии у новорожденных телят // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 28–31.
7. Симонов В.А., Симонова Н.В. Способы коррекции перекисного окисления липидов при беломышечной болезни животных. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. – 198 с.
8. Симонова Н.В., Доровских В.А., Симонова Н.П. Ультрафиолетовое облучение и окислительный стресс. Возможности фитокоррекции. – Благовещенск: Изд-во АГМА, 2014. – 140 с.
9. Симонова Н.В., Лашин А.П., Симонова Н.П. Эффективность фитопрепаратов в коррекции процессов ПОЛ биомембран на фоне УФО // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 5. – С. 95–99.
10. Толкачева А.В., Курдияш О.И. Изучение антиоксидантных и антирадикальных свойств полифенолов растительного происхождения // Человек и лекарство: сб. мат-лов XVII Рос. национ. конгр. – М., 2010. – С. 728.



УДК 619:579.62

А.А. Тайлаков, А.А. Мороз

ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ПТИЦ В НЕВОЛЕ

В статье представлены данные по изучению зоотехнических параметров содержания экзотических птиц в неволе. Определены оптимальные показатели освещенности, шумовой нагрузки и температуры. Параллельно с зоотехническими нормами определены оптимальные условия содержания экзотической птицы в условиях парка флоры и фауны «Роев ручей».

Ключевые слова: фазаны, зоотехнические параметры, содержание птиц в неволе.

А.А. Tailakov, А.А. Moroz

ZOOTECNICAL CONDITIONS OF THE DECORATIVE BIRDS KEEPING IN CAPTIVITY

The article presents data on the study of zootechnical parameters of the exotic birds keeping in captivity. The optimal indicators of lighting, noise pollution and temperature are determined. Simultaneously with the zootechnical standards the optimal conditions of the exotic birds keeping in the park of flora and fauna «Roev Ruchei» are established.

Key words: pheasants, zootechnical parameters, birds keeping in captivity.

Введение. Фазаны являются одним из традиционных видов декоративных пород птиц в нашей стране. Очень часто содержатся в зоопарках, частных зоосадах и на подворьях. Знатоки утверждают, что содержание фазанов не сложнее выращивания домашних кур, эта южная по происхождению птица прекрасно себя чувствует в средней полосе России, круглогодично находясь в открытых вольерах [4–7].

Фазаны относятся к птицам отряда курообразных, которые своей красотой и яркостью оперения не уступают тропическим экзотам и при этом прекрасно чувствуют себя в климатических условиях России. Ярким оперением обладают только самцы, но коричневые самочки с темной росписью узоров тоже смотрятся великолепно [1–3].

В связи с этим исследования, связанные с изучением и определением оптимальных зоотехнических показателей содержания экзотических птиц в условиях неволи, становятся наиболее актуальными.

Цель исследований. Изучение зоотехнических параметров условий содержания декоративных фазанов в условиях неволи.

Для реализации поставленных целей были решены следующие задачи:

1. Изучить условия содержания декоративных птиц (фазанов) в условиях неволи.
2. Определить зоотехнические параметры содержания декоративных птиц, содержащихся в парке флоры и фауны «Роев ручей» в г. Красноярске.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на базе кафедр эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, зоогигиены животных ИПБиВМ КрасГАУ и парка флоры и фауны «Роев ручей» г. Красноярска в 2015 г.

Материалами для исследования являлись: условия содержания экзотических декоративных птиц в парке флоры и фауны «Роев ручей». Объектом исследования служили декоративные птицы отряда курообразных: Зеленый фазан (*Phasian usversicolor*), Золотистый фазан (*Chrysolophus pictus*), Кеклик каменная куропатка (*Alectoris*), Серебряный фазан (*Lophura nycthemera*), Фазан Свайно (*Lophura swinhoii*).

Исследования по определению зоотехнических нормативных параметров содержания экзотических птиц в условиях парка флоры и фауны «Роев ручей» проводились при солнечной, без осадков погоде, средней температуре воздушной среды 23 °С. Исследования по определению параметров были начаты в 13:00 и завершены в 14:55.

В качестве оборудования для проведения оценки зоогигиенических параметров использовали: термометр модели CENTER 315, люксметр (Light Meter) модели ДТ-86, гигрометр модели CENTER 315, шумомер (Sound Level Meter) модели ДТ-85 С. Исследования с использованием данного оборудования проводили согласно методическим указаниям к приборам.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе изучения условий содержания декоративной птицы в парке флоры и фауны «Роев ручей» определены основные критерии, оптимально соответствующие потребностям птицы. Фазаны, отличающиеся диким нравом, при любой опасности стремятся спрятаться или улететь. Птицы, содержащиеся в условиях парка флоры и фауны «Роев ручей», в случае испуга легко взлетают на высокие насесты или сучья деревьев, которые являются их любимыми местами ночевки.

В ходе обследования установлено, что лучшим местом для содержания птицы являются вольеры для фазанов (их минимальный размер для пары птиц 1,5 x 2 м), к которым птица быстро привыкает и где чувствует себя в безопасности.

Полы в вольерах для круглогодичного содержания засыпаны песком, в котором фазаны любят купаться, избавляясь от паразитов. Кроме того, грунт с высокой поглотительной способностью впитывает отходы их жизнедеятельности и легко чистится или заменяется в случае сильного загрязнения. В вольерах с глинистым покрытием пола устанавливаются емкости или низкие ящики с зольно-песчаной смесью для купания.

Кроме ящика с зольно-песчаной смесью для купания, в вольере обязательно находятся кормушки и поилки, в которые птицы не смогут залезть ногами или перевернуть их. Обязательно наличие 2–3 насестов для ночлега и отдыха, которые располагаются на высоте 1–2 м от земли. В гнездовой период устанавливают в дальнем углу вольера проходной шалашик из тростника или камыша и подкладывают материал для устройства гнезда: веточки, сено, мох, перья.

В парке флоры и фауны «Роев ручей» содержание в открытых вольерах осуществляется только в летние месяцы.

Кормление фазанов в парке флоры и фауны «Роев ручей» регулярное. Птицам дают зеленые корма (одуванчики, сныть, подорожник, мокрицу, овощи и пр.). Дополнительно в рацион вводят небольшое количество зерновой смеси, состоящей из кукурузы, подсолнечника, пшена. Лакомством для фазанов являются ягоды и фрукты, а также различные насекомые, улитки и земляные черви.

В зимний период рацион птиц состоит из зерновой смеси кукурузы, проса, подсолнечника, рапса и других круп, а также сена, лучше всего подходят клевер, одуванчик, разнотравье. Специалисты парка отмечают, что зимой фазаны с удовольствием поедают плоды рябины и яблоки.

Анализ условий содержания и кормления птицы в парке флоры и фауны «Роев ручей» позволил систематизировать требования к условиям для содержания фазанов:

1. Загон оборудуется на сухом месте.
2. Оптимальный размер помещения не должен быть меньше 1,5 x 2 м для семьи средних по размеру фазанов, для крупных птиц этот размер не должен быть менее 3 x 2 м.
3. Стены должны быть из стальной оцинкованной сетки с размерами ячейки 16 x 24 мм.
4. Для предотвращения проникновения в птичник крыс на дно под слой песка также укладывается металлическая сетка.

Результаты исследования оптимальных зоотехнических параметров условий содержания фазанов в неволе на базе парка флоры и фауны «Роев ручей» представлены в таблице.

Результаты исследования зоотехнических параметров содержания фазанов в условиях неволи

Вид животного	Дата поступления в зоопарк	Клиническое состояние	Влажность	Уровень шума	Температура	Уровень освещенности
Зеленый фазан (<i>Phasian usversicolor</i>)	24.04.06	Здоров	30%	60дБА	22,9°C	714 люкс
Золотистый фазан (<i>Chrysolophus pictus</i>)	12.11.11	Здоров	25%	55дБА	24,5°C	220 люкс
Кеклик каменная куропатка (<i>Alectoris</i>)	11.02.11	Здоров	25,6%	53дБА	24,4°C	295 люкс
Серебряный фазан (<i>Lophura nycthemera</i>)	20.09.08	Здоров	20%	60дБА	24,2°C	640 люкс
Фазан Свайно (<i>Lophura swinhoii</i>)	23.08.09	Здоров	25%	58,5дБА	24,7°C	335 люкс

Все исследованные виды птицы, содержащиеся на территории парка, являются клинически здоровыми, патологий среди интересующих нас особей не выявлено.

При изучении условий содержания особое внимание следует уделять инсоляции. Полученные в ходе исследования данные различаются по уровню освещенности. Так как каждый птичник расположен в различных зонах парка, то и их уровень затененности кустарниками и деревьями различен. Изучение освещенности указывает на значительную вариабельность показателей.

Анализ уровня радиации установил следующий радиационный фон: 0,05 Sv/зВ, что соответствует нормативным показателям для птицы.

Заключение. Изучение условий содержания экзотических птиц в условиях неволи на территории парка флоры и фауны «Роев ручей» позволило определить основные критерии, необходимые для создания оптимальных показателей для декоративной птицы. В ходе работы систематизированы требования к условиям содержания фазанов, определены размеры и необходимый минимум оборудования и обустройства в загонах.

В результате исследования были установлены средние зоотехнические параметры содержания декоративной птицы, соответствующие по уровню влажности в птичнике в пределах 25,12 %; уровню шума в диапазоне 57,3 дБА; температура должна колебаться в тепловых границах 24,14 °С.

