

ISSN 1819-4036

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет**

**Ministry of Agriculture of Russian Federation
Krasnoyarsk State Agrarian University**

В Е С Т Н И К К р а с Г А У

BULLETIN of KrasGAU

Выпуск 11

Issue 11

Красноярск 2015

Krasnoyarsk 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

Editorial council

N.I. Pyzhikova – Dr. Econ. Sci., Professor, Acting Rector,
 FSBEI HE KSAU – *Editor-in-chief*
A.S. Donchenko – Dr. Vet. Sci., Member of Russian Acad.
 of Sci. – *Deputy Editor-in-chief*
N.V. Donkova – Dr. Vet. Sci., Prof. – *Deputy Editor-in-chief*
Y. A. Kungs – Cand. Techn. Sci., Prof.
G.T. Meerman – Dr. Agr. Sci., Prof. of Kazakh Research
 Institute of Agriculture (the republic of Kazakhstan).
N.A. Surin – Dr. Agr. Sci., Prof., Member of Russian Acad. of Sci.

Редакционная коллегия

А.Н. Антамоскин, 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.

Editorial board

A.N. Antamoshkin, Dr. Techn. Sci., Prof.
S.S. Baksheeva, Dr. Biol. Sci., Assos. Prof.
G.S. Varaksin, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.G. Vedrov, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.A. Velichko, Dr. Techn. Sci., Prof.
G.A. Demidenko, Dr. Biol. Sci., Prof.
T.F. Lefler, Dr. Agr. Sci., Prof.
A.E. Lushchenko, Dr. Agr. Sci., Prof.
V.V. Matyushev, Dr. Techn. Sci., Prof.
N.I. Selivanov, Dr. Techn. Sci., Prof.
A.N. Khalipsky, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.I. Chepelev, Dr. Techn. Sci., Prof.
V.V. Chuprova, Dr. Biol. Sci., Prof.

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

According to the resolution of the Higher Certification Commission (VAK) «Bulletin of KrasGAU» is included into the List of leading scientific reading magazines, where the main scientific results of Doctoral and Candidate theses must be published

Адрес редакции:
 660017, г. Красноярск,
 ул. Ленина, 117
 тел. 8-(3912)-65-01-93
 E-mail: rio@kgau.ru
 Редактор *О.Ю. Потанова*
 Компьютерная верстка *А.А. Грудинин*

Address of the editorial office:
 660017, Krasnoyarsk,
 Lenin street, 117
 tel. 8-(3912)-65-01-93
 E-mail: rio@kgau.ru
 Editor *O.Yu. Potapova*
 Desktop publishing *A. A. Grudinin*

Подписано в печать 19.11.2015
 Формат 60 × 84/8
 Усл. п.л. 31,0
 Тираж 250 экз.
 Заказ № 515

Signed in print 19.11.2015
 Format 60 × 84/8
 CONV. p. l. 31,0
 Edition of 250 copies.
 Order № 515

Подписной индекс 46810
 в Каталоге «Газеты. Журналы»
 ОАО Агентство «Роспечать»
 Издаётся с 2002 г.
Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11 (110).
 Свидетельство о регистрации
 средства массовой информации
 ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.
 ISSN 1819-4036

Subscription index 46810
 in the Catalog «Newspapers. Magazines»
 OJSC Agency «Rospechat»
 Published since 2002
Bulletin of KrasGAU. – 2015. – № 11 (110).
 Certificate of registration media
 PI № 77-14267 from 06.12.2002
 ISSN 1819-4036



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.431.1(431.3)

Е.Н. Белоусова

ВЛИЯНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПЛОТНОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Способы основной обработки почвы в целом не оказали существенного уплотняющего воздействия. Параметры плотности сложения характеризовались как оптимальные, а в условиях отвальной вспашки, в отдельные периоды, – как избыточно рыхлые ($0,68-0,99 \text{ г/см}^3$). На фоне оптимальных значений плотности для большинства сельскохозяйственных растений наиболее высокие значения были характерны для условий, сформировавшихся при обработке по типу нулевой ($0,94-1,25 \text{ г/см}^3$). Значения твердости почвы были наиболее высокими в варианте с нулевой обработкой ($22,8 \text{ кгс/см}^2$). Они достоверно превышали параметры сопротивления пенетрации в условиях отвальной и минимальной обработок. Выявлены умеренные и обратные корреляционные зависимости между плотностью сложения и влажностью. Твердость почвы определялась степенью увлажнения в средней степени ($r = -0,55$) и с умеренной силой была связана с плотностью ($r = 0,65$). Однако эти зависимости были обнаружены только для условий отвальной вспашки. При других способах обработки корреляционная связь была слабой.

Ключевые слова: плотность почвы, твердость почвы, нулевая и минимальная обработка.

E.N. Belousova

INFLUENCE OF SOIL CONSERVATION TECHNOLOGIES ON DENSITY AND HARDNESS OF LEACHED CHERNOZYOM

Methods for primary tillage in general did not significantly impact the soil. Options density was described as optimal. The hardness values of the soil were the highest in the embodiment with zero treatment. They significantly exceeded the parameters penetration resistance under moldboard and minimal treatments. The addition of density parameters was described as the best, and under moldboard plowing, in some periods as excessively loose ($0,68-0,99 \text{ g/cm}^3$). Against the background of optimal density values for most crops, the highest values were typical of conditions that have emerged in the processing of the type of zero ($0,94-1,25 \text{ g/cm}^3$). The hardness values of the soil were highest in the embodiment with zero treatment ($22,8 \text{ kgf/cm}^2$). They significantly exceeded the parameters penetration resistance under moldboard and minimal treatments. Moderate and inverse correlation between the density and adding humidity was revealed. The hardness determined by the degree of soil moisture at moderate ($r = -0,55$) and with a moderate force was related to the density ($r = 0,65$). However, these relationships were found only for the conditions moldboard plowing. When other of treatment methods were used correlation bond was weak.

Key words: the density of soil, the hardness of soil, no-till and minimum tillage.

Введение. Функциональное назначение основной обработки почвы – создание оптимального сложения пахотного слоя, формирование условий сохранения потенциального и эффективного плодородия, а также защита пахотных угодий от эрозии [5]. Плотность сложения является одной из универсальных характеристик. В последнее время, в связи внедрением новых технологий обработ-

ки почвы, интерес к плотности возрастает. Не менее важным параметром, отражающим агрофизические условия роста растений, является твердость почвы. Исследований, связанных с ее диагностикой в поле, недостаточно.

Цель исследования: изучение влияния отвальной и сокращенных обработок на изменение плотности сложения и твердости чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

Объекты исследования. Наблюдения проводились в Красноярском природном округе на земельных площадях СПК «Шилинское» Сухобузимского района. Влияние ресурсосберегающих способов обработки почвы на агрофизические параметры осуществлялось в 2013–2014 гг. на базе длительного опыта, заложенного в 2005 г. под руководством И.А. Куприна и доктора сельскохозяйственных наук Л.Р. Мукиной. В пределах производственных посевов были выделены реперные участки площадью 500 м². С каждого отбирались образцы из слоев 0–5 и 5–20 см методом змейки. Объем выборки составил 15 индивидуальных проб. Схема опыта (способы обработки) представлена следующими вариантами: 1) отвальная (st); 2) минимальная; 3) нулевая.

Почвенный покров представлен сочетанием черноземов выщелоченных мало-, среднегумусных и многогумусных среднемощных глинистых пылевато-иловатых (гумус – 4,0–9,9 %; рН – 6,8–6,9; ЕКО – 69–71 ммоль/100 г). В вегетационный сезон 2013 г. земельный массив, где применялась технология нулевой обработки, находился в условиях химического пара. В третьей декаде августа была посеяна озимая пшеница комбинированным агрегатом СС-6. Ее вегетационный период пришелся на 2014 г. Минимальная обработка почвы осуществлялась СКС-3,2 дисковыми горизонтальными сошниками и механическим высевом семян ярового рапса (2013 г.) и яровой пшеницы (2014 г.). В качестве основной обработки применялась зяблевая вспашка на глубину 20–22 см. Посев яровой пшеницы в 2013–2014 гг. проводился стерневой сеялкой СС-6.

Методы исследования. Химические и физико-химические показатели получены по общепринятым прописям современных методов [1]. Плотность сложения почвы определяли буровым методом и оценивали по шкале Н.А. Качинского [6]; твердость почвы – в полевых условиях с помощью ручного пенетromетра Wile soil на глубину до 25 см конусом с диаметром 1,27 см; влажность – термостатно-весовым методом. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. При исследовании влияния основной обработки почвы на урожайность зерновых особое внимание следует уделять слою почвы ниже уровня заделки семян при посеве. В условиях нашего опыта семена зерновых заделывались на глубину 4–5 см. Соотношение влажности и плотности почвы влияет и на поглощение растениями минеральных элементов. В результате применения почвообрабатывающих орудий (или их комплекса) в почве формируется характерная этой обработке плотность пахотного слоя, которая, в свою очередь, обеспечивает максимальный урожай, при определенном режиме увлажнения [9]. Поэтому вспашка, обеспечивающая меньшую из рассматриваемых обработок плотность почвы, имеет бесспорное преимущество при избытке осадков, а при недостатке влаги переходит к обработкам, обеспечивающим более плотное сложение пахотного слоя.

Рассмотрим, как изучаемые способы обработки изменяли сложение почвы. Согласно оценочным шкалам [8, 12], плотность характеризовалась как незначительная. В условиях отвальной вспашки во все сроки наблюдений 2013 г. плотность сложения пахотного слоя не превышала границы 1 г/см³ и соответствовала уровню «вспушенной и рыхлой» (табл. 1).

Таблица 1

Статистические параметры плотности сложения в вариантах опыта чернозема выщелоченного, n = 15 (2013 г.)

Вариант	Слой, см	21.05			28.06			2.10		
		$x \pm ts_x$	s	V, %	$x \pm ts_x$	s	V, %	$x \pm ts_x$	s	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отвальная	0–5	0,68 ± 0,06	0,11	16	0,76* ± 0,06	0,10	14	0,83 ± 0,05	0,04	5
	5–20	0,70 ± 0,05	0,08	11	0,86* ± 0,04	0,08	9	0,82 ± 0,04	0,04	5

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Минимальная	0–5	0,87±0,06	0,11	13	0,85 ± 0,09	0,15	17	0,78* ± 0,06	0,10	13
	5–20	0,87±0,06	0,11	13	0,95 ± 0,05	0,09	10	0,91* ± 0,06	0,10	11
Нулевая	0–5	1,08±0,07	0,13	12	1,07* ± 0,06	0,10	10	0,94* ± 0,06	0,10	11
	5–20	1,20*±0,06	0,11	9	1,19* ± 0,07	0,12	10	1,17* ± 0,04	0,07	6

*Здесь и далее: различия достоверны между слоями и сроками наблюдений.

Полученные данные свидетельствуют о пониженных величинах показателя и согласуются с рядом исследователей почв Сибирского региона [2, 4, 7, 14]. Рыхлое сложение почв земледельческой части Красноярского края авторы связывают с длительным пребыванием их в мерзлом состоянии, растрескиванием в результате периодического иссушения летом и возрастания пористости. Материалы исследований [3] также свидетельствуют о существенных непроизводительных потерях влаги на физическое испарение при плотности почвы ниже оптимальной. Однако эти характеристики были получены для почв, обрабатываемых классическим отвальным способом.

Замена отвальной обработки поверхностным рыхлением дисковыми сошниками сопровождалась существенным увеличением плотности обоих исследуемых слоев в весенне-летнее время 2013 г. (см. табл. 1). К концу вегетационного сезона происходило достоверное снижение плотности от 0,88 до 0,78 г/см³. Вероятно, одним из факторов, оказавших влияние на формирование рыхлого сложения, явилось воздействие стержневой корневой системы ярового рапса и сформировавшегося мульчирующего слоя из растительного материала полевых культур прошлых лет.

Отказ от механической обработки почвы обнаружил превышение уровня ее уплотнения в сравнении с отвальной и минимальной обработкой, но все же она находилась в пределах оптимума. Интересно отметить, наибольшие изменения коснулись только верхней 0–5 см части корнеобитаемого слоя: от летнего периода к осени происходило достоверное снижение плотности. В слое 5–20 см ее параметры оставались статистически равнозначными (табл. 2). Очевидно, что сохранение растительных остатков предшествующих полевых культур на поверхности почвы, активизируя накопление молодых органических веществ, увеличивает устойчивость к деформациям и улучшает макропористость почвы.

По мнению А.А. Конищева [9], сразу после обработки почва имеет агрофизические характеристики, благоприятные для развития растений. При этом она выведена из своего равновесного состояния и, как правило, ее плотность ниже равновесной. В дальнейшем, по мнению автора, происходит быстрая усадка почвы, скорость которой определяется количеством и интенсивностью выпадающих осадков, водопроницаемостью.

Нашими наблюдениями было установлено, что уровень увлажнения существенно влиял на внутрисезонную динамику плотности почвы (см. табл. 2). Данные рисунков 1, 2 иллюстрируют сильную обратную ее зависимость от уровня увлажнения в вегетационный сезон 2013 г.

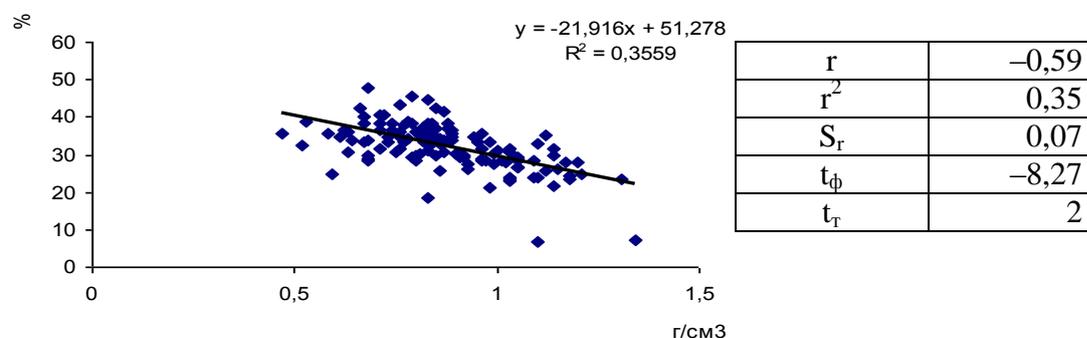


Рис. 1. Зависимость между влажностью почвы и плотностью сложения в слое 0–5 см (n = 126), 2013 г.

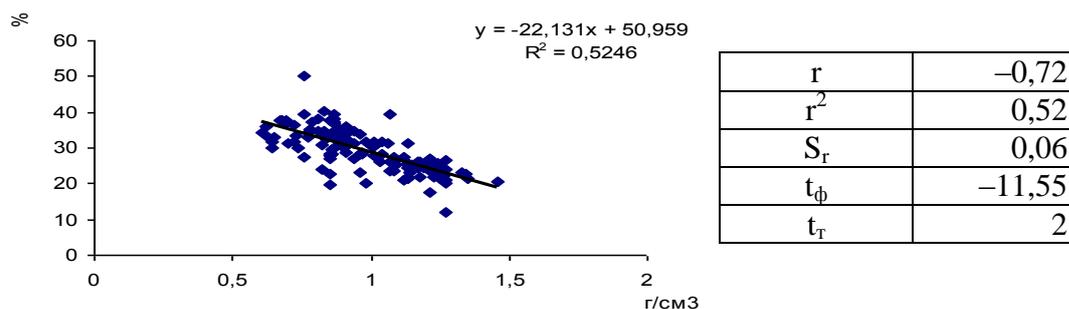


Рис. 2. Зависимость между влажностью почвы и плотностью сложения в слое 5–20 см ($n = 123$), 2013 г.

На протяжении вегетационного сезона 2014 г. значения плотности сложения в условиях отвальной вспашки не превышали уровня первой градации шкалы Н.А. Качинского, однако несколько превосходили параметры предыдущего года (см. табл. 2). Таким образом, традиционный способ обработки почвы создавал излишне рыхлое ее сложение, что, согласно принципам агрофизики, приводит к слабому контакту семени с почвой, непродуктивной диффузной потере влаги, усилению минерализационных процессов органического вещества и повреждению корневых систем полевых культур при оседании.

Применение поверхностного рыхления обнаружило существенное понижение плотности в слое 0–5 см от середины лета к осени. С глубиной значимых изменений не отмечалось, а уровень плотности варьировал в интервале 1,01–1,06 г/см³, существенно превышая верхний слой. По-видимому, более высокие параметры влажности верхней части почвы в сравнении с подсеменным слоем обуславливали формирование рыхлого «одеяла», представленного комочками размером 2–1 и 3–2 мм. Отмеченное обусловлено процессом разуплотнения в результате «набухания-усадки» при увлажнении и высыхании – явлений, которые многократно повторяются в природе и связаны с сезонными изменениями влажности. В наибольшей степени это проявляется в условиях наименьшего механического воздействия почвообрабатывающих орудий на почву.

Таблица 2

Статистические параметры плотности сложения в вариантах опыта чернозема выщелоченного, $n = 15$ (2014 г.)

Вариант	Слой, см	25.06			28.07			18.09		
		$x \pm ts_x$	s	V, %	$x \pm ts_x$	s	V, %	$x \pm ts_x$	s	V, %
Отвальная	0–5	0,94 ± 0,07	0,13	14	0,77* ± 0,07	0,13	17	0,91 ± 0,08	0,14	15
	5–20	0,99 ± 0,05	0,10	10	0,89* ± 0,06	0,11	12	0,94 ± 0,04	0,07	8
Минимальная	0–5	1,03 ± 0,06	0,11	11	0,82* ± 0,06	0,12	15	0,88* ± 0,06	0,11	13
	5–20	1,03 ± 0,08	0,14	14	1,06* ± 0,06	0,12	11	1,01* ± 0,05	0,09	10
Нулевая	0–5	1,07 ± 0,08	0,15	14	0,98* ± 0,04	0,07	8	1,07* ± 0,05	0,09	9
	5–20	1,09 ± 0,07	0,13	11	1,15* ± 0,07	0,12	6	1,25* ± 0,08	0,14	11

Так, максимальная величина плотности была достигнута почвой в слое 5–20 см в конце жизненного цикла озимой пшеницы при отсутствии механической обработки (см. табл. 2) и соответствовала уровню «плотной». Тогда как в верхнем 0–5 см слое проявляется «биологическое саморыхление» – результат аккумуляции на поверхности почвы слоя мульчи вместе с ходами отмерших корневых систем культур. По мнению В.В. Медведева [10], незначительная дифференциация па-

хотного слоя по плотности может замедлять непроизводительное испарение влаги и способствовать активизации естественных процессов почвообразования.

Наблюдение за динамикой плотности сложения в течение вегетационного сезона 2014 г. выявило снижение ее зависимости от степени увлажнения (рис. 3, 4).

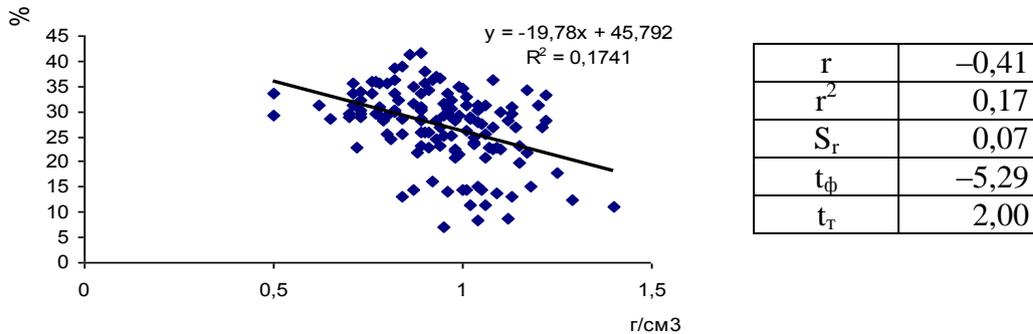


Рис. 3. Зависимость влажности почвы и плотности в слое 0–5 см ($n = 135$), 2014 г.

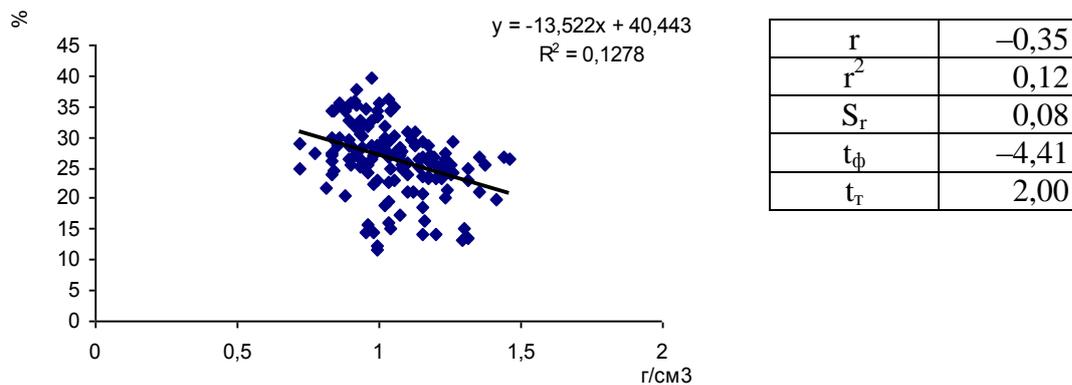


Рис. 4. Зависимость между влажностью почвы и плотностью сложения в слое 5–20 см ($n = 123$), 2014 г.

Таким образом, оцениваемые способы воздействия на почву в целом не оказывали уплотняющего влияния до критических значений. Параметры плотности характеризовались как оптимальные, а в варианте с отвальной вспашкой, в отдельные периоды, – как избыточно рыхлые (вспушенные). При использовании почвозащитных технологий наблюдалась тенденция к дифференциации изучаемых слоев корнеобитаемой толщи по плотности сложения.

Твердость является интегральным показателем физического состояния и указывает на меру прочности почвы против разрушающего механического воздействия внешних сил: корней растений, почвообрабатывающих орудий, капель дождя. Она находится в функциональной зависимости от гранулометрического состава, структуры, плотности и влажности почвы [11].

Данные по твердости почвы, полученные на вариантах опыта, в целом подтверждают результаты исследований плотности сложения. Наблюдениями выявлены следующие статистические параметры твердости (табл. 3). При «нулевом» способе обработки твердость почвы соответствовала твердоватому типу, а при минимальной и отвальной – рыхловатой. Эта разница между вариантами была также статистически достоверна ($t_{\phi} > t_r$).

**Диагностические и статистические параметры твердости чернозема
выщелоченного (июль 2013 г.), кгс/см²**

Статистический параметр	Способ обработки		
	Нулевая	Минимальная	Отвальная
x	22,8*	15,3	16,5
s	3,4	2,8	5,0
s _x	0,4	0,4	0,6
V, %	14,9	18,3	30,0

* Разница достоверна.

Параметры изменчивости характеризовали на нулевом и минимальном фоне уровень варьирования показателя как «средний», а при отвальной обработке – «высокий». По мнению исследователей [11], такие значения гарантируют наличие пространственной неоднородности, а, следовательно, необходимость проведения парцеллизации полей с целью последующего внедрения разных способов обработки (при использовании элементов точного земледелия). С целью поиска факторов, оказывающих влияние на состояние почвенной массы, был проведен анализ корреляционных зависимостей твердости почвы от плотности сложения. Он выявил слабые связи в условиях почвозащитных обработок, а на отвальной вспашке – среднюю ($r = 0,64$). Вероятно, традиционная обработка с оборотом пласта в большей степени дифференцирует пахотный слой и вызывает формирование микроразнообразия агрофизических параметров. Аналогичный характер зависимости в вариантах был обнаружен и с влажностью почвы. Так, при нулевой и минимальной обработке корреляция практически отсутствовала, а на фоне отвальной – связь была отрицательной и умеренной ($r = -0,55$). Обнаруженное согласуется с мнением Б.И. Потапова [13], когда при подсушивании почвы в тонких порах (характерных для почв, подвергающихся воздействию почвозащитных технологий) под действием капиллярных сил происходит сближение частиц и агрегатов по площадкам контактов.

Выводы

1. Оцениваемые способы основной обработки почвы не оказали существенного уплотняющего воздействия на плотность почвы. Ее параметры характеризовались как оптимальные, а в условиях отвальной вспашки, в отдельные периоды – как избыточно рыхлые.

2. На фоне оптимальных значений плотности для большинства сельскохозяйственных растений наиболее высокие значения были характерны для условий, сформировавшихся при обработке по типу нулевой. Они достоверно отличались от параметров почвы в вариантах с отвальной и минимальной обработками.

3. Значения твердости почвы были наиболее высокими в варианте с нулевой обработкой. Они достоверно превышали параметры сопротивления пенетрации в условиях отвальной и минимальной обработок.

4. Выявлены умеренные и обратные корреляционные зависимости между плотностью сложения и влажностью. Твердость почвы определялась степенью увлажнения в средней степени ($r = -0,55$) и с умеренной силой была связана с плотностью ($r = 0,65$). Однако эти зависимости были обнаружены только для условий отвальной вспашки. При других способах обработки корреляционная связь была слабой.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Влияние внутривершинной неоднородности почвенного плодородия на выбор элементов методики полевого опыта // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С. 55–62.

3. Берзин А.М., Таскина В.М. Влияние обработки и севооборотов на плотность и структурность почв // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон азиатской части СССР. – М.: Колос, 1982. – С. 93–98.
4. Бугаков П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. – Красноярск, 1981.
5. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н., Краснощеков А.Г. Ключевые показатели минимализации обработки почвы // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 14–15.
6. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
7. Вередченко Ю.П. Агрофизическая характеристика почв центральной части Красноярского края. – М.: Наука, 1961.
8. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч. 1. – М.: Высш. шк., 1965. – 324 с.
9. Конищев А.А. Обработка почвы: вчера, сегодня, завтра. – Иваново, 2013. – 125 с.
10. Медведев В.В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). – Харьков: 13 типография, 2004. – 244 с.
11. Медведев В.В. Твердость почв. – Харьков: Городская типография, 2009. – 152 с.
12. Наумов С.А. Оптимальная плотность серой лесной почвы для полевых культур и роль механической обработки в ее регулировании // Теоретические основы обработки почвы. – М.: Гидрометеиздат, 1969.
13. Потапов Б.И. О влиянии влажности и уплотнения почв на предельное сопротивление их сдвигу // Почвоведение. – 1966. – № 4. – С. 30–32.
14. Чупрова В.В., Ерохина Н.Л. База данных по плотности сложения почв земледельческой территории Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 1999. – № 5. – С. 84–92.

Literature

1. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – М.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
2. Belousov A.A., Belousova E.N. Vliyanie vnutripol'noi neodnorodnosti pochvennogo plodorodiya na vybor ehlementov metodiki polevogo opyta // Vestn. KrasGAU. – 2013. – № 6. – S. 55–62.
3. Berzin A.M., Taskina V.M. Vliyanie obrabotki i sevooborotov na plotnost' i strukturnost' pochv // Agrofizicheskaya harakteristika pochv stepnoy i suhostepnoy zon aziatskoy chasti SSSR. – М.: Kolos, 1982. – S. 93–98.
4. Bugakov P.S., Gorbacheva S.M., Chuprova V.V. Pochvy Krasnoyarskogo kraya. – Krasnoyarsk, 1981.
5. Buyankin N.I., Slesarev V.N., Krasnoshchekov A.G. Klyuchevye pokazateli minimalizatsii obrabotki pochvy // Zemledelie. – 2004. – № 4. – S. 14–15.
6. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv: ucheb. posobie. – 3-e izd., pererab. i dop. – М.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
7. Veredchenko YU.P. Agrofizicheskaya harakteristika pochv central'noi chasti Krasnoyarskogo kraya. – М.: Nauka, 1961.
8. Kachinskiy N.A. Fizika pochvy. CH. 1. – М.: Vyssh. shk., 1965. – 324 s.
9. Konishchev A.A. Obrabotka pochvy: vchera, segodnya, zavtra. – Ivanovo, 2013. – 125 s.
10. Medvedev V.V. Plotnost' slozheniya pochv (geneticheskiy, ekologicheskiy i agronomicheskiy aspekty). – Har'kov: 13 tipografiya, 2004. – 244 s.
11. Medvedev V.V. Tverdost' pochv. – Har'kov: Gorodskaya tipografiya, 2009. – 152 s.
12. Naumov S.A. Optimal'naya plotnost' seroy lesnoy pochvy dlya polevykh kul'tur i rol' mekhanicheskoy obrabotki v eyo regulirovanii // Teoreticheskie osnovy obrabotki pochvy. – М.: Gidrometeoizdat, 1969.
13. Potapov B.I. O vliyaniy vlazhnosti i uplotneniya pochv na predel'noe soprotivlenie ih sdvigu // Pochvovedenie. – 1966. – № 4. – S. 30–32.
14. Chuprova V.V., Erohina N.L. Baza dannyh po plotnosti slozheniya pochv zemledel'cheskoy territorii Krasnoyarskogo kraya // Vestn. KrasGAU. – 1999. – № 5. – S. 84–92.

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Цель работы заключалась в исследовании влияния различных способов основной обработки на каталазную активность чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи. Каталазную активность почвы определяли газометрически по Галстяну. Показана динамика активности каталазы в условиях минимизации обработки. Получены данные о ее пространственном варьировании. Способы обработки по-разному и разнонаправленно влияли на каталазную активность. Выводы: 1. Активность каталазы в исследуемой почве характеризовалась как средняя (2,0–5,7 O₂, см³/г/мин). В среднем за два года минимальный уровень обнаруживался в почве, не подвергающейся механической обработке. 2. Пространственное варьирование каталазной активности характеризовалось средним уровнем, а ее внутрисезонная динамика была наиболее существенной при минимизации обработок. 3. Из числа изученных факторов на уровень каталазной активности оказали влияние внутрисезонные колебания и характер их взаимодействия с условиями, формирующимися при обработке почвы.

Ключевые слова: ферменты, активность каталазы, нулевая и минимальная обработка.

A.A. Belousov

THE EVALUATION OF CATALASE ACTIVITY AT DIFFERENT WAYS PLOWING OF THE LEACHED BLACK SOIL

The aim of the study is to investigate the effect of different ways of the basic processing on the catalase activity leached chernozem Krasnoyarsk forest. Soil catalase activity was determined by gas-meter according to A. Galstyan. The dynamics of catalase activity in terms of minimization of processing is shown. The data on its spatial variation is achieved. The handling of different methods differently effected catalase activity. Conclusions. 1. The activity of catalase in the test soil was described as average (2,0–5,7 O₂ cm³/g/min). On average for two years minimum level was detected in the soil which was not machined. 2. Spatial variation of catalase activity was characterized by an average level, and its seasonal dynamics was the most significant, while minimizing treatments. 3. Among the factors studied, the level of catalase activity was influenced by seasonal oscillations and the nature of their interactions with the conditions emerging in the processing of the soil.

Key words: enzymes, catalase activity, no-till and minimum tillage.

Введение. В настоящее время в целях энерго- и ресурсосбережения достаточно актуально развитие так называемого бережливого (консервирующего) сельского хозяйства. Приоритетным направлением является замена традиционных интенсивных технологий возделывания зерновых и других видов культур на бережливые почвозащитные. Изучение параметров биологической активности почвы является одной из основных задач, направленных на поиск оптимальных параметров плодородия почвы. Каталаза, разлагая пероксид водорода, способствует деятельности микрофлоры и протеканию процессов разложения органических остатков, а также переводу их в гумус почвы. Таким образом, этот показатель плодородия почвы и активность каталазы находятся в прямой зависимости друг от друга: чем больше активность каталазы, тем более благоприятные условия для образования гумуса, и наоборот, чем больше содержание гумуса, тем большее количество молекул фермента способно сорбироваться на поверхности [4].