Литература

1. Бёме Р.Л., Флинт В.Е. Пятиязычный словарь названий животных. Птицы: лат., рус., англ., нем., фр. / под общ. ред. В.Е. Соколова. – М.: Рус. яз., «РУССО», 1994. – С. 63.
2. Полтавцев В.К. Содержание и разведение птиц в неволе (мелкие попугаи, канарейки, декоративные птицы). – М.: Знание, 1972. – 64 с. (Сер. Новое в жизни, науке, технике. Биология).
3. Фазан как сельскохозяйственная птица. Доход с подсобного хозяйства. Фазаны. Вебсадовод. Проверено 22 марта 2015. Архивировано из первоисточника 2015-03-22.
4. Шипулин В.В. – URL: ornithologist.ru/Statii/St6.html. 2015.
5. Delacour J. The Pheasants of the World. – 2nd edn. – Hindhead, UK: World Pheasant Association and Spur Publications Saiga Publishing Co, 1977. (англ.).
6. Johnsgard P.A. The Pheasants of the World: Biology and Natural History. – 2nd edn. – Washington, D. C., USA: Smithsonian Press, 1999.
7. Madge S., McGowan P. Pheasants, Partridges, and Grouse. – Princeton, USA: Princeton University Press, 2002.



УДК 636.22/28.082.23

А.И. Голубков, И.М. Дунин, К.К. Аджибеков,
Г.С. Лазовая, А.М. Чекушкин

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ВНУТРИПОРОДНЫХ ТИПОВ

В статье приведены данные ареала и продуктивности типов красно-пестрой породы: енисейского и воронежского, а также вновь создаваемого поволжского. Дальнейший рост молочной продуктивности красно-пестрой породы будет зависеть от факторов племенной работы: подбора лучших племенных быков отечественной и мировой селекции, отбора селекционной группы коров для воспроизводства, отбора первотелок по собственной продуктивности и реализации накопленного ранее генетического потенциала.

Ключевые слова: отбор, подбор, генетический потенциал, удой, корова, нетель, бык-производитель.

A.I. Golubkov, I.M. Dunin, K.K. Adzhibekov,
G.S. Lazovaya, A.M. Chekushkin

MILK PRODUCTIVITY OF THE RED-MOTLEY BREED COWS OF DIFFERENT INTRABREED TYPES

The data on the natural habitation and productivity of the red-motley breed types: Yeniseiskiy and Voronezhskiy, as well as the newly created Povolzhskiy are presented in the article. Further increase in milk productivity of the red-motley breed will depend on the breeding work factors: picking of the best pedigree bulls of the domestic and world selection, breeding cows for reproduction, selection of the first-calf heifers on their own productivity and implementation of the earlier accumulated genetic potential.

Key words: selection, picking, genetic potential, yield, cow, heifer, sire.

Введение. Совершенствование симментальского скота в 70-х годах XX столетия являлось настоящей необходимостью времени по улучшению продуктивных, племенных и технологических качеств и диктовалось, в первую очередь, темпом технологического оснащения молочных ферм. Вместе с тем необходимо было сохранить его ценнейшие биологические и хозяйственные особенности, такие как крепкая конституция, экологическая пластичность, неприхотливость к усло-

виям кормления и содержания, повышенная доля жира и белка в молоке, хорошие вкусовые и технологические качества молока, удовлетворительная молочная продуктивность, высокие среднесуточные приросты живой массы и убойные качества. В 1970 году удельный вес симментальского скота в Красноярском крае превышал 98,2 % [5].

В 1980 году была поставлена цель и задача путем скрещивания симментальской и голштинской пород красно-пестрой масти создать высокопродуктивные стада красно-пестрых пород, пригодных к интенсивной технологии содержания с продуктивностью полновозрастных коров 4,5–6,0 тыс. кг молока, массовой долей жира в молоке 3,7–3,8 %, живой массой 600–650 кг, с равномерно развитым выменем, пригодным к машинному доению [1–4].

В 1999 году выведена красно-пестрая порода (патент № 0371 от 16.09.1999 года), прошло 16 лет, пора подвести итоги.

В настоящее время совместно с организациями по племенному животноводству, племенными и сервисными предприятиями по разведению красно-пестрой породы крупного рогатого скота селекционный центр ВНИИплем координирует свою деятельность в соответствии с научной программой, осуществляет четкий масштабный мониторинг одной из самых молодых молочных пород крупного рогатого скота, созданных в России за последние 50 лет [4].

Красно-пестрая порода крупного рогатого скота была выведена путем простого воспроизводительного скрещивания быков голштинской породы красно-пестрой масти с маточным поголовьем симментальской породы. Работа проводилась более 30 лет. На I этапе были получены полукровные животные, которые имели превосходство над симментальской породой по удою и развитию морфофункциональных признаков [4, 5].

На втором этапе работы полученные помеси всесторонне оценивались и лучшие из них отбирались. Наиболее желательными оказались помеси с кровностью 5/8, 3/4 по голштинской породе [1, 2].

На III этапе идет консолидация признаков при разведении животных «в себе».

Рейтинг коров красно-пестрой породы среди молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота в хозяйствах различных категорий высокий, по удою красно-пестрая порода превышает симментальскую на 1019 кг молока (19,03%).

Целенаправленная селекционная работа позволила в короткие сроки осуществить качественное преобразование стад и получить коров молочного производственного типа продуктивности с коэффициентом молочности 1000–1200 кг молока. Изменился породный состав молочных стад, созданы высокопродуктивные генотипы коров, организованы крупные молочные хозяйства, в которых достигнут европейский уровень продуктивности за счет реализации современных технологических решений по заготовке кормов, кормлению и эксплуатации животных [1].

Развитие молочного скотоводства и увеличение производства молока следует рассматривать как одну из первоочередных задач государственного значения, решение которой в перспективе позволит удовлетворить спрос населения страны в молоке и молочных продуктах за счёт развитого отечественного производства.

Для этого необходимо создавать экономические и технологические условия устойчивого развития молочного скотоводства в Российской Федерации.

Сегодня селекционная работа с красно-пестрой породой базируется на повышении уровня молочной продуктивности и улучшении ее качества, в частности увеличении массовой доли белка в молоке. Особое внимание уделяется выращиванию быков-производителей, происходящих от коров-матерей с удоем 9000–10000 кг молока и более, массовой долей жира в молоке 4,2 % и выше, массовой долей белка в молоке 3,4–3,5 % и выше.

Цель и задачи исследований. Провести сравнительный статистический анализ коров красно-пестрой породы за 13 лет (2000–2013 гг.) в племхозах России по поголовью, молочной продуктивности, выявить лидеров среди быков-производителей, дать оценку новым линиям в енисейском типе.

Объекты и методы исследований. Был собран и обобщен статистический материал по разведению красно-пестрой породы в 186 племязаводах и племрепродукторах в 22 регионах Российской Федерации за 2000–2013 гг.

Проведение научных исследований сотрудниками лаборатории разведения красно-пестрой породы скота ВНИИплем и внедрение полученных результатов в племенных хозяйствах способствуют реализации государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сырья и продовольствия на период 2014–2020 гг.

Результаты исследований и их обсуждение. При создании красно-пестрой породы перед учеными была поставлена задача получить животных молочного типа, сочетающих конституциональную крепость симментальского скота с высокой молочной продуктивностью и отличными морфофункциональными качествами вымени улучшающей голштинской породы красно-пестрой масти. В результате целенаправленного труда коллектива авторов в 1998 году красно-пестрая порода получила официальный статус молочной породы и была внесена в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к хозяйственному использованию. Начиная с 2000 г., отмечается ежегодное увеличение численности животных породы с 71,6 тыс. до 183,5 тыс. в 2013 г.

Динамика численности и продуктивных показателей пробонитированного поголовья в сельхозпредприятиях представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Динамика численности и продуктивных показателей красно-пестрой породы
за 2000–2013 годы**

Показатель	Год					
	2000	2005	2010	2012	2013	2013 + к 2000 г.
Всего скота, тыс.гол.	71,6	147,3	183,6	187,5	183,5	+111,95
В т.ч.: коров, тыс.гол.	39,3	77,6	102,6	105,61	102,41	+63,11
Быков-производителей, тыс.гол.	0,04	0,08	0,14	0,13	0,066	+0,02
Удой, кг	3594	4004	4816	5180	5355	+ 1761
Содержание жира в молоке, %	3,75	3,80	3,88	3,88	3,87	+0,12
Кол-во молочного жира, кг	134,78	152,15	186,86	201,00	207,2	+72,42
Живая масса коров, кг	520	516	538	543	545	+25
Число коров с удоем 8000 кг молока и более	-	275	638	2376	2142	+2142
Относительная численность красно-пестрой породы скота, %	2,78	3,48	5,51	5,82	6,09	+3,31

Данные таблицы свидетельствуют, что за последние 13 лет в красно-пестрой породе наблюдается тенденция увеличения относительной численности поголовья на 111,9 тыс. голов, или в 2,56 раза, и молочной продуктивности коров на 1761 кг, или в 1,5 раза, среднегодовое увеличение надоя молока составило 135,5 кг, живой массы – 1,92 кг.

В системе селекционно-племенной работы важное значение имеют племенные заводы и репродукторы. Их роль в ускорении процесса совершенствования породы огромная и заключается прежде всего в выращивании и реализации качественного племенного молодняка, создании дочерних стад, внедрении передовых технологий кормления и эксплуатации животных, повышении культуры ведения животноводства.

В таблице 2 приведены данные продуктивности коров в хозяйствах разных категорий красно-пестрой породы за 2013 год.

Продуктивность коров за 305 дней последней законченной лактации

Категория хозяйств	Число хозяйств	Поголовье коров, гол.	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Живая масса, кг
Все подконтрольное поголовье коров	1866	102400	5355	3,87	3,15	545
Все категории племенных хозяйств	83	95500	5663	3,91	3,15	558
В т.ч: племзаводы	19	16200	5935	4,00	3,13	570
племярепродукторы	64	79500	5534	3,87	3,16	552

Племенная база породы в 2013 году была представлена 19 племязаводами, в которых содержится 16200 голов коров, и 64 племярепродукторами с поголовьем коров 73300 голов соответственно. В племенных репродукторах и заводах сосредоточено ценное поголовье животных. Продуктивность в этих хозяйствах значительно превосходит аналогичные показатели, полученные во всех категориях хозяйств. Так, в хозяйствах всех категорий по сравнению с племязаводами удой был ниже на 580 кг, жир на 0,13 %, соответственно с племярепродукторами – на 179 кг молока. По содержанию жира и белка в молоке различий не выявлено.