Для условий Красноярского региона имеется недостаток информации о том, как изменяется ферментативный пул почвы при смене и долгосрочном использовании минимальных обработок почвы. Эти сведения могут быть востребованы в связи с каталитическим влиянием ферментов на циклы превращения элементов минерального питания, в том числе углерода и азота.

Цель исследований: изучение влияния различных способов основной обработки на каталазную активность чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

Объекты и методы исследований. Наблюдения проводились в Красноярском природном округе на земельных площадях СПК «Шилинское» Сухобузимского района. Влияние ресурсосберегающих способов обработки почвы на ферментативную активность изучали в 2013–2014 гг. на базе опыта, заложенного в 2005 г., под руководством генерального директора ОАО «Коркино Агропромхимия» И.А. Куприна и доктора сельскохозяйственных наук Л.Р. Мукиной. В пределах производственных посевов были выделены реперные участки площадью 500 м². С каждого отбирались образцы из слоев 0–5 и 5–20 см методом змейки в 15-кратной повторности. Схема опыта включала (способы обработки): 1) отвальная (st); 2) минимальная; 3) нулевая.

Почвенный покров представлен черноземом выщелоченным среднегумусным среднесильным глинистым пылевато-иловатым. В вегетационный сезон 2013 г. участок, где применялась технология нулевой обработки, находился в условиях химического пара. Здесь проводили трехкратную обработку баковой смесью из гербицидов «Топик» и «Ковбой», фунгицида «Альто Супер» и инсектицида «Карате». В третьей декаде августа высевалась озимая пшеница комбинированным агрегатом СС-6 без предварительной подготовки почвы с механическим высевом семян. Ее вегетационный период пришелся на 2014 г.

Минимальная обработка почвы осуществлялась СКС-3,2. С помощью дисковых горизонтальных сошников посевного комплекса проводилась обработка почвы на глубину 4–5 см, посев семян ярового рапса (2013 г.) и яровой пшеницы (2014 г.) с одновременным внесением нитроаммофоски.

Отвальная основная обработка состояла из зяблевой вспашки на глубину 20–22 см и весенней культивации. Посев яровой пшеницы в 2013–2014 гг. проводился комбинированным агрегатом – стерневой сеялкой СС-6 с одновременным припосевным внесением нитроаммофоски.

Химические и физико-химические показатели получены по общепринятым прописям современных методов [2]. Каталазную активность почвы определяли газометрически по Галстяну [3]. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Хорошо известно, что эффективное плодородие почвы в значительной степени реализуется через деятельность микроорганизмов и ферментов. Причем многочисленные исследования свидетельствуют о различной биологической активности и, следовательно, разнокачественности частей «пахотного слоя». Рассмотрим изменение статистических параметров каталазной активности в анализируемых слоях исследуемой почвы при различных технологиях обработки. В условиях отвальной вспашки она соответствовала среднему уровню (табл. 1, 2).

Таблица 1

Статистические параметры активности и динамики каталазы, $t_{05} = 2,0$ (2013 г.)

Вариант	Слой, см	Срок	$x \pm ts_x$	s	V, %	t_ϕ
1	2	3	4	5	6	7
Отвальная вспашка	0–5	Май (1)	$3,9 \pm 0,3$	0,5	12,8	$t_1t_2 (0,83)$
		Июнь (2)	$3,7 \pm 0,3$	0,6	16,2	$t_1t_3 (0,6)$
		Октябрь (3)	$4,0 \pm 0,1$	0,2	5,0	$t_2t_3 (1,59)$
	5–20	Май (1)	$4,1 \pm 0,5$	0,9	21,9	$t_1t_2 (1,14)$
		Июнь (2)	$3,8 \pm 0,3$	0,5	13,1	$t_1t_3 (1,77)$
		Октябрь (3)	$3,6 \pm 0,3$	0,5	13,8	$t_2t_3 (0,92)$
Минимальная обработка	0–5	Май (1)	$4,1 \pm 0,4$	0,7	17,0	$t_1t_2 (2,18)$
		Июнь (2)	$4,6 \pm 0,3$	0,5	10,8	$t_1t_3 (0,67)$
		Октябрь (3)	$4,3 \pm 0,4$	0,7	16,2	$t_2t_3 (1,37)$
	5–20	Май (1)	$3,2 \pm 0,2$	0,4	12,5	$t_1t_2 (5,87)$
		Июнь (2)	$4,1 \pm 0,3$	0,5	12,2	$t_1t_3 (1,53)$
		Октябрь (3)	$3,4 \pm 0,3$	0,5	14,7	$t_2t_3 (3,63)$

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Нулевая обработка	0–5	Май (1)	2,2 ± 0,1	0,2	9,0	t _{1t₂} (17,9)
		Июнь (2)	4,0 ± 0,2	0,3	7,5	t _{1t₃} (18,0)
		Октябрь (3)	3,7 ± 0,1	0,2	5,4	t _{2t₃} (3,0)
	5–20	Май (1)	2,0 ± 0,1	0,2	10,0	t _{1t₂} (18,7)
		Июнь (2)	3,8 ± 0,2	0,3	7,9	t _{1t₃} (18,9)
		Октябрь	3,5 ± 0,1	0,2	5,7	t _{2t₃} (2,98)

Здесь и далее: жирным шрифтом выделены достоверные различия; t_{1t₂} – сравнение сроков наблюдения.

Величина пространственного варьирования была умеренной и, вероятно, определялась ходом динамики развития корневых систем растений, использованием гербицидов и сменой условий увлажнения. Динамика активности каталазы характеризовалась несущественными колебаниями в обоих исследуемых слоях относительно вариантов с минимальным механическим воздействием.

При использовании минимальной обработки уровень каталазной активности также оценивался как средний. Величина пространственного варьирования была на более высоком уровне, чем при традиционном способе обработки.

Таблица 2

Шкала для сравнительной оценки биологической активности почвы

Показатель	Активность				
	Очень слабая	Слабая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Каталаза, O ₂ , см ³ /г/мин	До 1	1–3	3–10	10–30	> 30

Динамика активности каталазы характеризовалась достоверными спадами и подъемами по срокам наблюдений. На наш взгляд, существенную роль на эти изменения оказала культура ярового рапса. Однако наиболее существенные динамические изменения были выявлены в почве, не подвергающейся механической обработке. Здесь проявилась существенная трансформация рядов динамики. По уровню активности почва характеризовалась как слабая в мае и средняя – в последующие периоды.

В течение вегетационного сезона 2014 г. динамика окислительного фермента проявила более высокую активность в сравнении с предыдущим сезоном (табл. 3). Тем не менее, потенциал активности оставался в пределах «среднего» по шкале Д.Г. Звягинцева. Пространственное варьирование сохранялось на аналогичном уровне, как и годом ранее. По характеру динамики вариант с оборотом пласта оценивался как самый стабильный. При использовании минимальной обработки колеблемость была выражена сильнее в слое 0–5 см, а при полном отказе от механического воздействия, также как и в вегетационном сезоне 2013 г., динамические изменения носили самый существенный характер. По-видимому, сохранение разнокачественного органического материала на поверхности почвы, содержание растворимых фракций, лигнина, целлюлозы и полифенолов определяли различную скорость разложения и обуславливали создание микрозон, благоприятных (или нет) для деятельности микроорганизмов. Растительные остатки также могли препятствовать равномерному прогреванию почвы по периодам наблюдений, что обуславливало вариабельность значений.

Таблица 3

Статистические параметры активности и динамики каталазы, $t_{05} = 2,0$ (2014 г.)

Вариант	Слой, см	Срок	$x \pm ts_x$	s	V, %	t_ϕ
Отвальная вспашка	0–5	Июнь (1)	$4,3 \pm 0,4$	0,6	13,9	t_{1t_2} (1,39)
		Июль (2)	$4,7 \pm 0,3$	0,6	12,7	t_{1t_3} (3,22)
		Сентябрь (3)	$5,0 \pm 0,3$	0,5	10,0	t_{2t_3} (1,75)
	5–20	Июнь (1)	$4,5 \pm 0,6$	1,0	22,2	t_{1t_2} (0,43)
		Июль (2)	$4,4 \pm 0,6$	1,1	25,0	t_{1t_3} (0,9)
		Сентябрь (3)	$4,8 \pm 0,3$	0,5	10,4	t_{2t_3} (1,2)
Минимальная обработка	0–5	Июнь (1)	$5,3 \pm 0,3$	0,6	11,3	t_{1t_2} (2,3)
		Июль (2)	$4,8 \pm 0,3$	0,6	12,5	t_{1t_3} (2,35)
		Сентябрь (3)	$4,7 \pm 0,4$	0,6	12,7	t_{2t_3} (0,14)
	5–20	Июнь (1)	$5,6 \pm 0,4$	0,7	12,5	t_{1t_2} (1,63)
		Июль (2)	$5,0 \pm 0,7$	1,2	24,0	t_{1t_3} (1,99)
		Сентябрь (3)	$5,2 \pm 0,2$	0,3	5,7	t_{2t_3} (0,59)
Нулевая обработка	0–5	Июнь (1)	$4,7 \pm 0,4$	0,7	14,9	t_{1t_2} (2,63)
		Июль (2)	$4,1 \pm 0,1$	0,3	7,3	t_{1t_3} (2,25)
		Сентябрь (3)	$5,4 \pm 0,6$	1,0	18,5	t_{2t_3} (4,42)
	5–20	Июнь (1)	$5,7 \pm 0,5$	0,9	15,8	t_{1t_2} (6,36)
		Июль (2)	$3,8 \pm 0,4$	0,7	18,4	t_{1t_3} (0,73)
		Сентябрь (3)	$5,5 \pm 0,3$	0,5	9,0	t_{2t_3} (7,55)

Таким образом, показатели каталитической активности имеют ярко выраженную сезонную динамику. При этом она может быть различной как по направлению, так и по амплитуде колебаний во времени.

Не менее важными, чем оценка каталазной активности, будут сведения об интенсивности биохимических процессов, формирующихся при различных технологиях обработки. В вегетационный сезон 2013 г. активность каталазы в мае была максимальна в 0–5 см слое почвы, обрабатываемой отвално и с поверхностным механическим рыхлением (табл. 4). Существенно уступала им в активности почва, находящаяся в условиях химического пара.

Таблица 4

Активность каталазы в вариантах опыта, O_2 , см³/г/мин (2013 г.)

Вариант	0–5 см			5–20 см		
	Май	Июнь	Октябрь	Май	Июнь	Октябрь
Отвальная	3,9	3,7	4,0	4,1	3,8	3,6
Минимальная	4,1	4,6	4,3	3,2	4,1	3,4
Нулевая	2,2	4,0	3,7	2,0	3,8	3,5
HCP_{05}	0,9	0,4	0,3	0,4	$F_\phi < F_T$	$F_\phi < F_T$

В июне, когда велика сила воздействия корневых систем растений, уровень активности повышался в вариантах минимальной и нулевой обработок. Причем, достоверно высоким он оказался в варианте, где возделывался рапс. По-видимому, эта же тенденция прослеживалась и в конце сезона.

В слое 5–20 см значимых различий в степени каталазной активности между вариантами не обнаружено. Лишь в начале вегетационного сезона энергия разложения перекиси оказалась существенно ниже в почве, обрабатываемой по нулевому способу что, возможно, обусловлено многократным использованием комплекса пестицидов. Подобное в своих исследованиях отмечали

Ф.Х. Хазиев, А.Е. Гулько [6]. Достоверный максимум зафиксирован в условиях отвальной вспашки. Вегетационный сезон 2014 г. показал, что это предположение правильное. Однако следует указать, что гербициды применялись и в других вариантах, но, вероятно, отсутствие механического воздействия в химическом пару усиливало токсический эффект химикатов на образование и активность фермента.

Во второй год исследований в слое почвы 0–5 см максимальный и достоверно высокий уровень активности каталазы был обнаружен в условиях минимальной обработки (табл. 5). Вероятно, здесь продолжалось влияние растительного материала рапса прошлого года. Накопленный на поверхности почвы растительный опад предшествующих культур и рапса в период посева яровой пшеницы был вовлечен поверхностной обработкой в процессы окисления, что, по-видимому, повысило и каталитическую активность. Аналогичные данные были получены В.Н. Слесаревым с соавторами [5], где, по их мнению, корневые остатки рапса служили дополнительным энергетическим материалом для микроорганизмов и являлись причиной усиления активности изучаемого ими окислительно-восстановительного фермента.

Таблица 5

Активность каталазы в вариантах опыта, O₂, см³/г/мин (2014 г.)

Вариант	0–5 см			5–20 см		
	Июнь	Июль	Сентябрь	Июнь	Июль	Сентябрь
Отвальная	4,3	4,7	5,0	4,5	4,4	4,8
Минимальная	5,3	4,8	4,7	5,6	5,0	5,2
Нулевая	4,7	4,1	5,4	5,7	3,8	5,5
НСП ₀₅	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	0,3

В июле на данном варианте наблюдался спад активности от 5,3 до 4,8 см³/г/мин. Аналогичный ферментный потенциал обнаружил верхний слой почвы при отвальной вспашке. Существенно уступал им в активности 0–5 см слой почвы при использовании прямого посева – 4,1 см³/г/мин. К концу сезона 2014 г., в сентябре, напротив, наибольший уровень активности был характерен для почвы, где вегетировала озимая пшеница. А далее в убывающем порядке: на отвальной и минимальной обработках. Все отличия оказались статистически достоверны.

Интересные данные получены для слоя 5–20 см. Максимум каталазной активности почвы был выявлен при нулевой обработке, а наименьшие ее значения – при отвальной вспашке. К июлю в варианте с нулевой обработкой ферментный потенциал каталазы существенно сократился. Вероятно, это связано с усилением анаэробных процессов, которые стали следствием существенного возрастания влажности и плотности сложения, измеренных в опыте в составе сопутствующих наблюдений. К сентябрю уровень активности достиг июньского.

Таким образом, можно заключить, что активность в вариантах опыта, с одной стороны, характеризовалась как средняя, с другой – способы обработки по-разному и разнонаправленно влияли на каталазную активность. Причины этого мы попытались выявить при помощи двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 6).

Таблица 6

Оценка вклада факторов в изменение активности каталазы чернозема выщелоченного (двухфакторный анализ ANOVA)

Фактор	Показатель степени влияния (ПСВ), %			
	2013 г.		2014 г.	
	0–5 см	5–20 см	0–5 см	5–20 см
1	2	3	4	5
Сроки (динамика)	28,2	16,6	2,0	7,1
Обработки	15,0	17,9	8,3	15,8

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5
Взаимодействие	20,8	27,0	15,5	11,8
Не учитываемые в опыте факторы	35,2	38,3	73,9	65,2

В течение вегетационного сезона 2013 г. из исследуемых параметров наибольшее влияние на каталитическую активность в слое 0–5 см оказывал фактор «обработки». Однако в большей степени на потенциал каталазы воздействовал фактор «не учитываемые в опыте». В слое 5–20 см долевое распределение факторов было несколько иным. Здесь из исследуемых параметров на первое место вышел фактор «взаимодействие» (27 %). Что, по-видимому, связано с совместным влиянием способов обработки, сменой гидротермических условий, использованием различной растительности на реперных участках.

Выводы

1. Активность каталазы в исследуемой почве характеризовалась как средняя по шкале Д.Г. Звягинцева. Способы обработки почвы разнонаправленно влияли на каталитическую активность. В среднем за два года минимальный уровень обнаруживался в почве, не подвергающейся механической обработке.

2. Пространственное варьирование каталазной активности характеризовалось средним уровнем, а ее внутрисезонная динамика была наиболее существенной при минимизации обработок.

3. Изменения ферментативной активности обуславливались в большей степени факторами, не исследуемыми в опыте. Из числа наблюдаемых на уровень каталазной активности оказали влияние внутрисезонные колебания и характер их взаимодействия с условиями, формирующимися при обработке почвы.

Литература

1. *Абросимова Л.Н., Ревут И.Б.* Биологическая активность почвы и состав воздуха пахотного слоя почвы // Почвоведение. – 1964. – № 7. – С. 17–19.
2. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. *Галстян А.Ш.* Ферментативная активность почв Армении. – Ереван: Айастан, 1974. – 185 с.
4. *Кузьмина К.И.* Ферментативная активность почв под различными культурами // XIV Докучаевские молодежные чтения: мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – СПб., 2011. – С. 215–216.
5. *Слесарев В.Н., Святская Л.Н., Хамова О.Ф.* и др. Биологическая активность чернозема выщелоченного юго-западной Сибири в зависимости от обработки // Почвоведение. – 1987. – № 4. – С. 137–142.
6. *Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е.* Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения // Почвоведение. – 1991. – № 8. – С. 88–103.

Literatura

1. *Abrosimova L.N., Revut I.B.* Biologicheskaya aktivnost' pochvy i sostav vozduha pahotnogo sloya pochvy // Pochvovedenie. – 1964. – № 7. – S. 17–19.
2. *Arinushkina E.V.* Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M.: IZD-VO MGU, 1970. – 487 s.
3. *Galstyan A.SH.* Fermentativnaya aktivnost' pochv Armenii. – Erevan: Aiastan, 1974. – 185 s.
4. *Kuz'mina K.I.* Fermentativnaya aktivnost' pochv pod razlichnymi kul'turami // XIV Dokuchaevskie molodezhnye chteniya: mat-ly Vseros. nauch. konf., posvyashch. 165-letiyu so dnya rozhdeniya V.V. Dokuchaeva. – SPb., 2011. – S. 215–216.

5. Slesarev V.N., Svyatskaya L.N., Hamova O.F. i dr. Biologicheskaya aktivnost' chernozema vyshchelochnenogo yugo-zapadnoy Sibiri v zavisimosti ot obrabotki // Pochvovedenie. – 1987. – № 4. – S. 137–142.
6. Haziev F.H., Gul'ko A.E. Fermentativnaya aktivnost' pochv agrocenozov i perspektivy ee izucheniya // Pochvovedenie. – 1991. – № 8. – S. 88–103.



УДК 631.4:628

А.А. Галямов, Е.В. Гаевая, Е.В. Захарова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ

В работе представлены результаты качественной характеристики отходов производства и потребления на территории разведочных скважин Бованенковского месторождения. Целью исследований явилось определение участков сельскохозяйственных земель (оленьих пастбищ) Ямальского района, нарушенных и загрязненных в ходе проведения геологоразведочных работ при освоении газовых и газоконденсатных месторождений Бованенковской группы полуострова Ямал. Качественная характеристика загрязнений проведена на территории 100 разведочных скважин в районе Бованенковского, Северо-Бованенковского, Восточно-Бованенковского и Нерстинского месторождения общей площадью 3 633 кв. км. На буровых площадках обнаружены отходы преимущественно IV и V классов опасности, а также незначительное количество отходов III класса опасности. В соответствии с приведенными данными, выявлено, что 87,6 % (или 11 035,54 т) общей массы отходов относятся к V классу опасности, или практически неопасным отходам; 12,3 % (или 1 546,07 т) – к IV классу опасности, или малоопасным отходам; 0,1 % (или 17,85 т) – к III классу опасности, или умеренно опасным отходам. Более половины буровых площадок относятся к первому и второму типу скважин, т. е. практически незахламленным (38 % от общего числа скважин) и мало захламленным буровым площадкам (26 % от общего числа скважин). К третьему типу средне захламленных площадок скважин относится 16 % всех буровых площадок, и на их долю приходится 12 % общей массы отходов (1 500,71 т). Доля площадок четвертого типа (сильно захламленных) составляет 12 % от общего числа, однако вклад в общую массу брошенных отходов весьма велик – 31 % общего количества (3 873,27 т). Самая малочисленная совокупность буровых площадок относится к пятому типу (чрезвычайно захламленные площадки), составляет всего 8 % общего числа площадок скважин, но масса отходов, брошенных на площадках пятого типа, составляет больше половины общего количества всех отходов – 51 % (6 432,65 т). Инвентаризация отходов производства и потребления позволит правильно спланировать направление технической рекультивации земель полуострова Ямал.

Ключевые слова: углеводородное сырье, отходы производства и потребления, геологоразведочные работы.

А.А. Galyamov, E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF REHABILITATION OF DEGRADED SITES ON THE YAMAL PENINSULA

The results of the qualitative characteristics of waste production and consumption in the territory of the Bovanenkovo field exploration are given. The aim of research was to determine the areas of agricultural land (reindeer pastures) Yamal area of disturbed and contaminated in the course of exploration in the

development of gas and gas condensate fields group Bovanenkovo on the Yamal Peninsula. Qualitative characteristics of contamination carried out on the territory of 100 exploration wells in the area of the Bovanenkovo, Bovanenkovo-North, East and the Bovanenkovo field and Nerstinskoe deposit of total area of 3 633 sq. km. At the well site waste is found mainly IV and V classes of hazard, as well as a small amount of waste hazard class III. In accordance with the data revealed that 87,6 % (or 11 035,54 m) of the total mass of waste belonged to the V class of hazard or essentially non-hazardous waste; 12,3 % (or 1546,07 m) belonged to the IV hazard class or low-hazard waste; 0,1 % (or 17,85 m) – class III hazard or moderately hazardous waste. Over half wellsites refers to type 1 and 2 wells, i. e. virtually empty is (38 % of the total number of wells) and a little cluttered wellsite (26 % of the total number of wells). By type of medium 3 cluttered well sites is 16 % of the drilling sites and they accounted for 12 % of the total mass of waste (1 500,71 m). Type 4 share sites (highly cluttered) is 12 % of the total, however, the contribution to the total weight of wastes thrown quite large is 31 % of the total amount (3 873,27 m). The smallest set of drill sites belongs to the type 5 (extremely cluttered area) is only 8 % of the total number of well sites, but the mass of waste abandoned on the grounds of type 5 is more than half the total amount of waste is 51 % (6 432,65 m). Inventory of waste production and consumption will allow to plan the direction of technical land reclamation on the Yamal Peninsula.

Key words: hydrocarbon raw materials, production, consumption, exploration.

Введение. Большое разнообразие техногенно нарушенных земель предопределяет разработку различных подходов и технологий рекультивации, ведь одним из основных принципов восстановления нарушенных территорий является индивидуальный подход, с учетом специфики образования, местоположения, состава и свойств каждого техногенного объекта [1].

Разведка и добыча углеводородного сырья в Западной Сибири сопряжены с нарушением и загрязнением компонентов природных экосистем [2, 3]. Для того чтобы провести техническую и биологическую рекультивацию на территории поисково-разведочных скважин на первоначальном этапе должна быть выполнена инвентаризация и оценка почвенно-растительного покрова [4].

Основные виды нарушений почвенно-растительного покрова на участках связаны с размещением на площадках скважин отходов производства и потребления, брошенных при проведении геологоразведочных работ. Технический этап рекультивации на площадках направлен на локализацию и ликвидацию нарушений, сбор и временное складирование отходов производства и потребления.

Цель исследований: определение участков сельскохозяйственных земель (оленьих пастбищ) Ямальского района, нарушенных и загрязненных в ходе проведения геологоразведочных работ при освоении газовых и газоконденсатных месторождений Бованенковской группы полуострова Ямал.

Материалы и методы исследований. Качественная характеристика загрязнений проведена на территории 100 разведочных скважин в районе Бованенковского, Северо-Бованенковского, Восточно-Бованенковского и Нерстинского месторождений общей площадью 3 633 кв. км.

Идентификация отходов по результатам визуальных наблюдений проводилась в два этапа: первый этап – в полевых условиях; второй этап – в ходе камеральной обработки результатов полевых исследований. На первом этапе проведена предварительная идентификация отходов по их внешнему виду, агрегатному состоянию и физической форме. На втором этапе результаты предварительной идентификации были откорректированы с учетом требований природоохранного законодательства в области обращения с отходами.

Исходными для обработки полученных данных в камеральных условиях являлись следующие материалы полевых исследований: фотоматериалы участков инвентаризации; бланки комплексного описания состояния участка инвентаризации; акты отбора проб и протоколы комплексного химического анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из направлений инвентаризации отходов является определение массы брошенных отходов. С этой целью при обследовании площадок скважин проводилась предварительная оценка объемов брошенных отходов.

Анализ результатов оценки массы отходов целесообразно проводить как по абсолютным, так и по относительным показателям. Абсолютные показатели (тоннаж) позволяют оценить, какой объем работ по селективному сбору и удалению отходов с площадки скважины необходимо провести на этапе технической рекультивации нарушенных земель. С другой стороны, относительные показатели позволяют провести сравнительный анализ количества брошенных отходов на буровых площадках различного типа.

На буровых площадках обнаружены отходы преимущественно IV и V классов опасности, а также незначительное количество отходов III класса опасности. Для отходов, класс опасности которых не установлен ФККО, были проведены анализы биотестирования, в соответствии с результатами которых отходы отнесены к IV и V классам опасности. В таблице 1 представлено распределение суммарной массы отходов по классам опасности для каждого типа буровых площадок.

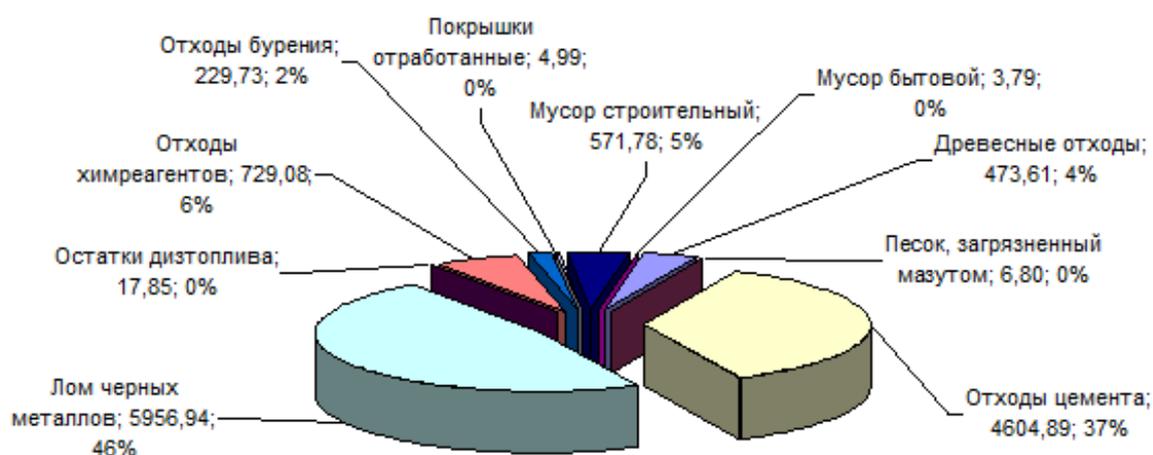
Таблица 1

Результаты оценки массы отходов по классам опасности, т

Тип буровой площадки	Класс опасности			Итого
	III	IV	V	
1	–	38,26	80,12	118,38
2	0,58	183,06	490,81	674,45
3	–	508,71	992,00	1500,71
4	17,27	586,27	3269,73	3873,27
5	–	229,77	6202,88	6432,65
<i>Итого</i>	17,85	1546,07	11035,54	12599,46

В соответствии с приведенными в таблице данными, очевидно, что 87,6 % (или 11 035,54 т) общей массы отходов относятся к V классу опасности, или практически неопасным отходам; 12,3 % (или 1 546,07 т) – к IV классу опасности, или малоопасным отходам; 0,1 % (или 17,85 т) – к III классу опасности, или умеренно опасным отходам.

Распределение суммарного количества отходов по видам показано на рисунке.



Распределение суммарного количества отходов по видам

Анализ представленных на рисунке данных показал, что наибольшую долю отходов в общей массе (в целом по 100 буровым площадкам) составляет лом черных металлов – 46 % (5 956,94 т). Второе место по количеству занимают отходы цемента в кусковой форме – 37 % (4 604,89 т).

Распределение количества прочих производственных отходов следующее: отходы производства химических веществ и химических продуктов (включая графит и глинопорошок) – 6 % (729,08 т); мусор строительный – 5 % (571,78 т); отходы древесины – 4 % (473,61 т); отходы при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата – 2 % (229,73 т).

Наряду с вышеназванными видами отходов на буровых площадках были обнаружены остатки дизельного топлива, песок, загрязненный мазутом, покрышки отработанные и мусор бытовой, доля которых в общей массе отходов незначительна и в совокупности не превышает 1 %.

Для удобства представления полученной информации, а также с целью оптимизации последующей организации работ по проведению технической рекультивации, была предложена классификация обследованных буровых площадок по массе брошенных на них отходов производства и потребления. Ниже приведена краткая характеристика каждого типа буровых площадок по степени захламленности.

К первому типу (практически незахламленные) относятся 38 буровых площадок, масса отходов на каждой не превышает 10,0 т. На буровых площадках первого типа были обнаружены преимущественно отходы V (80,12 т, или 68 % общей массы отходов) и IV (38,26 т, или 32 %) классов опасности, т. е. практически неопасные и малоопасные. Отходы III класса опасности на буровых площадках данного типа отсутствуют.

Абсолютные показатели количества отходов на площадках первого типа невелики, и на 37 % площадок (14 шт.), отнесенных к данному типу, их масса не превышает 1,0 т.

На буровых площадках первого типа наряду с ломом черных металлов (33,25 т, или 27 %) и отходами цемента в кусковой форме (20,87 т, или 18 %) большой вклад в захламление вносят отходы древесины (26,00 т, или 22 %) и отходы производства химических веществ и химических продуктов с учетом графита и глинопорошка (23,28, или 20 %).

Мусор строительный и отходы бурения составляют 7 и 6 % (или 7,88 и 6,69 т) общей массы отходов соответственно. Количество отходов мусора от бытовых помещений и покрышек отработанных не превышает 1 % общей массы.

Ко второму типу (мало захламленные) относятся 26 буровых площадок, масса отходов которых на каждой варьирует в пределах от 10,0 до 50,0 т.

Среди отходов, обнаруженных на буровых площадках второго типа, преобладающее значение имеют отходы V класса опасности, суммарная масса которых от площадок данного типа составляет 490,81 т (73 %). Масса отходов IV класса опасности составляет 183,06 т (27 %).

Необходимо отметить, что на территории буровых площадок второго типа были обнаружены остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства. Данный вид отходов относится к III классу опасности – умеренно опасным отходам. Масса отходов III класса опасности на площадках второго типа составляет 0,58 т (менее 0,1 %).

Остатки дизельного топлива хранятся на площадках в металлических емкостях с нарушением правил хранения.

В целом на площадках скважин второго типа доминирующее положение занимают отходы лома черных металлов – 45 % (298,78 т). На втором месте отходы цемента в кусковой форме – 19 % (129,01 т).

Среди прочих видов отходов наибольший вклад в захламление территории вносят: отходы производства химических веществ и химических продуктов (включая графит и глинопорошок) – 11 % (73,92 т); мусор строительный – 10 % (69,81 т); отходы древесины – 9 % (63,02 т).

Мусор от бытовых помещений и отходы покрышек отработанных в совокупности составляют менее 1 % общего количества отходов (0,47 и 0,72 т соответственно).

К третьему типу (средне захламленные) относятся 16 площадок скважин, масса отходов на которых изменяется в пределах от 50,0 до 200,0 т. На буровых площадках третьего типа были обнаружены преимущественно отходы V класса опасности – 992,0 т (или 66 % общей массы отходов

от площадок третьего типа). Масса отходов IV класса опасности составляет 508,71 т (34 %). Отходов III класса опасности на буровых площадках третьего типа не обнаружено.