Средний удой молока у коров в племенных хозяйствах в 2013 году составил 5663 кг, с массовой долей жира в молоке 3,91 %, массовой долей белка 3,15 %. В сравнении со средними показателями всего пробонитированного поголовья коров красно-пестрой породы превышение по удою составило 308 кг, массовой доли жира в молоке – 0,04 %.

Основные показатели, характеризующие уровень племенной работы, проводимой в хозяйствах всех категорий, представлены в таблице 3.

По сравнению с 2005 годом доля маточного поголовья классов элита-рекорд и элита увеличилась на 28,75 %; коров – на 32,6 %. Приведенные материалы по характеристике племенных хозяйств в регионах показывают, что многие из них оказывают большое влияние на процессы совершенствования продуктивных качеств красно-пестрой породы скота.

Классный состав пробонитированных животных, %

Категория животных	Классы элита-рекорд и элита		
	2005 г.	2007 г.	2013 г.
Все подконтрольное поголовье	64,2	77,5	92,95
В т.ч. коровы	59,4	73,9	92,00
Быки-производители (племяпредприятия)	100,0	100,0	100,0

В их числе особо можно отметить племяхозы и племяпредприятия Воронежской области, такие как ЗАО «Дон», ООО «Ермоловское», ООО «Вторая пятилетка», ООО «Восток Агро», ЗАО «Троицкое», ООО «ЭкоНиваАгро»; Красноярского края – ОАО «Красноярскагроплем», ЗАО «Краснотуранский», АО «Тубинск», ЗАО «Назаровское», ЗАО «Солгонское», ОАО «Красный Маяк»; Республики Мордовия – ОАО «Александровский», ООО «Агросоюз Левженский», ООО «Агро-союз»; Белгородской области – ЗАО «Большевик», ЗАО «Боровское».

В целом по всем стадам племенных хозяйств объем реализации племенного молодняка составил 3004 головы, в том числе 385 бычков. Однако 19 хозяйств из общего количества племенных стад в реализации племенного молодняка не участвовали.

В таблице 4 дана сравнительная характеристика быков-производителей красно-пестрой породы по степени реализации показателей молочной продуктивности в Сибирском регионе. Из таблицы видно, что степень реализации генотипа быка по дочерям к среднему показателю всех используемых быков была у быков голландской селекции: по приросту удою – 9,4 %, валового жира молока – 9,4 %; белка – 9,1 %; у быков канадской селекции: по удою – 8,2 %; выходу молочного жира – 13,4 %; белка – 7,5 %; у быков шведской селекции: по удою – 7,0 %; выходу молочного жира – 8,1 %; белка – 6,4 %.

В породе красно-пестрого скота созданы два внутривидовых типа: енисейский тип для зоны Сибири и Дальнего Востока и воронежский тип для Центрального федерального округа, создается поволжский тип для зоны Среднего и Нижнего Поволжья.

Таблица 4

Сравнительная характеристика быков-производителей красно-пестрой и красно-пестрой голштинской, шведской, венгерской пород по степени реализации генотипа дочерей

Страна – поставщик быков-производителей	Порода	Средняя продуктивность матерей быков 365 дн.	n дочерей	Продуктивность дочерей						
				Удой в среднем	Содержание жира		Содержание белка		Живая масса, кг	Степень реализации, %
					%	кг	%	кг		
Россия	Кр.-пестр.	7547-4,15-3,01	3143	5052 ±	4,09	206,6	3,17	160,1	528	66,9
Германия	Кр.-пестр. голшт.	10324-5,00-3,40	24	4971 ±	4,05	201,3	3,13	155,6	517	48,1
Голландия	Кр.-пестр. голшт.	10574-4,78-3,94	206	5696 ±	4,10	233,5	3,15	179,4	546	53,9
Швеция	Кр.-пестр. шведск.	12614-4,50-3,58	393	5570 ±	4,14	230,6	3,14	174,9	532	44,1
Дания	Кр.-пестр. голшт.	10434-4,80-3,36	619	5386 ±	4,12	221,9	3,11	167,5	538	51,6
Венгрия	Кр.-пестр. венгерск.	9199-4,20-3,27	324	5453 ±	4,10	223,6	3,18	173,4	534	59,3
Канада	Кр.-пестр. венгерск.	11332-4,15-3,30	101	5631 ±	4,30	242,1	3,14	176,8	553	49,7
Все регионы	В среднем	10289-4,11-3,40	4810	5204 ±	4,10	213,4	3,16	164,4	531	53,4

Каждый из созданных и создаваемых типов имеет свои характерные особенности: енисейский тип красно-пестрого скота характеризуется высоким содержанием в молоке массовой доли жира, воронежский и поволжский типы – обильномолочностью.

В таблице 5 приведены показатели продуктивности созданных типов и создаваемого нового типа красно-пестрой породы.

Продуктивность коров внутрипородных типов красно-пестрого скота (2013 год)

Племхоз	п коров	Продуктивность			
		Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Живая масса, кг
Енисейский					
ЗАО «Краснотуранский»	1266	6384	4,21	3,07	604
ЗАО «Назаровское»	3928	6691	3,94	3,11	553
АО «Тубинск»	2292	5728	4,26	3,20	604
ЗАО «Солгонское»	2415	8031	4,02	3,08	565
ОАО «Красный Маяк»	1828	5650	3,82	3,03	605
В среднем	11729	6583	4,05	3,08	586
Воронежский					
СХА «Дружба»	935	5988	3,89	3,14	547
ООО «Ермоловское»	500	6535	4,01	3,22	567
К-з «Большевик»	500	6357	3,69	3,20	567
ООО «Берег»	550	6460	3,93	3,25	605
Ар. ЗАО «Дон»	592	6453	3,86	3,21	592
В среднем	3077	6074	3,87	3,20	575
Поволжский					
П/з «Александровский»	500	6101	3,92	3ЛО	610
ООО «Левжинский»	350	7313	4,20	3,20	563
К-з им. Калинина	260	4410	3,90	3,20	571
П/з «Мелиоратор»	1564	6090	3,98	3,30	534
В среднем	2674	6088	4,00	3,20	569

Из таблицы 5 видно, что наиболее высокопродуктивное поголовье коров сосредоточено в хозяйствах, разводящих енисейский тип красно-пестрой породы. Все хозяйства, разводящие енисейский тип красно-пестрой породы, находятся в Красноярском крае и имеют статус племенных заводов, более того, в племязаводе «Солгонское» сосредоточено 2415 голов коров енисейского типа красно-пестрой породы с удоем 8031 кг молока с массовой долей жира 4,02 %; массовой долей белка 3,08 %; в племязаводе «Назаровский» – 3928 голов коров с удоем 6691 кг молока с массовой долей жира 3,94 %, с массовой долей белка 3,11 %.

В среднем по енисейскому типу при поголовье 11729 голов удой составил 6583 кг молока с массовой долей жира 4,05 %, массовой долей белка 3,08 % и живой массой коров 586 кг. Высокопродуктивным типом также является воронежский, в который вошли четыре племязавода: СХА «Дружба», ООО «Ермоловское», к-з «Большевик», ООО «Берег» и один племярепродуктор ЗАО «Дон». В среднем по типу при поголовье 3077 голов удой составил 6074 кг молока при массовой доле жира 3,87 %, массовой доле белка 3,20 % и живой массе коров 575 кг.

Последний тип красно-пестрой породы, который ещё создаётся, – поволжский, имеет ареал распространения в Среднем и Нижнем Поволжье. Этот тип наиболее приспособлен к жаркому климату зоны его разведения в Республике Мордовия, Самарской, Саратовской и Волгоградской областях.

При среднем поголовье коров поволжского типа 2674 головы удой составил 6088 кг при массовой доле жира в молоке 4,00 %, массовой доле белка 3,20 % и живой массе коров 569 кг.

Необходимо отметить, что удой коров красно-пестрой породы в целом по Республике Мордовия был высоким и составил за 2013 год в 11 хозяйствах 6009 кг.

Известно, что структурной единицей породы, как и типа, является линия. Работа по выведению отечественных линий красно-пестрой породы ведется в енисейском типе. В типе созданы две линии: Гановера 1629381 и Кавалера 1620273. От родоначальника заводской линии Монтовик Чифтейна – Гановер стоит в девятом ряду предков. Продуктивность его матери за 305 дней лактации составила 11972 кг молока с массовой долей жира в 4,1%, выходом молочного жира 491 кг.

Линия Гановера 1629381 представлена на Красноярском племпредприятии братьями, сыновьями, внуками и правнуками быков-производителей селекции США, Канады, Германии и Венгрии, а также быками-производителями отечественной селекции из племзаводов «Назаровское» и «Краснотуранский». Использование в селекционном процессе быков от дочерей быков Хилтона, Джуби Энта, Март-ховена, Секьюрита способствует консолидации наследственности линии Гановера 1629381.

Средняя продуктивность первотелок из линии Гановера выше требований стандарта на 13,1%, а по содержанию массовой доли жира в молоке – на 0,21 %, полновозрастных коров соответственно на 16,8 и 0,19 %.

Хороший прирост продуктивности получен от дочерей быков линии Гановера: Хариуса 2170-А3; Генерала 90597-А1, Б1; Альмонаха 5092-А, Б; Диалога 16-А1, Б3. У этих быков на племпредприятии работают по 3–4 сына, из которых более 50 % являются улучшателями по удою и содержанию массовой доли жира в молоке [5].

Наличие маточного поголовья линии Гановера позволяет вести плодотворную работу с линией, внутрилинейный подбор (табл. 6).

Таблица 6

Наличие маточного поголовья Гановера, голов

Хозяйство	Маток, всего	В том числе	
		коров	телок
ЗАО «Назаровское»	1700	580	1090
ЗАО «Краснотуранский»	689	368	501
ОАО «Красный Маяк»	613	345	218
Итого	3007	1293	1809

Бык Кавалер 1620273 (родоначальник линии Санисайд Стендаут Кэвэлмен) в США оценен по качеству потомства. При среднем удое 5380 кг удой его дочерей за лактацию составил 8628 кг молока с массовой долей жира 3,45 %. От родоначальника исходят линии Пабст Говернера 883933 и Кавалера 1620273. Кавалер стоит в шестом ряду предков.

Линия Кавалера получила свое развитие через сыновей Х.Х. Кавемана; Е.Д. Тонто Кэвволис; Санисайд Кид Род, производителей Кольт, Мик и Север, которые могут быть родоначальниками новых ветвей. В Красноярском крае работают более 1000 голов коров названных быков, что является достаточным для ведения внутрилинейного отбора.

Характерной особенностью потомков линии Кавалера является хорошо выраженный тип. Из недостатков экстерьерера следует отметить, что передние доли вымени несколько сдвинуты в сторону задней части туловища, в результате чего передние соски выше, чем задние. Коровы отличаются высокой молочной продуктивностью и содержанием высокой доли жира в молоке. Что касается

закладки линий по воронежскому и поволжскому типам, эта работа ведется, идет наращивание поголовья заложённых быков, их дочерей, внучек и т.д.

Выводы

1. Численность поголовья скота красно-пестрой породы увеличилась в племенных хозяйствах России с 2000 по 2013 г. на 111,9 тыс. голов, или в 2,56 раза, молочная продуктивность на 1761 кг, или в 1,5 раза.

2. Степень реализации генотипа быка по дочерям к среднему показателю всех используемых быков была выше у быков голландской селекции по приросту надоя на 9,4 %, выходу валового жира молока на 9,4%, белка на 9,1% в сравнении с реализацией генотипа быков канадской, шведской, венгерской, датской, немецкой и российской селекций.

3. В породе красно-пестрого скота создано два типа: енисейский, характеризующийся обильномолочностью с высокой долей содержания жира в молоке и воронежский – обильномолочный. Создается третий тип – поволжский – обильномолочный.

4. Широкое использование лучших быков-производителей созданных новых линий красно-пестрой породы Гановера 1629381 и Кавалера 1620273 будет способствовать оптимизации генеалогической структуры красно-пестрой породы, позволит вести селекцию без нарастания стихийного инбридинга.

Дальнейший рост молочной продуктивности коров красно-пестрой породы в хозяйствах будет зависеть от ряда факторов племенной работы: подбора лучших племенных быков отечественной и мировой селекции, отбора селекционной группы коров для воспроизводства, отбора первотелок по собственной продуктивности и реализации генетического потенциала.

Литература

1. *Аджибеков К.К.* Длительность хозяйственного использования животных разной кровности в зависимости от возраста первого отела // Улучшение хозяйственно-биологических показателей отечественных пород скота. – М.: Изд-во ВНИИплем, 1995. – С. 91–93.
2. *Аджибеков, К.К.* Племенная ценность быков в зависимости от метода оценки // Молочное и мясное скотоводство. – 1995. – № 4. – С. 29–31.
3. *Бальцанов, А.И., Дунин И.М.* Создание красно-пестрой породы молочного скота в хозяйствах Мордовии. – М.: Изд-во ВНИИплем, 1992.
4. *Дунин И.М.* Использование голштинской породы для повышения продуктивности молочного скота России: дис. ... д-ра с.-х. наук. – М.: Изд-во ВНИИплем, 1994.
5. *Луценко А.Е., Голубков А.И.* Красно-пестрая порода молочного скота в Сибири. – Красноярск, 2004. – 196 с.



ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ПРЕПАРАТА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Изучено влияние ферментного препарата (закваска Леснова) на молочную продуктивность дойных коров. Использование закваски Леснова позволило оптимизировать и сбалансировать рационы кормления, а также повысило их биологическую ценность. Это способствовало росту молочной продуктивности и улучшению химического состава молока коров симментальской породы в условиях Якутии.

Ключевые слова: закваска Леснова, отруби пшеничные, химический состав молока, коровы, симментальская порода, молочная продуктивность.

N.M. Alekseeva, P.P. Borisova

THE ENZYME PREPARATION INFLUENCE ON THE MILK PRODUCTIVITY OF THE SIMMENTAL BREED COWS IN THE CONDITIONS OF YAKUTIA

The influence of the enzyme preparation (Lesnov's ferment) on the milch cow milk productivity is studied. The use of Lesnov's ferment allowed to optimize and to balance the rations of feeding, and increased their biological value. It facilitated the milk productivity increase and the milk chemical composition improvement of the Simmental breed cows in the conditions of Yakutia.

Key words: Lesnov's ferment, wheat brans, chemical composition of milk, cows, Simmental breed, milk productivity.

Введение. Полное раскрытие генетического потенциала продуктивности животных возможно только при полноценном, сбалансированном по всем питательным и биологически активным веществам кормлении.

Уровень продуктивного действия кормов рациона определяется прежде всего степенью гидролиза питательных веществ, поступающих в организм животных с кормами. Применение ферментных препаратов микробного происхождения, расщепляющих высокомолекулярные соединения до легкоусвояемых форм, позволяет значительно повысить степень гидролиза питательных веществ корма, а следовательно, и продуктивность животных при том же расходе кормов [1–6].

В настоящее время в период новых рыночных отношений в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия) (далее РС(Я)) не разработана прогрессивная технология производства молока, отвечающая требованиям зоотехнической науки и научной организации труда на фермах скота, внедрение которой позволило бы значительно повысить культуру ведения скотоводства, увеличить производство молока высокого качества, использовать механизацию для облегчения труда животноводов на фермах.

Анализ кормовых рационов коров в условиях РС (Я) показал, что сахаро-протеиновое отношение составляет 0,4:1 при норме 0,8:1. В рационах стойлового периода дефицит сахара составляет до 60 %. Как известно, при недостатке сахара в рационе повышается расход протеина на 10–15 %, а при длительном дефиците – на 30 %, что значительно снижает экономическую эффективность ведения отрасли. Кроме того, недостаток сахара ухудшает использование каротина животными и тем самым снижает показатели воспроизводства, часто является причиной возникновения заболеваний у новорожденного молодняка.

Универсальная закваска Леснова (ТУ 9337-001-46391307-98, утвержденные Минсельхозпродом РФ 14.07.1998) позволяет на 10–25 % повысить питательность малоценного растительного сырья, обогащает его переваримым протеином, витаминами, ферментами, ароматическими веществами и биокатализаторами, тонизирующими организм животного.

Цель исследований. Изучение молочной продуктивности симментальской породы при скормливании ферментативного препарата закваски Леснова.

Задачи исследований. Для достижения этой цели нами было изучено влияние ферментативного препарата закваски Леснова на молочную продуктивность коров симментальской породы.

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведен в ОПХ «Красная Звезда» Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия). Коров в группы подбирали по методу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы, продуктивности и физиологического состояния. Условия содержания и кормления подопытных животных были одинаковыми за исключением изучаемых факторов.

Молочная продуктивность учитывалась путем проведения ежемесячных контрольных доений и определений массовой доли жира и белка на «Лактане-М».

Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики по Н.А. Плохинскому и С.К. Меркурьевой.

Результаты исследований и их обсуждение. В период научно-хозяйственного опыта коровы контрольной группы получали хозяйственный рацион, состоящий из сена разнотравного – 6 кг, сенажа овсяного – 12 кг, комбикорма – 2 кг (табл. 1).

Разница в кормлении заключалась в том, что животные I опытной группы получали в рационе отруби пшеничные, обработанные закваской Леснова, и II опытной группы – комбикорм, обработанный закваской Леснова (разовая закваска – сухой порошок используется из расчета 1 г на 200 кг сухого корма). Рацион подопытных животных по энергетической питательности соответствовал нормам.

В расчете на 1 ЭКЕ у коров контрольной группы в рационе приходилось (г): переваримого протеина – 89,1; сырого жира – 20,93. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона в контрольной группе составила 9,39 МДж, сахаро-протеиновое отношение – 0,80. Сырой жир в сухом веществе рациона занимал 1,96 %.

Таблица 1

Потребление кормов и питательных веществ коровами (в среднем на 1 гол.)

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Сено разнотравное, кг	6,0	6,0	6,0
Сенаж овсяной, кг	12,0	12,0	12,0
Нативный комбикорм, кг	2,0	-	-
Обработанный комбикорм, кг	-	-	2,0
Обработанные отруби пшеничные, кг	-	2,0	-
Соль поваренная, г	60,0	60,0	60,0
В рационе содержится:			
ЭКЕ	11,9	12,2	12,2
обменной энергии, МДж	119,3	122,2	122,0
сухого вещества, кг	12,7	12,8	12,7
переваримого протеина, г	1059,9	1073,3	1062,2
сырой клетчатки, г	3884,5	3825,0	3858,7
сырого жира, г	249,1	302,0	303,7
сахара, г	851,8	861,9	853,5
кальция, г	176,8	167,2	167,2
фосфора, г	31,48	37,1	37,3
Структура рациона, % по питательности:			
сено разнотравное	38,0	39,0	38,0
сенаж овсяной	45,0	46,0	45,0
комбикорм	17,0	-	17,0
отруби пшеничные	-	15,0	-
Итого:	100,0	100,0	100,0
концентрация ЭКЕ в 1 кгСВ	0,94	0,95	0,96
переваримого протеина на 1 ЭКЕ, г	89,1	87,9	87,0
сахаро-протеиновое отношение	0,80	0,80	0,80
содержание клетчатки в сухом веществе рациона, %	30,5	29,8	30,3

Животные опытных групп получали большее количество питательных веществ и энергии, чем в контрольной группе. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона коров I опытной группы составила 9,54 МДж, во II опытной – 9,60 МДж. В расчете на 1 ЭКЕ у коров I опытной группы приходилось (г): переваримого протеина – 88,0; сырого жира – 24,75; у коров II опытной группы соответственно 87,1 и 24,89.