Самым многотоннажным видом отходов на площадках третьего типа является лом черных металлов – 473,56 т (31 %). Второе место по количеству занимают отходы цемента в кусковой форме – 426,28 т (28 %). Существенный вклад в общую массу отходов от площадок третьего типа вносят отходы химического происхождения – 219,67 т (15 %) и мусор строительный – 203,19 т (14 %). Количество древесных отходов от буровых площадок третьего типа составляет 92,07 т (6 %).

Доля таких видов отходов, как мусор от бытовых помещений, отходы при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата, отходы покрышек отработанных, незначительна и в совокупности не превышает 5 %.

К четвертому типу (сильно захламленные) относятся 12 буровых площадок, масса отходов на которых варьирует в пределах от 200,0 до 500,0 т.

Анализ результатов оценки массы отходов на буровых площадках четвертого типа показал, что доминирующее положение занимают отходы V класса опасности, т. е. практически неопасные. Их масса на площадках четвертого типа составляет 3 269,73 т (84,4 %). Масса отходов IV класса опасности составляет 586,27 т (15,1 %).

Необходимо отметить, что на площадке скважины № 11 (Восточно-Бованенковское месторождение) были обнаружены остатки дизельного топлива, потерявшего потребительские свойства, которые относятся к III классу опасности, т. е. умеренно опасным отходам. Общая масса отхода – 17,27 т (менее 1 % общей массы отходов).

Остатки дизельного топлива хранятся на площадке в металлических негерметичных резервуарах с нарушением правил хранения.

Характерной особенностью буровых площадок четвертого типа является значительное преобладание лома черных металлов в общей массе отходов. Количество лома черных металлов составляет 2 318,74 т (61 %). Второе место по массе отхода занимает цемент в кусковой форме – 749,83 т (19 %).

Распределение суммарного количества отходов по прочим видам отходов следующее: отходы производства химических веществ и химических продуктов (включая графит и глинопорошок) – 277,69 т (7 %); отходы древесины – 201,16 (5); мусор строительный – 197,50 (5); мусор от бытовых помещений – 1,50 (менее 0,04); отходы при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата – 100,30 (3); покрышки отработанные – 2,48 (менее 0,07); песок, загрязненный мазутом (содержание мазута менее 15 %) – 6,80 т (менее 0,2 %).

К пятому типу чрезвычайно захламленных буровых площадок относится всего 8 площадок, однако на их долю приходится почти половина (47 %) общего количества отходов со всех площадок скважин Бованенковского месторождения. Масса отходов на каждой отдельной площадке, относящейся к пятому типу, более 500,0 т.

На буровых площадках пятого типа были обнаружены преимущественно отходы V класса опасности – 6 202,88 т (96 %). Количество отходов IV класса опасности составляет 229,77 т (4 %). Отходы III класса опасности на буровых площадках пятого типа не обнаружены.

Долевое распределение отходов на площадках пятого типа характеризуется абсолютным доминированием двух видов отходов: отходы цемента в кусковой форме и лом черных металлов, совокупная доля которых в общей массе отходов от площадок пятого типа составляет 96 %. Масса отхода цемента в кусковой форме составляет 3 278,91 т (52 %), лома черных металлов – 2 832,61 т (44 %).

Анализ результатов оценки массы отходов по видам отходов и типам буровых площадок выявил, что наиболее многочисленная совокупность буровых площадок относится к первому типу – практически незахламленных (условно чистых) площадок. Самая малочисленная совокупность – к пятому типу – чрезвычайно захламленных буровых площадок.

Распределение суммарного количества отходов по типам буровых площадок приведено в таблице 2.

**Распределение буровых площадок по степени захламленности
и массе отходов по типам буровых площадок**

Тип буровой площадки	Доля в общей массе площадок		Доля в общей массе отходов	
	шт.	%	т	%
1	38	38	118,38	1
2	26	26	674,45	5
3	16	16	1500,71	12
4	12	12	3873,27	31
5	8	8	6432,65	51
<i>Итого</i>	100	100	12599,46	100

Заключение. Таким образом, более половины буровых площадок относится к первому и второму типу скважин, т. е. практически незахламленным (38 % от общего числа скважин) и мало захламленным буровым площадкам (26 % от общего числа скважин). Однако на их долю приходится всего 6 % брошенных на площадках отходов (118,38 т, или 1 %, и 674,45 т, или 5 %, соответственно).

К третьему типу средне захламленных площадок скважин относится 16 % всех буровых площадок, и на их долю приходится 12 % общей массы отходов (1 500,71 т).

Доля площадок четвертого типа (сильно захламленных) составляет 12 % от общего числа, однако вклад в общую массу брошенных отходов весьма велик – 31 % общего количества (3 873,27 т).

Самая малочисленная совокупность буровых площадок относится к пятому типу (чрезвычайно захламленные площадки), составляет всего 8 % общего числа площадок скважин, но масса отходов, брошенных на площадках пятого типа, составляет больше половины общего количества всех отходов – 51 % (6 432,65 т).

Литература

1. Андроханов В.А. Некоторые аспекты проблемы рекультивации нарушенных земель // Сб. мат-лов междунар. науч. конф. – Новосибирск: Окарина, 2013. – 337 с.
2. 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.
3. Rogozina E.A. Актуальные вопросы проблемы очистки нефтезагрязненных почв // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006. – Т. 1. – URL: <http://www.ngtp.ru/rub/7/02.pdf>.
4. Состояние техногенно-нарушенных земель на Бованенковском месторождении / Л.Н. Скипин, А.А. Галямов, А.В. Кирилов [и др.] // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4–2. – С. 111–114.

Literatura

1. Androhanov V.A. Nekotorye aspekty problemy rekul'tivatsii narushennyh zemel' // Sb. mat-lov mezhdu nar. nauch. konf. – Novosibirsk: izdatel'stvo Okarina, 2013. – 337 s.
2. Rekul'tivatsiya narushennyh zemel' pod neftegazovymi ob"ektami / I.N. Kustysheva, L.N. Skipin, YU.V. Vaganov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – 2015. – № 4. – S. 27–31.
3. Rogozina E.A. Aktual'nye voprosy problemy ochistki neftezagryaznennyh pochv. Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. – 2006. – T. 1. – URL: <http://www.ngtp.ru/rub/7/02.pdf>.
4. Sostoyanie tekhnogenno-narushennyh zemel' na Bovanenkovskom mestorozhdenii / L.N. Skipin, A.A. Galyamov, A.V. Kirilov [i dr.] // Polzunovskiy vestnik. – 2011. – № 4–2. – S. 111–114.

**ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СЕЗОННУЮ ДИНАМИКУ СОСТОЯНИЯ КОРЫ
У КУСТАРНИКОВЫХ И ДРЕВЕСНЫХ ФОРМ НА ПРИМЕРЕ ШИПОВНИКА ОБЫКНОВЕННОГО
(*ROSA ACICULARIS* L.) И БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)***

С целью расширения списка видов растений-индикаторов состояния городской среды были исследованы термоиндуцированные кривые нулевого уровня флуоресценции хлорофилла у феллодермы шиповника обыкновенного (*Rosa acicularis* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth) в ходе сезонных изменений состояния фотосинтетического аппарата, а также в период искусственного выхода растений из состояния зимнего покоя. Флуоресценцию возбуждали фотохимически неактивным зеленым светом одновременно с нагревом образцов феллодермы от 30 до 80 °С со скоростью 8 град/мин (флуориметр «Фотон-11», СФУ, Россия). Состояние растений оценивали на основе отношения (R_2) низко- ($Fl_{\text{ни}}$) и высокотемпературного ($Fl_{\text{вм}}$) максимумов на термоиндуцированных кривых флуоресценции. Состояние участков городской среды определяли по физико-химическим показателям смывов с листьев растений. Величина R_2 у растений в состоянии зимнего покоя обычно меньше 0,1; в период активной вегетации $R_2 > 1$. В переходные периоды: осень-зима, зима-весна отношение R_2 было выше у растений с загрязненных участков. Эта закономерность повторялась и при искусственном прерывании зимнего покоя. Различия физико-химических показателей загрязнения городской среды на опытных площадках были сопоставимы с различиями относительных показателей состояния растений ($ОПС = R_{2(О)}/R_{2(К)}$) в период выхода из состояния зимнего покоя. Результаты, полученные на шиповнике, указывают на универсальный характер ответной реакции древесных и кустарниковых форм на загрязнение окружающей среды – уменьшение глубины зимнего покоя и сокращенный переходный период. Высокая чувствительность шиповника к техногенному воздействию также позволяет рекомендовать его для биоиндикационных исследований городской среды.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, биоиндикация, флуоресценция хлорофилла, зимний покой растений, шиповник, береза.

V.P. Lebedeva, G.A. Sorokina,
E.D. Reps, N.A. Gaevskiy

**ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE SEASONAL DYNAMICS STATE BARK OF TREES
AND SHRUBS ON THE EXAMPLE OF *BETULA PENDULA* AND *ROSA ACICULARIS***

To find out new species of plants suitable for bioindication in urban areas a heat-induced change of the ground level chlorophyll fluorescence of phelloderm cells has been used to estimate winter dormancy depth of *R. acicularis* and *B. pendula* in the seasonal changes of the state of the photosynthetic apparatus, as well as during the artificial termination of winter dormancy. Fluorescence was induced with photochemically inactive green light at the same time heating the sample of phelloderm from 30 to 80 °C at a rate of 8 °C / min (fluorometer «Foton-11», SFU Russia). Condition of plants was evaluated according to the ratio of low (Fl_{li}) and high (Fl_{hi}) temperature maxima on the curves of thermally induced fluorescence (R_2). Status of the urban environment is determined by physical and chemical parameters of rinse blank from the leaves of plants. The value of R_2 of the plant in the state of dormancy is typically less than 0.1; in the period of active vegetation is more than 1 ($R_2 > 1$). During the conversion periods: autumn-winter, winter-spring, plants from contaminated sites has higher R_2 ratio. This pattern was repeated with the artificial termination of winter dormancy. The differences in physical and chemical characteristics of urban pollution in sample areas were comparable to the differences in relative indicator of the state of plants ($RIS = R_{2(C)}/R_{2(R)}$) in the

* Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований и Краевого фонда науки № 14-44-04132р_сибирь_a.

period of transition from winter dormancy to active vegetation. The results obtained on the wild rose, point to the universal nature of the response of tree and shrub forms to environmental pollution – reduction in the depth of winter dormancy and reduced transition period. High sensitivity of rose hips to the technogenic impact also allows recommending it for bioindication of urban environment.

Key words: air pollution, bioindication, fluorescence, winter dormancy of plants, rosehip, birch.

Введение. Растения в городской среде подвергаются комплексному влиянию целого ряда загрязняющих веществ, воздействие которых негативно отражается на физиологическом состоянии и сезонной ритмике деревьев и кустарников.

Широкое применение для ранней диагностики повреждений растений, вызванных загрязнением окружающей среды, находят методы биологического контроля, которые основаны на регистрации суммарного токсического эффекта [3]. Одним из таких методов, дающих оперативную информацию о сезонном физиологическом состоянии растения, а также об эффективности запасаания световой энергии, является регистрация термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) хлорофилл-содержащих тканей растений в диапазоне 25–80 °С [6].

Теоретической основой применения метода являются различия агрегированности составляющих хлорофилл-белковых комплексов, что отражается в качественных и количественных показателях кривых ТИНУФ в летнее и зимнее время [6] (рис. 1). В период активного метаболизма на кривых ТИНУФ присутствуют два пика – низкотемпературный (50–55 °С), связанный с инактивацией реакционного центра фотосистемы 2 и высокотемпературный (65–70 °С), обусловленный «разгоранием» флуоресценции хлорофилл-белкового комплекса ФС1 [2, 6, 8]. В период зимнего покоя низкотемпературный максимум отсутствует, положение высокотемпературного максимума смещается в область больших температур (68–73 °С), амплитуда высокотемпературного максимума относительно исходного уровня флуоресценции (при 30 °С) увеличивается. Количественным показателем различий кривых ТИНУФ в летнее и зимнее время может выступать отношение интенсивности флуоресценции в низкотемпературном и высокотемпературном максимумах – R_2 [6]. Для периода зимнего покоя характерны низкие значения R_2 (0,02–0,25), возрастающие при переходе растений к активному метаболизму до 1,0–2,5 [1].

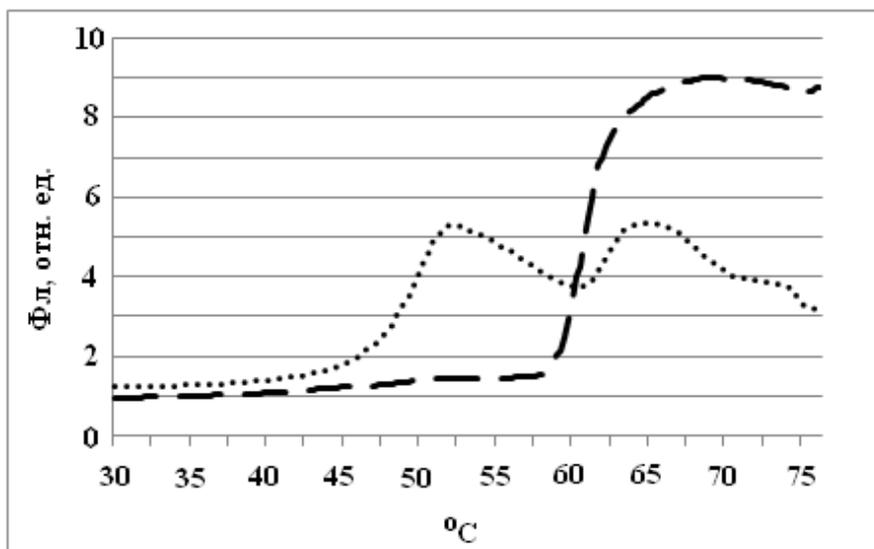


Рис. 1. Общий вид кривых термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции березы повислой в период активной вегетации (.....) и в состоянии зимнего покоя (---)

Ранее было показано, что стрессовое воздействие загрязнения как на хвойные, так и на листовые растения приводит к уменьшению глубины покоя, а также к более раннему выходу из этого состояния в весенний период [4, 5, 7, 9].

Цель исследования: сравнительное изучение сезонных изменений термоиндуцированных кривых нулевого уровня флуоресценции у шиповника обыкновенного (*Rosa acicularis* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) для расширения списка видов растений-индикаторов состояния городской среды.

Были поставлены следующие задачи:

- изучить сезонную вариабельность ТИНУФ у феллодермы шиповника обыкновенного и березы повислой в условиях разной антропогенной нагрузки;
- оценить глубину зимнего покоя у растений шиповника обыкновенного и березы повислой, произрастающих на относительно чистом (контрольном) и загрязненных участках, при искусственном выведении растений из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях;
- провести количественную оценку антропогенного воздействия на основе предложенного относительного показателя состояния растений (ОПС).

Объекты и методы исследования. Экземпляры взрослых растений шиповника обыкновенного (*Rosa acicularis* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) произрастали в черте г. Красноярска (Октябрьский район) на выбранных пробных площадках (ПП) с разным характером антропогенного воздействия:

ПП1 (контроль) – хорошо освещенная лесная опушка березняка разнотравного, относительно чистый район, окруженный густой сетью тропинок;

ПП2 – обочина лесной тропы (ширина около 1,5 м), по которой осуществляется интенсивное пешеходное движение, основные стрессирующие факторы – запыление, механическое повреждение растений;

ПП3 – обочина автомобильной дороги (ширина около 1,5 м), вдоль которой осуществляется интенсивное движение автотранспорта, стрессирующие факторы – химическое загрязнение, обусловленное высоким содержанием оксидов серы и азота в выхлопных газах автотранспорта.