В исследуемых рационах содержание кальция в расчете на 1 ЭКЕ в контрольной группе составило 14,85 г; в I опытной – 13,70 г; во II опытной – 13,70 г; фосфора соответственно 2,64, 3,04 и 3,05.

Также нами была изучена молочная продуктивность дойных коров при скармливании зернопродуктов, обработанных закваской Леснова.

Увеличение молочной продуктивности коров тесно связано с улучшением условий кормления и содержания, при этом кормление должно быть полноценным, сбалансированным по основным элементам питания.

Учитывали удой за лактацию, среднесуточный удой и химический состав молока коров (табл. 2).

Таблица 2

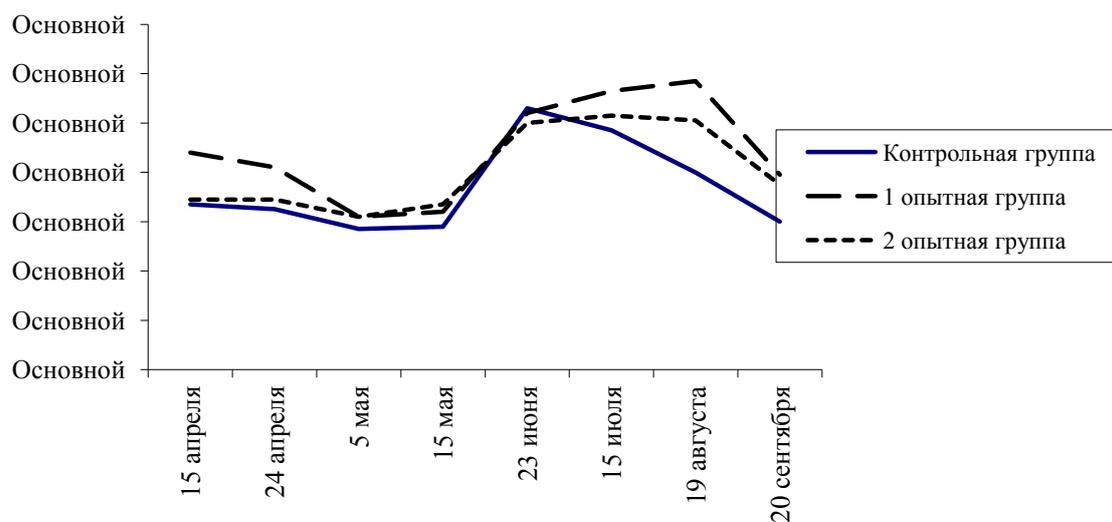
Молочная продуктивность коров за период опыта (M±m)

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Удой на корову, кг	2072±252,4	2511±263,4	2279,2±225,7
Среднесуточный удой, кг	7,0±0,85	8,48±0,89	7,7±0,76
Содержание жира в молоке, %	3,54±0,05	3,55±0,03	3,65±0,04
Содержание белка в молоке, %	2,97±0,03	2,91±0,03	2,98±0,03

Данные таблицы 2 показали, что за лактацию молочная продуктивность коров контрольной группы была меньше на 438 кг, или на 21,1 %, чем в I опытной, и на 207,2 кг, или на 10 %, меньше, чем во II опытной группе.

Суточный удой коров I опытной группы, где в рационе использовались отруби пшеничные, обработанные закваской Леснова, больше на 1,4 кг, чем в контрольной, и на 0,7 кг больше, чем во II опытной группах.

Содержание жира в молоке коров II опытной группы увеличилось по сравнению с контролем на 3,1 %, в то время как содержание жира в молоке коров I опытной группы осталось на уровне контрольной группы.



Лактационная кривая

У коров всех групп молочная продуктивность к концу опыта снижалась. Однако лактационная кривая у I опытной группы была на более высоком уровне, чем у сверстниц. Наивысшие максимальные удои у подопытных животных наблюдались в летний период: у коров контрольной группы – 10,6 кг; I опытной группы – 11,3 кг и II опытной группы – 10,3 кг. Следовательно, лактационная кривая коров характеризуется постепенным, сравнительно низким спадом удоев. Более наглядно эти различия иллюстрирует график лактационной кривой (рис.).

В таблице 3 приведены данные по химическому составу молока в начале и конце опытного периода.

Таблица 3

Химический состав молока коров (M±m)

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
В начале опыта			
Белок, %	2,89±0,02	2,84±0,05	2,97±0,05
СОМО, %	8,89±0,08	8,58±0,14	8,81±0,06
Жир, %	3,58±0,09	3,51±0,05	3,60±0,07
Плотность	27,8±0,25	27,7±0,49	29,2±0,74
В конце опыта			
Белок, %	3,05±0,06	2,98±0,04	3,0±0,06
СОМО, %	9,28±0,16	8,90±0,09	8,92±0,13
Жир, %	3,50±0,04	3,59±0,05	3,71±0,04
Плотность	29,4±0,69	29,2±0,43	29,3±0,52

Из данных таблицы следует, что уже в начале опыта у коров II группы, получавших комбикорм, обработанный закваской Леснова, массовая доля жира и белка в молоке возросла до 3,60 и 2,97 %, что выше на 0,09 и 0,13 % соответственно по сравнению с I опытной группой. В конце периода опыта жирность молока у коров II опытной группы составила 3,71 %, хотя различий по плотности не отмечено. При сопоставлении показателей состава молока коров в конце периода опыта зафиксировано положительное влияние добавки.

Выводы. Таким образом, результаты сравнительной оценки молочной продуктивности исследуемой породы свидетельствуют, что у подопытных животных I опытной группы, получавших в рационе отруби, обработанные закваской Леснова, большинство показателей превосходили соответствующие показатели своих сверстниц. Химический состав молока коров всех групп, а именно содержание белка, жира и других элементов, колебался незначительно и соответствовал показателям качественного натурального молока.

Литература

1. Алексеева Н., Леснов А. Ферментированные корма для молодняка серебристо-черных лисиц в Республике Саха (Якутия) // Совершенные агротехнологии. – 2009. – № 6. – С. 52–55.
3. Кладовщикова В.Ф., Самкова Ю.А. Методы исследования кормов. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 389 с.
4. Костомахин Н.М. Использование ферментных препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы // Главный зоотехник. – 2006. – № 8. – С. 20–22.
5. Курилов Н.В., Короткова А.П., Харитонов Л.В. Пищеварение у жвачных животных. – Л.: Наука, 1978. – С. 6–31.
6. Муратова Н.С. Эффективность использования углеводистых кормов в рационах молочных коров // Мат-лы Всесоюз. шк. молодых ученых и специалистов по промышленной технологии молока. – Дубровицы, 1980. – С. 126.

7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие. / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.



УДК 619:615.7:616.36:636.7

Г.В. Сулайманова, Н.В. Донкова

ГЕПАТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ У ЖИВОТНЫХ

В статье приведены результаты изучения гепатотоксического эффекта лекарственных препаратов у животных на основе литературных данных и собственных исследований.

Ключевые слова: лекарственные средства, гепатотоксичность, животные.

G.V. Sulaimanova, N.V. Donkova

HEPATOTOXIC EFFECTS OF MEDICINAL PREPARATIONS IN ANIMALS

The research results of the hepatotoxic effect of the medicinal preparations in animals on the basis of the literature data and own research are presented in the article.

Key words: medicinal preparations, hepatotoxicity, animals.

Введение. В настоящее время возросла актуальность медикаментозных поражений печени у животных в связи с широким применением лекарственных препаратов. Большинство лекарственных средств являются чужеродными для организма, то есть ксенобиотиками, поэтому их применение вызывает в первую очередь поражение печени – органа, выполняющего роль биологического фильтра на пути поступления экзогенных токсикантов в системный кровоток организма [1, 8, 9, 17].

По современным данным, среди внутренних незаразных болезней 5 % составляют болезни печени, из которых от 12,8 до 14,9 % – токсические гепатиты, причем третья часть из них ятрогенной этиологии. Гепатиты токсического происхождения возникают чаще у собак в возрасте 7 лет и старше [11, 20].

При одновременном использовании нескольких препаратов при заболеваниях печени и почек у животных повышается вероятность развития медикаментозных поражений печени [2, 3, 9, 17].

Клинические и морфологические варианты лекарственного повреждения печени разнообразны – от незначительного повышения активности aminotransferases до гепатита и цирроза [3].

С патогенетической точки зрения гепатотоксические эффекты лекарственных препаратов подразделяют на прямого и непрямого действия [3, 4, 16].

Препараты прямого действия являются протоплазматическими ядами и повреждают многие ткани организма. В настоящее время известно около 200 потенциально опасных гепатотоксических препаратов, которые вызывают повреждения печени у всех животных, подвергшихся действию токсического агента обычно в средних дозах, причем с увеличением дозы токсичность их возрастает. К заведомо токсичным препаратам относят четыреххлористый углерод, тетрациклин, цитостатики и др. [9, 10].

Лекарственные препараты с непрямым механизмом действия вызывают конкурентное торможение специфических метаболических процессов в печени без изменений в других органах. К препаратам с непрямым действием относят эритромицин, тетрациклин, ацетилсалициловую кислоту, нестероидные противовоспалительные препараты, пиперазин, тиабендазол, нитрофурантион, триметоприм, папаверин, циметидин, тестостерон, кортикостероиды и др. [9].