Образцы феллодермы для флуоресцентного анализа отбирали ежемесячно у трехлетних побегов растений: березы – с апреля 2011 г. по март 2012 г., шиповника – с сентября 2012 г. по апрель 2013 г. Пробы листьев шиповника и березы для контроля уровня атмосферного загрязнения на всех пробных площадках отбирали в один день в июле 2012 г.

Поверхностные смывы получали многократной промывкой навески листьев (5 г) дистиллированной водой до конечного объема 100 мл. В смывах определяли наличие взвеси по ослаблению света ($\lambda = 500$ нм) при помощи фотометра ИПС-03 (ООО «ОМИКРОН», г. Красноярск, Россия), кислотность (рН) и электропроводность (μS) среды измеряли на приборе Watertest (Hanna Instruments, Германия). Термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции хлорофилла регистрировали на флуориметре «Фотон-11» (СФУ, Россия). Нагрев образцов, погруженных в воду, производили со скоростью 8 град/мин в диапазоне от 30 до 80 °С; флуоресценцию возбуждали слабым фотохимически неактивным светом от зеленого светоизлучающего диода (510–550 нм).

Выход растений из состояния зимнего покоя (февраль 2012 г.) стимулировали помещением срезанных побегов в сосуды с водой в условия комнатной температуры и естественного фотопериода. Показателем состояния растений в переходные периоды и глубины покоя в зимний период служило отношение низко- ($\Phi_{\text{лнт}}$) и высокотемпературного ($\Phi_{\text{лвт}}$) максимумов флуоресценции:

$$R_2 = \Phi_{\text{лнт}}/\Phi_{\text{лвт}}$$

Относительный показатель состояния растений рассчитывали как

$$\text{ОПС} = R_{2(0)}/R_{2(K)},$$

где $R_{2(0)}$ и $R_{2(K)}$ – среднее значение отношения R_2 в исследуемом и контрольном районах соответственно. Все измерения проводили в трех повторностях, рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение.

Результаты исследования и их обсуждение. Физико-химический анализ смывов с поверхности листьев шиповника обыкновенного показал, что в направлении от опушки леса (ПП1) к автомагистрали (ПП3) наблюдается увеличение электропроводимости в 3 и 5 раз и снижение прозрачности раствора за счет наличия в воздухе песка, сажи и других частиц в 7 и 30 раз на обочине лесной тропы и автодороги соответственно (табл.).

Физико-химические показатели анализа смывов с листьев шиповника и березы

Растение	Физико-химический показатель		
	Пробная площадь	Электропроводимость, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Ослабление света, cm^{-1}
Шиповник	Лесная опушка (ПП1)	$24,01 \pm 1,11$	$0,08 \pm 0,01$
	Лесная тропа (ПП2)	$71,21 \pm 1,15$	$0,58 \pm 0,02$
	Обочина автодороги (ПП3)	$113,02 \pm 1,01$	$2,43 \pm 0,01$
Береза	Лесная опушка (ПП1)	$33,33 \pm 3,21$	$0,26 \pm 0,02$
	Обочина автодороги (ПП3)	$103,67 \pm 1,53$	$0,70 \pm 0,02$

Для смывов с листьев березы на загрязненной пробной площади электропроводность и мутность возрастают в три раза. Значения березы с ПП1 выше, чем аналогичные данные для шиповника, но результаты березы с обочины автодороги ниже, чем для шиповника с ПП3, что, вероятно, связано с морфоанатомическими особенностями листьев.

Результаты изучения сезонной динамики показателя R_2 (рис. 2) и характера кривых ТИНУФ у шиповника обыкновенного на исследуемых пробных площадях показали, что переход растений с лесной опушки (ПП1) в состояние зимнего покоя близок к завершению уже в сентябре. В октябре аналогичные значения R_2 регистрируются для растений с обочины пешеходной тропы (ПП2). И, наконец, с дальнейшим понижением температуры в ноябре, в состояние зимнего покоя переходят растения с обочины автодороги (ПП3).

Таким образом, можно заключить, что наблюдается сокращение периода состояния покоя для растений шиповника обыкновенного при росте уровня антропогенного воздействия (см. табл.), что согласуется с данными, полученными для других видов растений [6, 7, 9]. Подобная реакция, по видимому, является универсальной не только для древесных, но и для кустарниковых растений.

У березы, в отличие от шиповника, переход растений в состояние зимнего покоя происходил в октябре, как на чистой, так и на загрязненных пробных площадях (см. рис. 2). Можно сделать вывод о более слабом влиянии комплекса стрессирующих факторов на зимний покой деревьев данного вида.

Относительный показатель состояния растений позволяет сравнить антропогенное воздействие среды на различных пробных площадках, когда есть пробная площадка с условно чистой средой. Поскольку на загрязненных участках по сравнению с чистыми (контрольными) участками показатель R_2 в переходные периоды (сентябрь, февраль) выше (рис. 3), увеличение ОПС может указывать на более высокий уровень загрязнения.

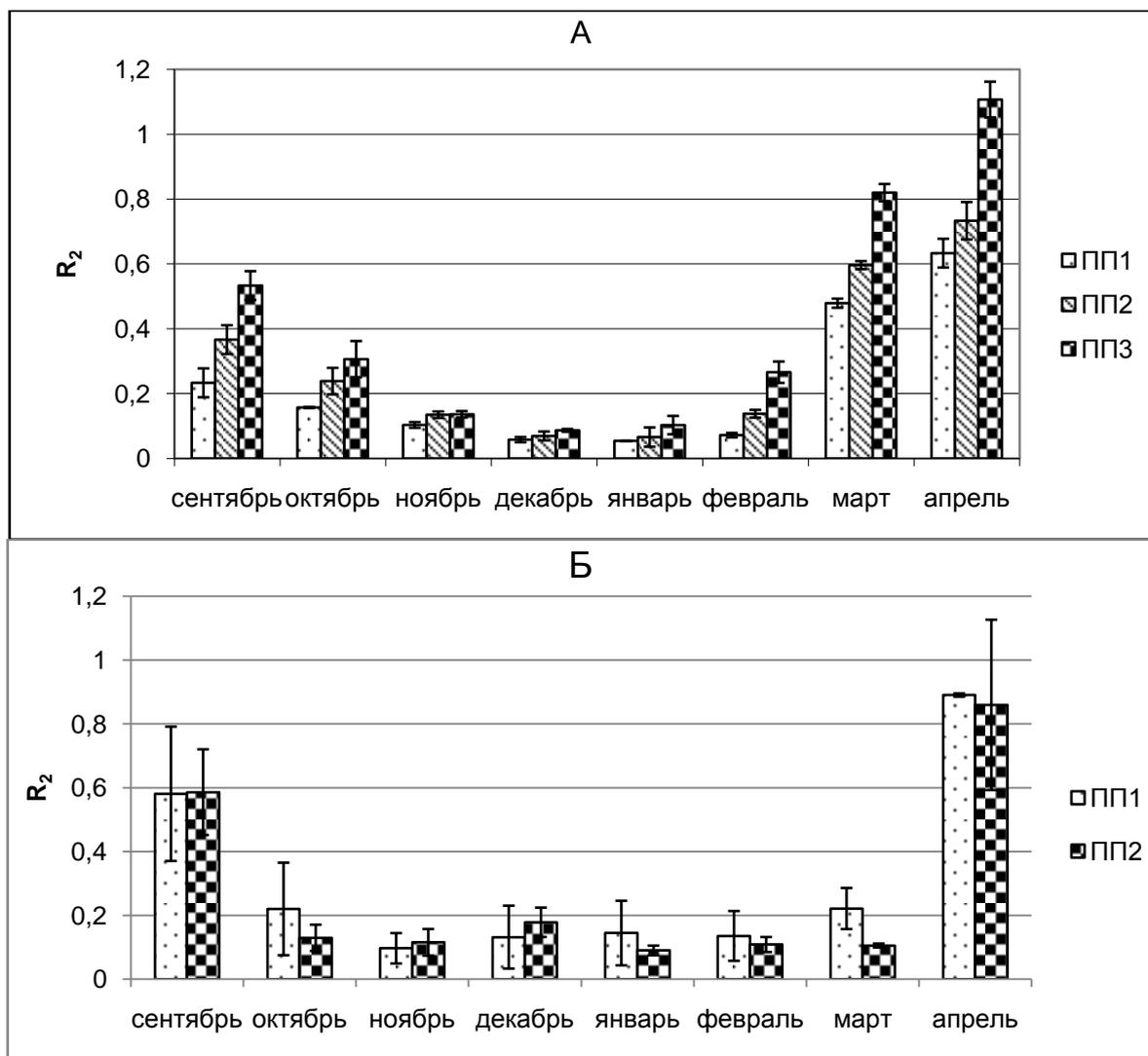


Рис. 2. Динамика изменения величины отношения низко- и высокотемпературного максимумов (R_2) феллодермы: А – шиповника обыкновенного в период с сентября 2012 г. по апрель 2013 г.; Б – березы повислой в период с сентября 2011 г. по апрель 2012 г.

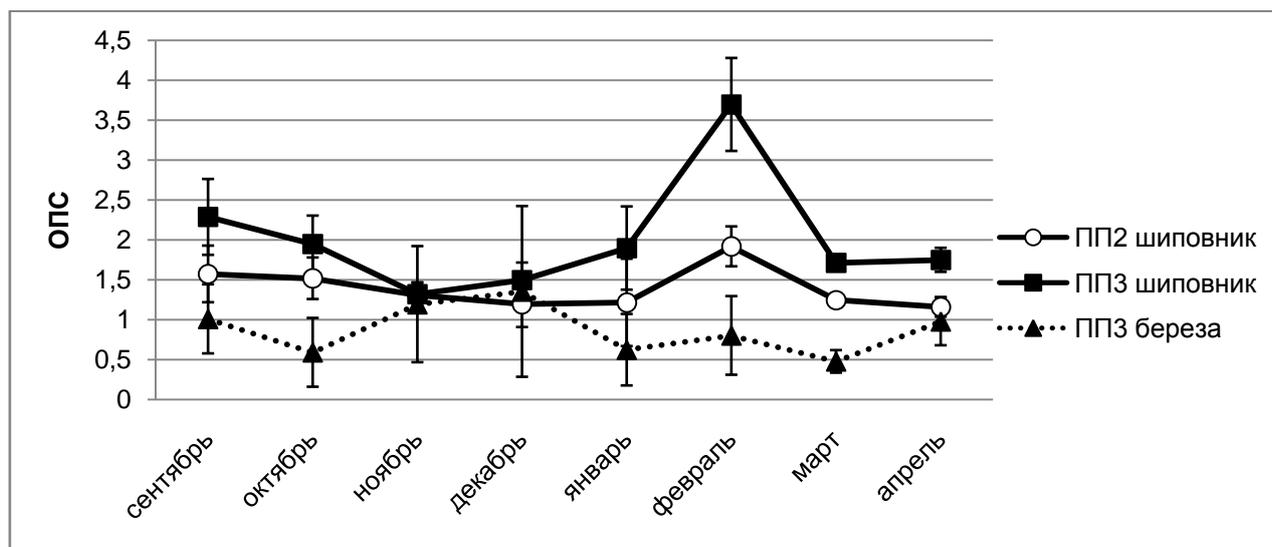


Рис. 3. Динамика изменения величины ОПС феллодермы

шиповника обыкновенного и березы повислой

Значения ОПС шиповника в естественных условиях в целом выше, чем у березы. Исходя из теоретического обоснования величины ОПС растений, значения которого тем выше, чем сильнее различия между растениями с разных пробных площадей, чувствительность кустарников на примере шиповника обыкновенного сопоставима с древесными растениями в период покоя (ноябрь, декабрь), а в переходный период (сентябрь, февраль) в естественных условиях даже несколько больше. Возможно, это связано с тем, что основная вегетирующая масса кустарника располагается в приземном слое, где концентрируется наибольшая масса загрязняющих веществ.

Для повышения оперативности метода и сравнительного изучения глубины покоя шиповника обыкновенного и березы повислой проводили выведение растений из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях (рис. 4).

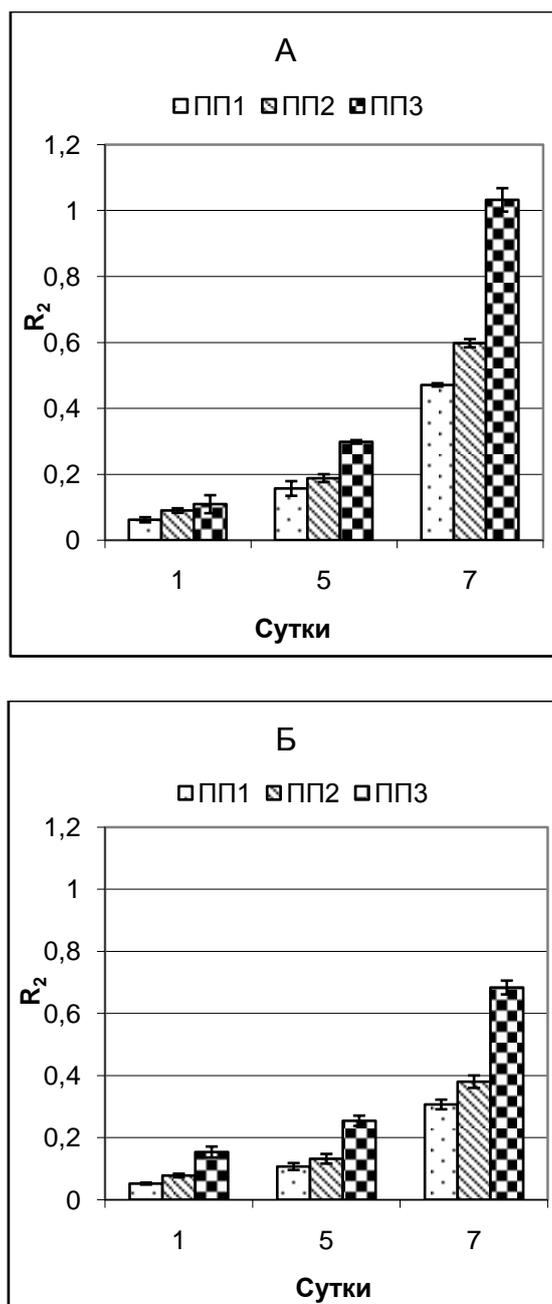


Рис. 4. Динамика изменения величины отношения низко- и высокотемпературных максимумов (R_2) при выведении растений из состояния покоя в лабораторных условиях:

А – шиповник обыкновенный; Б – береза повислая (февраль 2013 г.)

В целом при выведении из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях можно отметить, что для шиповника обыкновенного регистрируются более высокие значения показателя R_2 , чем для березы повислой.

Рассчитанные значения ОПС свидетельствуют (рис. 5), что наиболее высокий уровень антропогенного воздействия на оба вида растений наблюдается на обочине автодороги (ПП3), меньшие значения показывает лесная тропа (ПП2). Такое распределение согласуется с данными физико-химического анализа, что позволяет использовать предложенный метод для оперативной биоиндикации окружающей среды.

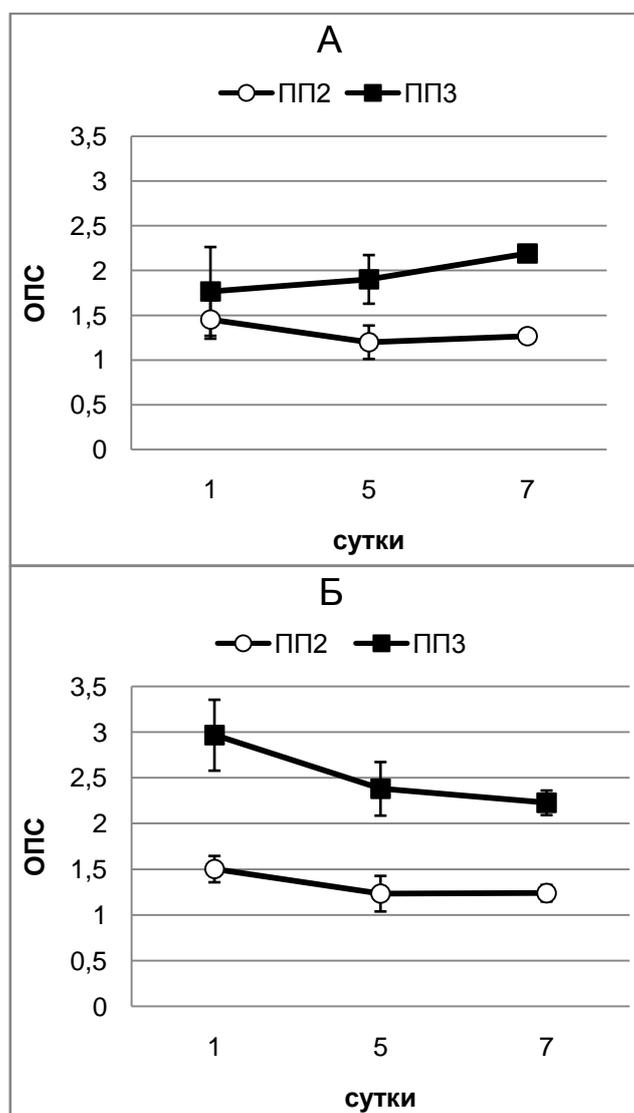


Рис. 5. Динамика изменения ОПС при выведении растений из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях: А – шиповник обыкновенный; Б – береза повислая

Полученные результаты могут свидетельствовать о перспективном использовании кустарников для биологического контроля антропогенного воздействия на растения.

Выводы. Полученные в работе данные показывают, что под действием антропогенной нагрузки происходит сокращение сроков и глубины покоя шиповника обыкновенного. Ранее проведенными исследованиями подобное изменение сезонной динамики было зарегистрировано для дре-

весных голосеменных и покрытосеменных растений [4, 7, 9]. Таким образом, подобная реакция, по-видимому, является универсальной не только для древесных, но и кустарниковых растений.

Высокая чувствительность шиповника к техногенному воздействию также позволяет рекомендовать его для биоиндикационных исследований.

Литература

1. А.С. 1358843. Российская федерация. Способ определения степени глубины покоя древесных растений / Гаевский Н.А., Сорокина Г.А., Гехман А.В., Фомин С.А., Гольд В.М. – 15.08.1987.
2. Гаевский Н.А., Ладыгин В.Г., Гольд В.М. Новые данные о природе высокотемпературного подъема флуоресценции хлорофилла // Физиология растений. – 1989. – Т. 36, вып. 2. – С. 274–281.
3. Григорьев Ю.С., Бучельников М.А. Биоиндикация загрязнений воздушной среды на основе замедленной флуоресценции хлорофилла листьев и феллодермы деревьев // Экология. – 1999. – № 4. – С. 273–275.
4. Древесные растения как биоиндикаторы уровня загрязнения атмосферы / Г.А. Сорокина, В.П. Лебедева, С.А. Раков [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 94–102.
5. Пахарькова Н.В., Шубин А.А., Сорокина Г.А. Влияние загрязнения воздушной среды на зимний покой древесных растений // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 2. – С. 20–25.
6. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений / Н.А. Гаевский, Г.А. Сорокина, В.М. Гольд [и др.] // Физиология растений. – 1991. – Т. 38, вып. 4. – С. 685–692.
7. Сорокина Г.А., Лебедева В.П. Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2011. – № 2. – С. 52–56.
8. Downton W.J.S., Berry J.A. Chlorophyll fluorescence at high temperature // Biochim. et Biophys. Acta. – 1982. – V. 679. – № 2. – P. 474–486.
9. Pakharkova N.V., Sorokina G.A., Grigoriev Yu.S. Fluorescence methods for estimating influence of air pollution on winter dormancy woody plants // Finnish conference of environmental science. Proceedings, Turku, Finland, 2011. – P. 111–114.

Literatura

1. A.S. 1358843. Rossiyskaya federatsiya. Sposob opredeleniya stepeni glubiny pokoya drevesnyh rasteniy / Gaevskiy N.A., Sorokina G.A., Gehman A.V., Fomin S.A., Gol'd V.M. – 15.08.1987.
2. Gaevskiy N.A., Ladygin V.G., Gol'd V.M. Novye dannye o prirode vysokotemperaturnogo podyema fluorescencii hlorofilla // Fiziologiya rastenij. – 1989. – T. 36. – Vyp. 2. – S. 274–281.
3. Grigor'ev Ju.S., Buchel'nikov M.A. Bioindikatsiya zagrjazneniy vozdushnoi sredy na osnove zamedlennoifluorescencii hlorofilla list'ev i fellodermy derev'ev // Ekologiya. – 1999. – № 4. – S. 273–275.
4. Drevesnye rastenija kak bioindikatory urovnya zagrjazneniya atmosfery / G.A. Sorokina, V.P. Lebedeva, S.A. Rakov [i dr.] // Ul'janovskiy mediko-biologicheskij zhurnal. – 2012. – № 1. – S. 94–102.
5. Pahar'kova N.V., Shubin A.A., Sorokina G.A. Vliyanie zagrjazneniya vozdushnoi sredy na zimnij покой drevesnyh rasteniy // Teoreticheskaya i prikladnaya jekologiya. – 2012. – № 2. – S. 20–25.
6. Sezonnye izmeneniya fotosinteticheskogo apparata drevesnyh i kustarnikovyh rasteniy / N.A. Gaevskiy, G.A. Sorokina, V.M. Gol'd [i dr.] // Fiziologiya rasteniy. – 1991. – T. 38. – Vyp. 4. – S. 685–692.
7. Sorokina G.A., Lebedeva V.P. Bioindikatsiya atmosfernogo zagrjazneniya s ispol'zovaniem drevesnyh rasteniy // Ohrana okruzhajushhei sredy i prirodopol'zovanie. – 2011. – № 2. – S. 52–56.
8. Downton W.J.S., Berry J.A. Chlorophyll fluorescence at high temperature // Biochim. et Biophys. Acta. – 1982. – V. 679. – № 2. – P. 474–486.

9. Pakharkova N.V., Sorokina G.A., Grigoriev Yu.S. Fluorescence methods for estimating influence of air pollution on winter dormancy woody plants // Finnish conference of environmental science. Proceedings, Turku, Finland, 2011. – P. 111–114.



УДК [591.5:595.771] (571.12)

О.А. Фёдорова, Е.И. Сивкова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ ФАЗ РАЗВИТИЯ МОШЕК

В статье представлены результаты многолетних исследований, которые послужили изучением мест выплода кровососущих мошек на юге Тюменской области и влиянием экологических факторов на численность преимагинальных фаз развития этих насекомых. Сборы и подсчет численности преимагинальных фаз мошек проводили по общепринятым методикам. Результаты исследований показали, что на юге Тюменской области основными местами выплода мошек являются реки Исеть, Пышма и мелкие речки и ручьи. В зависимости от сезона численность мошек может претерпевать серьезные изменения, что обусловлено гидрологическим режимом рек. Высокий и продолжительный весенний паводок благоприятен для развития мошек. Максимальная плотность личинок и куколок – 390 особей на 1 дм² субстрата была зарегистрирована в 2007 г., когда на реках был высокий и продолжительный весенний паводок. Минимальная плотность поселения преимагинальных фаз развития мошек отмечалась в 2006 и 2014 гг. и составила от 2 до 97 особей/дм², когда весеннее повышение уровня воды в реках было незначительным, низкая численность личинок и куколок обусловлена сложившимися в эти годы метеорологическими условиями. Из вышесказанного следует, что местами выплода мошек являются реки и ручьи. Основными факторами, препятствующими развитию мошек в водоеме, являются низкая скорость течения воды, мутность и загрязненность промышленными и бытовыми отходами. Одним из факторов, ограничивающих их численность, является наибольшая (менее 0,1 м/с) скорость течения воды, в связи с чем практикуемое строительство плотин на небольших речках, с целью создания водохранилищ для водопоя животных на пастбищах, обеспечивает ограничение численности личинок и куколок мошек.

Ключевые слова: мошки, личинки, куколки, плотность, места выплода, экологические факторы.

О.А. Fyodorova, E.I. Sivkova

ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING THE NUMBER OF PREIMAGINAL PHASES OF DEVELOPMENT MIDGES

In the South of the Tyumen region main places of hatching midges are of the Iset river, Pyshma and small rivers and streams. Depending on the season the number of midges may undergo major changes due to hydrological regimes of the rivers. High and prolonged spring flooding are favorable for the development of midges. The maximum density of larvae and pupae - 390 individuals per 1 dm² of the substrate was recorded in 2007, when the rivers were high and prolonged spring flooding. Minimum density of larval settlement phases in the development of midges was observed in 2006 and 2014, when the spring rise in water level in the rivers was low.

Key words: midges, larvae, pupae, density, hatching places, environmental factors.

Введение. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) развиваются в быстротекущих водоемах различной величины – от мелких ручьев до крупных рек. Вся территория Тюменской области пронезана густой сетью проточных водоемов, которые различаются по величине, степени проточности и физико-химическим свойствам воды [1]. Наличие хорошо разветвленной гидрологической сети

делает этот регион благоприятным для выплода мошек, численность которых в отдельные сезоны может достигать очень высокого уровня [2].

По литературным данным, основными экологическими факторами, оказывающими влияние на наличие в реках и ручьях преимагинальных фаз развития мошек и их плотность поселения, являются уровень весеннего паводка на реках, температура воды, скорость течения, мутность и загрязненность органическими веществами [3–5].

Цель исследований: изучение мест выплода кровососущих мошек на юге Тюменской области и влияние экологических факторов на численность преимагинальных фаз развития этих насекомых.

Материал и методы исследований. Систематические обследования мест выплода кровососущих мошек были проведены в 2006–2014 гг. на юге Тюменской области в подзоне южной тайги: реки Тавда, Иска (левый приток Тобола) и Саранка (правый приток Тавды), в подзоне мелколиственных осиново-березовых лесов – реки Тура, Тобол, Пышма с правыми притоками – Цингой, Балдушкой, в лесостепной зоне – реки Исеть (левый приток Тобола) с притоками Юзей, Бешкильской, Бешкилем и Ирюмом. Каждый из этих водоемов представляет собой экологически своеобразный биотоп с определенным гидрологическим режимом и характерным комплексом выплаживающихся мошек. Характерным для этих водотоков является то, что все они являются равнинными, отличаются весенне-летними паводками и разнообразием скоростей течения.

Обследование водоемов проводили раз в декаду с мая по октябрь. Сборы и подсчет численности личинок и куколок мошек проводили по общепринятым методикам [3, 5].

Во время проведения сборов отмечали уровень, температуру воды и скорость течения в каждом из изучаемых водоемов.

Результаты исследований и их обсуждение. По данным В.У. Митрохина [6], на юге Тюменской области большинство видов мошек зимуют в фазе яйца, а первые личинки появляются в третьей декаде апреля. В результате проведенных нами исследований установлено, что в изучаемых реках первые личинки 2-3-го возраста обнаружены в начале мая. Дальнейшие систематические обследования показали, что личинки мошек встречались в реках до августа при температуре воды от 6,3 до 25 °С. Появление первых куколок отмечалось со второй декады мая. Плотность личинок и куколок на субстрате в период исследований имела значительные различия. Максимальная зарегистрированная нами плотность достигала 390 особей на 1 дм².

Сравнение плотности поселения преимагинальных фаз мошек в различные годы исследований показало, что в сезоны 2006 и 2014 гг. средняя численность личинок и куколок была низкой и составила в водотоках от 2 до 97 особей/дм². Низкая численность личинок и куколок обусловлена сложившимися в эти годы метеорологическими условиями. Зима 2005–2006 гг. была холодной и малоснежной. В связи с тем, что снега было мало, весной реки не разливались, большая часть поймы осталась сухой. Зима 2013–2014 гг. была не такой суровой, земля была укрыта толстым снежным покровом, который весной обеспечил достаточное количество воды для промачивания почвенного покрова и образования больших площадей временных водоемов, но паводка на реках не было. Весна была ранняя, но затяжная с длительными возвратами холодов, что отрицательно сказалось на сроках развития и уровне численности кровососущих мошек.

Наиболее высокая средняя плотность личинок и куколок мошек зарегистрирована в 2007 г. в реках Пышма, Исеть, Цинга, Иска. Это объясняется тем, что зима 2006–2007 г. была относительно теплой и снежной. Весной наблюдался длительный паводок на реках. Поэтому водотоки оказались более интенсивно заселенными мошками, что вполне согласуется с данными других исследователей. По мнению ряда авторов [7–14], развитие преимагинальных фаз мошек зависит главным образом от уровня и гидрологического режима водоема. Так, по данным В.У. Митрохина [6] и З.В. Усовой и М.В. Ревы [13], наилучшие условия для преимагинального развития мошек создаются при выходе рек из берегов при паводке, высокий продолжительный паводок благоприятствует успешному развитию личинок, а медленный спад воды позволяет завершить развитие водных фаз. Резкое снижение уровня воды в реках, вызванное засухой, приводит к гибели личинок и куколок мошек [3, 16].

По наблюдениям В.Д. Патрушевой [4], в крупных реках Среднего Приобья наибольшая численность личинок наблюдается при скорости течения 0,7–1,2 м/с и в небольших речках – на участках, где скорость течения 0,5–0,8 м/с. Скорость течения является одним из необходимых условий развития мошек, а следовательно, и их распространения. Особенно благоприятны для скопления мошек мелкие водопады с пузырьками воздуха и наличием подходящего субстрата, а также быстрые перекаты, под мостами, ниже плотин и запруд, там, где скорость течения превышает 0,5 м/с.

В результате проведенных нами исследований также установлено отсутствие личинок мошек в местах подпора воды, где скорость течения ниже 0,2 м/с. Практикуемое на юге Тюменской области строительство плотин на мелких реках для создания водохранилищ, с различными хозяйственными целями, в том числе и для водопоя животных на пастбищах, замедляет до минимума (0,1 м/с) течение и способствует значительному уменьшению численности преимагинальных фаз развития мошек. Этот метод является одним из эффективных экологических методов борьбы с мошками, что отмечается и другими исследователями [9, 11, 17, 14].

По мнению ряда исследователей, одним из факторов, ограничивающих обитание мошек, является загрязнение сточными водами и захламленность как самих водотоков, так и территорий речных долин бытовыми и промышленными отходами [18–21]. По мнению многих авторов [4, 9], большое содержание в воде взвешенных и растворенных веществ делает воду мутной, минеральные вещества забивают кокон, дыхательные нити, а органические, окисляясь, уменьшают содержание в воде кислорода.

В нашем регионе примером такого водоема является р. Тура, где встречаются только единичные личинки мошек [2]. Исследования В.У. Митрохина [21] показали, что Тура отличается высокой мутностью воды, что губительно сказывается на развитии преимагинальных фаз развития мошек.

Заключение. Местами выплода мошек являются реки и ручьи. Основными факторами, препятствующими развитию мошек в водоеме, являются низкая скорость течения воды, мутность и загрязненность ее промышленными и бытовыми отходами. На территории юга Тюменской области самой загрязненной и непригодной для обитания личинок и куколок мошек является река Тура.

Наибольшая плотность населения преимагинальными фазами мошек в регионе зарегистрирована в реках Пышма, Исеть и Иска. В зависимости от сезона численность мошек может претерпевать серьезные изменения, что обусловлено сложившимися метеорологическими условиями и гидрологическим режимом рек. Высокий и продолжительный весенний паводок благоприятен для развития мошек, а резкое снижение уровня воды в реках губительно сказывается на их личинках и куколках.

Искусственное изменение гидрологического режима реки – установка плотин и запруд является одним наиболее эффективных экологических методов борьбы с кровососущими мошками.