Лекарственные гепатопатии хорошо изучены в медицинской практике [2, 9, 10, 12, 17], в ветеринарной медицине сведения о гепатотоксическом действии лекарственных веществ немногочисленны [1, 7, 15, 20].

По данным М. Керрикера, борзые собаки, имеющие мало жировой клетчатки, более подвержены токсическому действию на печень липофильных препаратов, включая барбитураты [13].

У собак медикаментозные гепатиты могут возникать после применения тетрациклина, канамицина, нестероидных противовоспалительных препаратов, винкристина, парацетамола, преднизолона, фенобарбитала и ингаляционных наркотиков, ивомека [19, 20, 22].

Отмечены идиосинкратические поражения печени у собак при применении сульфаниламидных препаратов – сульфаметоксазола, сульфадиазина, сульфадиметоксина [13].

Цитостатик метотрексат в 70 % случаях вызывал токсический лекарственный гепатит у собак, который проявлялся повышенной утомляемостью, апатией, анорексией, желтушностью слизистых оболочек и кожи, болезненностью и увеличением печени, изменением цвета кала на серый. При биохимическом исследовании крови животных отмечали увеличение содержания билирубина, аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы [15].

Кроме того, токсическим влиянием на печень обладают кортикостероиды, даже при их применении в обычных лечебных дозах. D.J. Meуer описывает случаи токсического поражения печени у собак при применении ушных капель, содержащих глюкокортикоиды [21].

У кошек наиболее часто вызывают лекарственные поражения печени диазепам, метимазол, карбимазол, сульфаниламиды пролонгированного действия, антибиотики группы тетрациклина, фенобарбитал, парацетамол, ацетаминофен, пропופол, метиленовая синь, гризеофульвин [6].

У свиней поражения печени регистрируют при длительном и бессистемном применении антибиотиков (тетрациклинового ряда, эритромицина, тилозина, левомицетина, норфлоксацина), сульфаниламидов (сульфадимезина) и нитрофуранов. Антибиотик салиномицин, применяемый для свиней как средство повышения эффективности откорма, вызывал повреждение печени, а также изъязвление слизистой желудка [14].

Антибиотики тетрациклинового ряда при длительном применении у кур оказывают гепатотоксическое и нефротоксическое действие, что ранее подтверждено нашими исследованиями [7, 8].

Токсическое влияние на печень животных оказывают фосфорорганические и хлорорганические соединения, используемые для обработки животных от эктопаразитов и обработки помещений [1, 14].

Описаны случаи лекарственных поражений печени при применении антгельминтиков, так, В.Н. Байматов отмечал выраженное гепатотоксическое действие у гексихола, ацемидрофена, тиопагона и других антгельминтиков [1]. Классическим гепатотоксином является четыреххлористый углерод, который раньше широко использовали в ветеринарной практике как антгельминтик [1, 18].

Макроциклические лактоны широко применяются для профилактики и лечения паразитарных заболеваний сельскохозяйственных животных. Собакам, по данным Ф. Бене, ивомек разрешен в ряде стран только для профилактики дирофиляриоза.

О гепатотоксическом действии ивермектинов имеются немногочисленные сведения, что и послужило поводом для изучения влияния ивермектинов на микроструктуру печени и содержание в крови маркеров поражения печеночной ткани.

Цель исследований. Изучение гепатотоксического действия лекарственных препаратов, применяемых для дегельминтизации собак.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на кафедре анатомии, патанатомии и хирургии Красноярского ГАУ. Было сформировано три группы собак по пять голов в каждой. Первая группа – интактный контроль. Животным второй группы вводили четыреххлористый углерод внутривентриально в дозе 1 мл/кг веса пятикратно через сутки. Собакам третьей группы подкожно инъецировали ивомек (1%-й раствор ивермектина) в дозе 0,4 мг/кг двукратно с интервалом 14 дней. Проводили биохимическое исследование крови и гистологическое исследование биопсийного материала печени.

В сыворотке крови собак определяли содержание малонового диальдегида (МДА), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ) и билирубина.

Содержание малонового диальдегида определяли по методике Л.И. Андреевой и соавт., активность АЛТ и АСТ – методом Райманда-Френкеля, активность ЩФ – методом «конечной точки», содержание билирубина – методом Ейндрашика.

С целью диагностики морфологических изменений печени у собак проводили пункционную биопсию на 10-е и 30-е сутки опыта. Полученные биоптаты фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина, заливали в парафин и изготавливали срезы, которые окрашивали гематоксилин-эозином по методу Ван-Гизона и просматривали под микроскопом МБИ-15.

Результаты исследований и их обсуждение. Введение собакам лекарственных ксенобиотиков приводило к повышению активности малонового диальдегида, аминотрансфераз сыворотки крови, билирубина и щелочной фосфатазы, а также к микроструктурным изменениям печени.

Лекарственный ксенобиотик активизировал процессы перекисного окисления липидов, о чем свидетельствовало повышение активности малонового диальдегида в сыворотке крови собак.

Изменение уровня МДА в сыворотке крови собак с ЭТГ, вызванное четыреххлористым углеродом, ммоль/л

Группа	Сутки опыта			
	5-е	10-е	20-е	30-е
Интактные	4,44±0,12	4,53±0,12	4,61±0,18	4,61±0,10
ЭТГ	6,58±0,12***	8,55±0,15***	6,24±0,24***	5,73±0,24**

*Примечание. Достоверность отличий интактных собак по сравнению с показателями второй группы: *P< 0,05; **P< 0,01; ***P< 0,001.*

Уровень МДА в сыворотке крови собак, получавших четыреххлористый углерод, повышался на пятые сутки эксперимента на 48,2 % (P<0,001), на десятые сутки – на 92,6% (P<0,001) по сравнению с показателями интактной группы. После прекращения введения препарата (на 10-е и 20-е сутки опыта) содержание МДА в сыворотке крови оставалось высоким.

С интенсификацией перекисного окисления липидов нарастал синдром цитолиза гепатоцитов, о чем свидетельствовало повышение активности аминотрансфераз в сыворотке крови собак второй группы. Введение препарата собакам приводило к повышению уровня АЛТ на 5-е сутки в 3,7 раза (P<0,001), на 10-е сутки – в 9,2 раза (P<0,001), на 20-е сутки – в 4,7 раза (P<0,001) по сравнению с показателями контрольной группы. На 30-е сутки эксперимента повышение активности АЛТ у собак второй группы по сравнению с интактным контролем было недостоверным. При этом содержание АСТ у собак второй группы возрастало на 5-е сутки в 3,8 раза (P<0,001); на 10-е сутки – в 6,3 раза (P<0,001); на 20-е сутки – в 2,8 раза (P<0,001); на 30-е сутки – в 1,8 раза по сравнению с показателями собак первой группы (P<0,05).

При введении ксенобиотика отмечали нарушение пигментного обмена, что проявлялось повышением концентрации билирубина в сыворотке крови собак на 5-е, 10-е и 20-е сутки эксперимента. На 30-е сутки опыта уровень билирубина в сыворотке крови собак был в пределах физиологической нормы.

Введение собакам ивомека приводило к повышению содержания АЛТ на 15-е сутки опыта в 2,6 раза (P<0,001); а АСТ – в 2,04 раза (P<0,05). На 30-й день опыта содержание АЛТ увеличилось в 2,8 раза (P<0,001), а содержание АСТ – в 2,7 раза (P<0,001) по сравнению с данными в контрольной группе.

Уровень билирубина у собак третьей группы повысился на 15-й день опыта в 2,3 раза, а на 30-й – в 3 раза по сравнению с контрольными значениями. Содержание щелочной фосфатазы у собак третьей группы на 15-й день опыта увеличилось в 4,7 раза (P<0,001); на 30-й день – в 5 раз

($P < 0,001$) по сравнению с показателями интактной группы. Повышение активности ЩФ и билирубина указывает на развитие холестатического синдрома, который усиливался к 30-м суткам наблюдения.

При исследовании биоптатов печени у собак, получавших четыреххлористый углерод, на 10-й день эксперимента выявили признаки гидропической и жировой дистрофии гепатоцитов, уни-целлюлярные и фокальные некрозы, инфильтрацию портальных зон полиморфноядерными лейко-цитами, макрофагами и лимфоцитами. На 30-й день опыта в биоптатах печени собак выявляли гидропическую дистрофию гепатоцитов, их очаговое крупнокапельное ожирение, очаги некроза, склеротические изменения перипортальной стромы.

Исследованием биоптатов печени у собак, получавших ивомек, выявили явления холестаза и воспалительную реакцию в виде лимфоидно-гистиоцитарной инфильтрации портальной стромы.

Заключение. Так как четыреххлористый углерод относится к заведомо токсичным препа-ратам, максимальное токсическое действие его проявляется сразу после введения, а ивомек, ве-роятно, вызывает опосредованное лекарственное поражение печени, и период между поступлени-ем в организм и развитием токсического эффекта является более продолжительным.

Таким образом, введение собакам лекарственных препаратов (ивомека и четыреххлори-стого углерода) сопровождается активацией перекисного окисления липидов, развитием цитолити-ческих и холестатических эффектов, причем введение четыреххлористого углерода вызывает пре-имущественно явления цитолиза гепатоцитов, а ивомек – холестаза.

Литература

1. *Байматов В.Н., Волкова Е.С., Багаутдинов А.М.* Морфофункциональные изменения в печени животных после действия ксенобиотиков. – Уфа, 2001. – 200 с.
2. *Бацков С.С., Гордиенко А.В.* Лекарственные поражения печени. – СПб.: ВМедА, 2002. – 215 с.
3. *Васильев А.П., Излев А.С., Родин Ю.А.* Клиническая симптоматика острых лекарственных гепатитов // Рос. журн. гастроэнтерологии и гепатологии. – 1993. – № 3 (1). – С. 56–60.
4. *Высоцкий Р.А.* Сравнительная характеристика морфологических и функциональных исследо-ваний при патологии печени у собак: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – М., 2001. – 22 с.
5. *Гамильтон Д.* Гомеопатическое лечение собак и кошек. Малые дозы для маленьких живот-ных. – М., 2005. – 321 с.
6. *Ганн-Мур Д., Рид Н.* Воспалительные заболевания печени кошек: обзор // Фокус. – 2010. – № 20/3. – С. 2–8.
7. *Донкова Н.В.* Цитотоксические эффекты и биохимический статус цыплят-бройлеров при дей-ствии лекарственных ксенобиотиков // Вестник КрасГАУ. – 2003. – № 3. – С. 142–144.
8. *Донкова Н.В.* Цитофункциональная эндоекология сельскохозяйственной птицы при воздей-ствии лекарственных ксенобиотиков / Красноярск. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 268 с.
9. *Змушко Е.И., Белозеров Е.С.* Медикаментозные осложнения. – СПб.: Питер, 2001. – 448 с.
10. *Ильченко Л.Ю., Корович Т.И.* Лекарственная болезнь печени. Роль гепатопротекторов в ее терапии // Медицинский совет. – 2013. – № 10. – С. 32–37.
11. *Кзаков Д.Н.* Этиология, диагностика и лечение при гепатитах у собак: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – СПб., 2004. – 22 с.
12. Лекарственная гепатотоксичность при проведении противоопухолевой терапии и возмож-ность ее коррекции / *А.Н. Казюлин, Л.З. Вельшер, Н.Н. Данилевская* [и др.] // Фарматека. – 2012. – № 8. – С. 37–44.
13. *Керрикер М.* Генетическая предрасположенность собак к нежелательным побочным дей-ствиям на лекарственные препараты // Фокус 1. – 2002. – № 17/2. – С. 11–17.
14. *Красочко П.А., Якубовский М.В., Ятусевия Я.И.* Болезни сельскохозяйственных животных. – Минск, 2005. – 1388 с.
15. *Кулакова Л.С.* Профилактика и лечение лекарственного гепатита у онкологически больных собак // Наука и инновации. – 2012. – № 15.

16. Незаразные болезни собак и кошек / А.В. Лебедев, С.В. Старченков, С.Н. Хохрин [и др.]. – М., 2000. – 296 с.
17. Подымова С.Д. Болезни печени. – М.: Медицина, 1998. – С. 246–264.
18. Сулайманова Г.В. Влияние экстракта солянки холмовой и масла расторопши пятнистой на уровень МДА и активность аминотрансфераз сыворотки крови собак с экспериментальным токсическим гепатитом // Аграрная наука на рубеже веков: тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – С. 308–309.
19. Тимофеев Б.А. Профилактика лекарственных осложнений у сельскохозяйственных животных. – М., 1989. – 160 с.
20. Уколова М.В. Гепатиты собак в условиях мегаполиса (этиология, патогенез, особенности распространения, терапия): автореф. дис. ...канд. вет. наук. – М., 2005. – 15 с.
21. Meyer D.J., Moriello B.M. Feder Effect of medicating glukocorticoids on liver function test results in healthy dogs // J.Am.Veter. Med. Assn. 1990. – Т. 196. – P. 743–744.
22. Nakagawa K., Yamagami T., Takemura N. Hepatocellular toxicosis associated with the alternate administration of carprofen and meloxicam in a Siberian husky // J. Vet. Med. Sci. – 2005. – 67. – P. 1051–1053.



В связи с возникшими проблемами при верстке № 9 (2015 г.) журнала «Вестник КрасГАУ» (сбой программы) в некоторых статьях были допущены ошибки технического характера, а именно – слияние слов. Редакция приносит свои извинения авторам и читателям.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Аветисян А.Т.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: agro@kgau.ru
- Аджибеков К.К.* – д-р с.-х. наук, проф., науч. сотр. лаб. разведения красно-пестрой породы ВНИИ племенного дела, г. Москва. E-mail: vniiplem@mail.ru
- Алексеева Н.М.* – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. селекции и разведения крупного рогатого скота Якутского НИИ сельского хозяйства СО Россельхозакадемии, г. Якутск. E-mail: uniisx@mail.ru
- Антонович А.А.* – асп. каф. профессиональной коммуникации и сервиса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dixi-1972@yandex.ru
- Бакшеева С.С.* – д-р биол. наук, проф. каф. профессиональной коммуникации и сервиса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dixi-1972@yandex.ru
- Батанина Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: bataninalena@yandex.ru
- Баханова М.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники Бурятского государственного университета, г. Улан-Удэ. E-mail: milada2015@bk.ru
- Безкоровайная И.Н.* – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: birinik-2011@yandex.ru
- Борисова И.В.* – канд. геогр. наук, доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: birinik-2011@yandex.ru
- Борисова П.П.* – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. селекции и разведения крупного рогатого скота Якутского НИИ сельского хозяйства СО Россельхозакадемии, г. Якутск. E-mail: uniisx@mail.ru
- Васякин Е.А.* – доц. каф. эксплуатации транспортных и технологических машин Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург. E-mail: vea-lestehmash@mail.ru
- Веретнова О.Ю.* – канд. техн. наук, доц. каф. товароведения и экспертизы товаров Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: techkgtei@gmail.com
- Вишняков А.А.* – д-р техн. наук, проф. каф. общинженерных дисциплин Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: sibiryk24@yandex.ru
- Вишняков А.С.* – канд. техн. наук, проф. каф. механизации сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: sibiryk24@yandex.ru
- Власенко О.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ovlaskenko07@mail.ru
- Гаврилин И.И.* – канд. биол. наук, доц., зав. каф. техносферной безопасности Уральского государственного университета путей сообщения, г. Екатеринбург. E-mail: i.gavrilin@list.ru

- Гаевая Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru
- Галямов А.А.* – асп. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru
- Голубков А.И.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. разведения, генетики и биотехнологии сельскохозяйственных животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: alex_sib_ru24@mail.ru
- Горбунов И.В.* – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. растительных ресурсов Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита. E-mail: wunsch27@mail.ru
- Гречишников Н.А.* – магистрант каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: nadusha_01@mail.ru
- Демиденко Г.А.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры и агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoechos@mail.ru
- Донкова Н.В.* – д-р вет. наук, проф., зав. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dnv-23@mail.ru
- Дриль А.А.* – ст. преп. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск. E-mail: topp.nstu@gmail.com
- Дунин И.М.* – д-р с.-х. наук, проф., директор ВНИИ племенного дела, г. Москва. E-mail: vniiple@mail.ru
- Жидёхина Т.В.* – канд. с.-х. наук, зав. отделом ягодных культур Всероссийского НИИ садоводства им. И.В.Мичурина, г. Мичуринск. E-mail: berrys-m@mail.ru
- Захарова Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru
- Иванова Г.В.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: 2057061@mail.ru
- Иванова Т.А.* – зам. зав. лаб. первичного семеноводства ООО ОПХ «Солянокое», Красноярский край, Рыбинский р-н, с. Новая Солянка. E-mail: safina-ir@mail.ru
- Казакова И.С.* – мл. науч. сотр. Ботанического сада Таврической академии Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, г. Симферополь. E-mail: ira_kaz@mail.ru
- Клак А.И.* – асп. каф. механизации сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: sibiryk24@yandex.ru
- Климченко А.В.* – канд. биол. наук, науч. сотр. отдела дендрозоологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск. E-mail: klimchenko@mail.ru
- Кольман О.Я.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: kolmanolya@mail.ru
- Короткая Е.В.* – д-р техн. наук, проф. каф. аналитической химии и экологии Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: lena_short@mail.ru

- Короткий И.А.* – д-р техн. наук, проф. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: krot69@mail.ru
- Крикунов В.Н.* – главный агроном ООО ОПХ «Солянокское», Красноярский край, Рыбинский р-н, с. Новая Солянка. E-mail: safina-ir@mail.ru
- Куксин А.Н.* – зам. директора по научной работе Государственного природного биосферного заповедника «Убсунурская котловина», г. Кызыл. E-mail: artovec@yandex.ru
- Лазовая Г.С.* – д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. лаб. разведения красно-пестрой породы ВНИИ племенного дела, г. Москва. E-mail: vniiplem@mail.ru
- Лашин А.П.* – канд. биол. наук, ст. преп. каф. патологии, морфологии и физиологии Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: simonova.agma@yandex.ru
- Макеева Ю.Н.* – ст. преп. каф. агроинженерии Ачинского филиала Красноярского государственного аграрного университета, г. Ачинск. E-mail: afkrasgau@mail.ru
- Мальцева О.М.* – асп. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: oksam22@yandex.ru
- Медведев Д.Г.* – доц. каф. прикладной экологии и туризма Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская область, Иркутский р-н, пос. Молодежный. E-mail: dmimedvedev@yandex.ru
- Мельникова Е.В.* – асп. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mev131981@mail.ru
- Мороз А.А.* – канд. вет. наук, доц. каф. эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Наумов И.В.* – д-р техн. наук, проф. каф. электроснабжения и электротехники Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: professorsnaumov@list.ru
- Некипелова Е.Ф.* – асп. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: katerina_nekipelova@mail.ru
- Никулина Е.О.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: 2017141@mail.ru
- Оконешникова М.В.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. экологии почв и аласных экосистем Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск. E-mail: mvok@yandex.ru
- Осницкий Е.М.* – асп. каф. химии Югорского государственного университета, г. Ханты-Мансийск. E-mail: evg.osn@gmail.com
- Острошенко В.В.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск. E-mail: OstroshenkoV@mail.ru
- Острошенко В.Ю.* – асп. каф. лесных культур Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск. E-mail: OstroshenkoV@mail.ru
- Острошенко Л.Ю.* – канд. биол. наук, доц. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск. E-mail: OstroshenkoV@mail.ru

- Павленко А.Л.* – асп. каф. зоологии и экологии животных Сургутского государственного университета, г. Сургут. E-mail: vandras81@mail.ru
- Петрик В.В.* – д-р с.-х. наук, зав. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: katerina_nekipelova@mail.ru
- Рыбачук О.В.* – асп. каф. химии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: rybachuk74@mail.ru
- Рябцева Н.Ю.* – мл. науч. сотр. Арктического научно-исследовательского стационара Института экологии растений и животных УрО РАН, г. Лабитнанги. E-mail: hanavei@salekhard.ru
- Самойлова В.А.* – асп. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru
- Сартаков М.П.* – д-р биол. наук, проф. каф. химии Югорского государственного университета, г. Ханты-Мансийск. E-mail: mpsmps@bk.ru
- Сафина И.Р.* – канд. биол. наук, зав. инновационной лабораторией сельскохозяйственной и экологической биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: safina-ir@mail.ru
- Сафронова Т.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: safronova63@mail.ru
- Селиванов Н.И.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Симонова Н.В.* – д-р биол. наук, доц. каф. фармакологии Амурской государственной медицинской академии, г. Благовещенск. E-mail: simonova.agma@yandex.ru
- Симонова Н.П.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. медико-социальной работы Амурского государственного университета, г. Благовещенск. E-mail: simonova.agma@yandex.ru
- Соболева С.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru
- Спицын С.В.* – ст. науч. сотр. Государственного природного биосферного заповедника «Алтайский», г. Горно-Алтайск. E-mail: argalies@yandex.ru
- Стариков В.П.* – д-р биол. наук, проф. каф. зоологии и экологии животных Сургутского государственного университета, г. Сургут. E-mail: vp_starikov@mail.ru
- Степень Р.А.* – д-р биол. наук, проф. каф. промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru
- Сулайманова Г.В.* – канд. вет. наук, доц. каф. внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: culaumanova@mail.ru
- Тайлаков А.А.* – препаратор каф. эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Тупсина Н.Н.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: agro@kgau.ru

- Ульянова О.А.* – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kora64@mail.ru
- Хижняк С.В.* – д-р биол. наук, проф. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru
- Чекушкин А.М.* – канд. с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаб. разведения красно-пестрой породы ВНИИ племенного дела, г. Москва. E-mail: vniiplem@mail.ru
- Чупрова В.В.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: soil-valentina@yandex.ru
- Шабалина О.М.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: birinik-2011@yandex.ru
- Шевелёв Д.И.* – асп. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru
- Шевелева Т.Р.* – зав. лаб. первичного семеноводства ООО ОПХ «Солянокое», Красноярский край, Рыбинский р-н, с. Новая Солянка. E-mail: safina-ir@mail.ru
- Шелкунов А.Н.* – директор Ботанического сада Бурятского государственного университета, г. Улан-Удэ. E-mail: alexeyshelkunov@sibnet.ru
- Шигапов А.М.* – асп. каф. техносферной безопасности Уральского государственного университета путей сообщения, г. Екатеринбург. E-mail: at-rezh@yandex.ru
- Шиндорикина О.В.* – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kora64@mail.ru
- Шуранов В.В.* – асп. каф. ландшафтной архитектуры и агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: agro@kgau.ru
- Ямщикова И.В.* – канд. экон. наук, проф. каф. экспертизы и управления недвижимостью Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск. E-mail: yamsirina@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

<i>Климченко А.В., Безкоровайна И.Н., Борисова И.В., Шабалина О.М.</i> Депонирование углерода в фитодетрите на поверхности почвы в среднетаёжных лесах среднего течения р. Подкаменная Тунгуска.....	3
<i>Демиденко Г.А., Шуранов В.В.</i> Оценка токсичности кормов с использованием инфузорий <i>Paratomesium Caudatum</i>	5
<i>Рыбачук О.В., Осницкий Е.М., Сартаков М.П.</i> Спектры поглощения и химический состав гумусовых кислот торфов Ханты-Мансийского АО – Югры.....	11
<i>Галямов А.А., Гаевая Е.В., Захарова Е.В.</i> Биологическая рекультивация сельскохозяйственных земель (оленьих пастбищ) на полуострове Ямал.....	17
<i>Оконешникова М.В.</i> Современное состояние почв района строительства железнодорожных линий в Южной Якутии.....	23
<i>Куксин А.Н., Спицын С.В., Медведев Д.Г.</i> Современное распространение и состояние численности группировок ирбиса (<i>Panthera uncia</i> Shreber, 1775) на территории Тувы.....	28
<i>Гаврилин И.И., Шигапов А.М.</i> Перспективы использования биоиндикационных методов исследования при оценке фитотоксичности нефтезагрязненных почв.....	33
<i>Павленко А.Л., Стариков В.П.</i> Карповые (<i>Cyprinidae</i>) урбанизированной и ненарушенной территорий Среднего Приобья.....	39
<i>Казакова И.С.</i> Интродукция видов рода хоста (<i>Hosta</i> trutt.) в Предгорном Крыму.....	45
<i>Бакшеева С.С., Антонович А.А.</i> Современное распространение бобра (<i>Castor fiber</i>) на территории Шушенского района в бассейне реки Оя.....	51
<i>Рябицева Н.Ю.</i> Различия структуры сообществ лишайников лиственницы в долинных редколесьях и лесах Западно-Сибирской равнины.....	55
<i>Батанина Е.В.</i> Применение статистического закона распределения для определения экологического состояния экосистем рекреационных водохранилищ.....	61

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

<i>Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н.</i> Удельная материалоемкость колесных тракторов при балластировании для технологий почвообработки.....	65
<i>Наумов И.В., Ямщикова И.В.</i> Повышение эффективности режимов работы сетей низкого напряжения России и Германии при несимметричном электропотреблении.....	70
<i>Вишняков А.С., Вишняков А.А., Клак А.И.</i> Влияние активных семяпроводов на рабочий процесс вибрационного аппарата сеялки.....	79
<i>Васякин Е.А.</i> Влияние природно-производственных условий на эффективность создания посадочных мест лесохозяйственным агрегатом.....	85

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

<i>Мельникова Е.В.</i> Оптимизация технологических параметров производства галет с папоротниковой пастой.....	89
<i>Никулина Е.О., Иванова Г.В., Кольман О.Я.</i> Облепиховый шрот как функциональный ингредиент для создания продуктов функционального назначения.....	98
<i>Дриль А.А.</i> Исследование влияния технологии вакуумирования на качество полуфабрикатов из растительного сырья.....	105
<i>Веретнова О.Ю., Сафронова Т.Н.</i> Разработка рецептуры мясных комбинированных фаршей с использованием пророщенного зерна пшеницы.....	112
<i>Короткий И.А., Короткая Е.В., Мальцева О.М.</i> Разделительное вымораживание при переработке обезжиренного молока.....	115
<i>Типсина Н.Н., Гречишникова Н.А.</i> Влияние заморозки на физико-химические показатели ягод.....	121

крыжовника.....

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Власенко О.А., Аветисян А.Т.</i> Запасы растительного вещества в агроценозах многолетних кормовых трав Красноярской лесостепи.....	126
<i>Жидёхина Т.В.</i> Промышленный сортимент малины и его продуктивность в Черноземье.....	131
<i>Горбунов И.В.</i> Изучение жизненного состояния и процесса возобновления лиственничников после пожаров на территории Ивано-Арахлейского природного парка (Восточное Забайкалье)...	135
<i>Некипелова Е.Ф., Петрик В.В.</i> Влияние рекреационной нагрузки на состояние подроста основных лесообразующих пород (на примере лесопарка «Дружба» г. Владимира).....	145
<i>Баханова М.В., Шелкунов А.Н.</i> Особенности размножения древесных культур методом зеленого черенкования в Ботаническом саду Бурятского государственного университета.....	151
<i>Степень Р.А., Соболева С.В.</i> Безотходная утилизация древесной зелени пихты в лесохимии.....	155
<i>Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю.</i> Влияние корневой подкормки стимуляторами роста одно-двулетних сеянцев пихты почкочешуйной на их дальнейший рост.....	160
<i>Сафина И.Р., Хижняк С.В., Крикунов В.Н., Шевелева Т.Р., Иванова Т.А.</i> Влияние смеси психрофильных бактерий-антагонистов и бактерий-азотфиксаторов на поражение корневой гнилью и урожайность зерновых культур.....	167
<i>Шиндорикина О.В., Ульянова О.А., Чупрова В.В.</i> Влияние удобрений на эмиссию CO ₂ из агрочернозема в условиях Красноярской лесостепи.....	174
<i>Хижняк С.В., Шевелёв Д.И., Самойлова В.А.</i> Влияние биогенных наночастиц ферригидрита на эффективность протравливания семян пшеницы.....	179
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ	
<i>Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П.</i> Сравнительная оценка эффективности фитoadаптогенов при окислительном стрессе у телят.....	183
<i>Тайлаков А.А., Мороз А.А.</i> Зоотехнические условия содержания декоративных птиц в неволе....	186
<i>Голубков А.И., Дунин И.М., Аджигбеков К.К., Лазовая Г.С., Чекушкин А.М.</i> Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы разных внутривидовых типов.....	189
<i>Алексеева Н.М., Борисова П.П.</i> Влияние ферментативного препарата на молочную продуктивность коров симментальской породы в условиях Якутии.....	197
<i>Сулайманова Г.В., Донкова Н.В.</i> Гепатотоксическое действие лекарственных препаратов у животных.....	201
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	206