Литература

1. Тарасенков Г.Н. На просторах Обь-Иртышья (Природа, хозяйство, культура Тюменской области). – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1964. – 413 с.
2. Фёдорова О.А. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) юга Тюменской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2009. – 22 с.
3. Рубцов И.А. Методы изучения мошек. – М.; Л., 1956. – 55 с.
4. Патрушева В.Д. К экологии преимагинальных фаз развития мошек в Западной Сибири // Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1963. – Вып. 1. – № 4. – С. 62–66.
5. Янковский А.В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР). – СПб., 2002. – 570 с.
6. Митрохин В.У. Кровососущие мошки (сем. Simuliidae) Северного Зауралья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1974. – 38 с.

7. Шипицина Н.К. Основные условия, определяющие время вылета и численность мошек, выплывающих в Енисее в окрестностях Красноярска // Мед. паразитол. – 1960. – № 4. – С. 461–466.
8. Гребельский С.Г. Факторы регулирующие численность кровососущих мошек (*Simuliidae*) // Тр. междунар. энтомол. конгресса.– Л.: Наука, 1972. – Т. 3. – С. 164.
9. Закамырдин И.А. К вопросу интегрирования систем мероприятий против кровососущих двукрылых насекомых // Ученые записки Казан. вет. ин-та. – 1974. – Т. 115. – С. 262–267.
10. Воробец Э.И. Особенности экологии мошек (*Diptera, Simuliidae*) Алданского Нагорья (район Малого Бама) // Экология и география членистоногих Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 213–214.
11. Шевченко А.К. Эколого-фаунистические исследования гнуса в зоне влияния Краснооскольского водохранилища за 30-летний период (с 1954 по 1984) // Мед. паразитол. – 1988. – № 2. – С. 51–55.
12. Прудкина Н.С., Салодовникова В.С., Гусакова В.А. Массовое размножение мошек (*Diptera, Simuliidae*) в восточной Украине // Кровососущие и зоофильные двукрылые (*Insecta: Diptera*) / РАН. Зоол. ин-т. – СПб., 1992. – С. 133–135.
13. Усова З.В., Рева М.В. О причинах периодичности массового нападения мошек в восточном Полесье и лесостепи Украины // Динамика зооценозов, проблем охраны и рационального использования животного мира Белоруссии: тез. докл. / АН БССР. – Минск, 1989. – С. 187.
14. Расницын С.П. Мошки // Руководство по мед. энтомологии / под ред. В.П. Дербеневой-Уховой. – М.: Медицина, 1974. – С. 143–150.
15. Шевченко А.К., Попович А.П. Действие Печенежского водохранилища на видовой состав и численность кровососущих двукрылых // Мед. паразитол. – 1989. – № 1. – С. 10–13.
16. Радзивиловская З.А. К экологии личинок и куколок мошек (*Simuliidae*) горных районов Южно-Уссурийской тайги // Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. – Л., 1950. – Вып. 12. – С. 199–204.
17. Якуба В.Н. К экологии личинок и куколок мошек (*Simuliidae, Diptera*) р. Ангары // Тр. Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР. – 1960. – Вып. 22. – С. 57–63.
18. Шевцова О.Н. Экологическое состояние речных долин Обского бассейна // Малые реки: современное экологическое состояние, актуальные проблемы: междунар. науч. конф. (Россия, г. Тольятти, 23–27 апреля 2001 г.). – Тольятти, 2001. – С. 316.
19. Экологический мониторинг поверхностных вод Тюменской области / Ф.Е. Ильин, А.Н. Медведева, Л.З. Янышева [и др.] // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: сб. мат-лов VI Междунар. науч.-практ. конф. (ноябрь 2004 г.). – Пенза, 2004. – С. 59–66.
20. Якуба В.Н. О миграции личинок мошек (*Diptera, Simuliidae*) // Энтомол. обозрение. – 1959. – Т. 38, вып. 2. – С. 424–434.
21. Митрохин В.У. Распространение и экология личинок мошек (сем. Симулииде) в водоемах Оби и Иртыша // Вопр. вет. арахно-энтомол. и вет. санитарии. – Тюмень, 1972. – № 4. – С. 22–36.

Literatura

1. Tarasenkov G.N. Na prostorah Ob' – Irtysh'ya (Priroda, hozyajstvo, kul'tura Tyumenskoi oblasti). – Sverdlovsk: Sredne-Ural'skoe kn. izd-vo, 1964. – 413 s.
2. Fyodorova O.A. Krovososushchie moshki (*Diptera, Simuliidae*) yuga Tyumenskoi oblasti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Tyumen', 2009. – 22 s.
3. Rubcov I. A. Metody izucheniya moshek. – M.; L., 1956. – 55 s.

4. *Patrusheva V.D.* K ehkologii preimaginal'nyh faz razvitiya moshek v Zapadnoi Sibiri // Izv. Sib. otd. AN SSSR, 1963. – Vyp. 1. – № 4. – S. 62–66.
5. *Yankovskij A.V.* Opredelitel' moshek (Diptera, Simuliidae) Rossii i sopredel'nyh territoriy (byvshego SSSR). – SPb., 2002. – 570 s.
6. *Mitrohin V.U.* Krovososushchie moshki (sem. Simuliidae) Severnogo Zaural'ya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – L., 1974. – 38 s.
7. *Shipitsina N.K.* Osnovnye usloviya, opredelyayushchie vremya vyleta i chislennost' moshek, vyzhivayushchihsya v Enisee v okrestnostyah Krasnoyarska // Med. parazitol. – 1960. – № 4. – S. 461–466.
8. *Grebel'skij S.G.* Faktory reguliruyushchie chislennost' krovososushchih moshek (Simuliidae) // Tr. mezhdunar. ehntomol. kongressa. – L.: Nauka, 1972. – T. 3. – S. 164.
9. *Zakamyrdin I.A.* K voprosu integrirvaniya sistem meropriyatiy protiv krovososushchih dvukrylyh nasekomyh // Uchenye zapiski Kazan. vet. in-ta. – 1974. – T. 115. – S. 262–267.
10. *Vorobets E.H.I.* Osobennosti ehkologii moshek (Diptera, Simuliidae) Aldanskogo Nagor'ya (rajon Malogo Bama) // Ekologiya i geografiya chlenistonogih Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1987. – S. 213–214.
11. *Shevchenko A.K.* Ekologo-faunisticheskie issledovaniya gnusa v zone vliyaniya Krasnooskol'-skogo vodohranilishcha za 30-letnij period (s 1954 po 1984) // Med. parazitol. – 1988. – № 2. – S. 51–55.
12. *Prudkina N.S., Salodovnikova V.S., Gusakova V.A.* Massovoe razmnozhenie moshek (Diptera, Simuliidae) v vostochnoj Ukraine // Krovososushchie i zoofil'nye dvukrylye (Insecta: Diptera) / RAN. Zool. in-t. – Spb., 1992. – S. 133–135.
13. *Usova Z.V., Reva M.V.* O prichinah periodichnosti massovogo napadeniya moshek v vostochnom Poles'e i lesostepi Ukrainy // Dinamika zoocenofov, problem ohrany i racional'nogo ispol'zovaniya zhivotnogo mira Belorussii: Tez. dokl. / AN BSSR. – Minsk, 1989. – S. 187.
14. *Rasnicyn S.P.* Moshki // Rukovodstvo po med. ehntomologii / pod red. V.P. Derbenevoi-Uhovi. – M.: Meditsina, 1974. – S. 143–150.
15. *Shevchenko A.K., Popovich A.P.* Deistvie Pechenezhskogo vodohranilishcha na vidovoi sostav i chislennost' krovososushchih dvukrylyh // Med. parazitol. – 1989. – № 1. – S. 10–13.
16. *Radzivilovskaya Z.A.* K ehkologii lichinok i kukolok moshek (Simuliidae) gornyh raionov YUzhno-Ussurijskoj taigi // Parazitol. sb. Zool. in-ta ANSSSR. – L., 1950. – Vyp. 12. – S. 199–204.
17. *Yakuba V.N.* K ehkologii lichinok i kukolok moshek (Simuliidae, Diptera) r. Angary // Tr. Vost.-Sib. fil. SO AN SSSR. – 1960. – Vyp. 22. – S. 57–63.
18. *Shevcova O.N.* Ekologicheskoe sostoyanie rechnyh dolin Obskogo bassejna // Malye reki: sovremennoe ehkologicheskoe sostoyanie, aktual'nye problemy: mezhdunar. nauch. konf. (Rossiya, g. Tol'yatti, 23–27 aprelya 2001 g.). – Tol'yatti, 2001. – S. 316.
19. Ekologicheskij monitoring poverhnostnyh vod Tyumenskoj oblasti / *F.E. Il'in, A.N. Medvedeva, L.Z. YAnysheva* [i dr.] // Goroda Rossii: problemy stroitel'stva, inzhenernogo obespecheniya, blagoustrojstva i ehkologii: sb. mat-lov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (no-yabr' 2004 g.). – Penza, 2004. – S. 59–66.
20. *Yakuba V.N.* O migracii lichinok moshek (Diptera, Simuliidae) // Entomol. obozrenie. – 1959. – T. 38. – Vyp. 2. – S. 424–434.
21. *Mitrohin V.U.* Rasprostranenie i ehkologiya lichinok moshek (sem. Simuliidae) v vodoemah Obi i Irtysha // Vopr. vet. arahno-ehntomol. i vet. sanitarij. – Tyumen', 1972. – № 4. – S. 22–36.



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ СЫДИНСКОЙ ПРЕДГОРНОЙ И ПРИБАЙТАКСКОЙ ЛУГОВОЙ СТЕПЕЙ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

По климатическому районированию территория отнесена к умеренно-увлажненному поясу. По системе зонально-секторного распределения растительности Сыдинская предгорная и Прибайтаская луговая степи относятся к суббореальному биоклиматическому поясу, располагаясь на границе Западносибирско-Переднеазиатского (континентального) и Восточно-Центральноазиатского (резко континентального) секторов. Для выявления экологических групп флоры Сыдинской предгорной и Прибайтаской луговой степей за основу были взяты работы по флористическим исследованиям Б.А. Юрцева, Р.В. Камелина (1991) и других ученых-ботаников с определенной привязкой экологических групп к характерному типу местообитаний и морфолого-физиологическим свойствам видов. По отношению к увлажнению на территории исследования выделено 8 экологических групп видов флоры: ксерофиты, мезоксерофиты, мезофиты, ксеромезофиты, мезопсихрофиты, гигрофиты, мезогигрофиты, гидрофиты. Среди ксерофильных видов большой процент эндемиков – 3,9 %. Также кальцийсодержащий субстрат успешно сохраняет различные реликтовые элементы, имеющие резкие отличия с окружающей их зональной растительностью и изолированное произрастание. При сравнении противоположных групп видов ксерофильного (46 %), мезофильного (37,7 %) и гигрофильного (16,5 %) (от общей флоры) рядов наблюдается превосходство видов ксерофильного ряда над мезофильным и гигрофильным. Это характеризует флору степей как мезоксерофильную, равнинную и континентальную, что соответствует ее зональному положению у границы суббореальной и бореальной области. Основу флоры изученных степей составляет ксерофильная и мезофильная группы видов (832 вида, 82,7 % от общей флоры). Небольшой процент видов мезофильного ряда, наличие эндемиков и реликтов во флоре степей показывают сочетание автохтонных и аллохтонных тенденций в развитии флоры.

Ключевые слова: экологические группы, ксерофиты, мезоксерофиты, мезофиты, ксеромезофиты, мезопсихрофиты, гигрофиты, мезогигрофиты, гидрофиты, увлажнение местообитания, геологическое прошлое, эндемики.

E.M. Antipova, O.V. Enulenko

ECOLOGICAL OVERVIEW OF SIDINSKY FOOTHILL FLORA AND PRIBAITAKSKY MEADOW STEPPES (KRASNOYARSK REGION)

Climatic zoning of the territory is classified as a temperate-humid zone. The zonal system-sectorial distribution of vegetation Sidinsky foothill and Pribaikalsky meadow steppes belongs to the subboreal bioclimatic zone, located on the border of the West-Siberian-Near Asian (continental) and East-Central Asian (sharp continental) sectors. To identify environmental groups of Sidinsky foothill flora and Pribaikalsky meadow steppes floristic studies made by B.A. Yurtsev, B.A. Kamelin and other researches in botany were taken as a basis with a specific binding of environmental groups to habitat type and morpho-physiological properties of the species. Ecological groups of species of flora in relation to the humidification area of research are xerophytes, steppe mesoxerophytes, mesophytes, xeromesophytes, mesopsihrofyts, hygrophytes, mesohygrophyte, hydrophytes. Among xerophilous species is a large percentage of endemic species reaching 3,9 %. Also calcium substratum is able to save various relict elements having isolated growth and sharp differences with the surrounding zonal vegetation. When considering the opposite groups xerophilous is 46 %, mesophilic is 37,7 % and hygrophilic is 16,5 % series, observed superiority

xerophilous number over mesophilic and hygrophilic, characterize the flora of the study as xeromesophilic, plain and continental, which corresponds to the zonal position at the border of the subboreal and boreal region. The basis of the studied steppe flora is xerophytic and mesophytic species groups (species 832, 82,7 % of the total flora). A small percentage of species of mesophilic range, the presence of endemics and relicts in the flora Pribaikalsky meadow steppe shows the combination of autochthonous and allochthonous trends in the development of the flora.

Key words: *environmental groups, mesophytes, xerophytes, hygrophytes, hydration of nabitation, geological past, endemic.*

Введение. Сыдинская предгорная и Прибайтакская луговая степи представляют собой уникальное сочетание разнообразия физико-географических условий и флоры на юге Сибири. Степи занимают зону суббореальной растительности Южной Сибири. Особенностью растительного покрова Сыдинской предгорной степи является сочетание настоящих каменистых степей с остепненными лугами и луговыми степями по склонам горных возвышенностей и скал. Прибайтакская луговая степь представлена степными, луговыми и лесными сообществами, чередующимися с массивами болотной и солончаковой растительности, переходящей в лесостепной и подтаежный пояса.

Цель исследования: выявление во флоре степей экологических групп видов по отношению к увлажнению субстрата и их характеристика.

Материалы и методы исследования. Исследуемый район охватывает Сыдинскую предгорную и Прибайтакскую луговую степи (юг Красноярского края), которые находятся в Минусинской впадине Сыдо-Ербинской котловины на правом берегу р. Енисей (с целью анализа степной и лесостепной флоры и выявления экологических групп по приуроченности растений к местообитаниям с различными условиями увлажнения) [Шенников, 1950; Горышина, 1979].

Результаты исследования и их обсуждение. Выделение и анализ групп растений по отношению к увлажнению субстрата определяют экологическую структуру флоры [Юрцев, Камелин, 1991]. Определение экологической группы для каждого вида растения осуществлялось по приуроченности его к определенным местообитаниям с характерными физико-географическими и фитоценоотическими условиями на территории исследования [Поплавская, 1937; Шенников, 1950; Горышина, 1979] и сравнения поведения видов на близлежащих территориях [Степанов, 1994; Банникова, 2003; Антипова, 2007; Антипова, Рябовол, 2010].

Экологические группы растений по отношению к увлажнению субстрата на территории Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей выделены согласно классификации А.В. Куминовой (1960, 1976) (рис. 1, 2).

Почти половина флоры исследуемой территории по отношению к увлажнению субстрата представлена экологическими группами ксерофильного ряда – 457 видов (46 % от общей флоры) широко распространенных и приспособленных к аридным местообитаниям. Это характерно для зоны степей внутренней части Евразии. Преобладание группы ксерофильных видов среди других экологических групп связано с геологическим прошлым и тенденцией процессов к криоаридизации территории исследования.

Физико-географическое положение исследуемых степей в Минусинской впадине Сыдо-Ербинской котловины с орографической преградой из Восточного и Западного Саян, защищающей от влияния воздушных масс Атлантики, способствовало сохранению ксерофильной растительности, произрастающей в современное время.

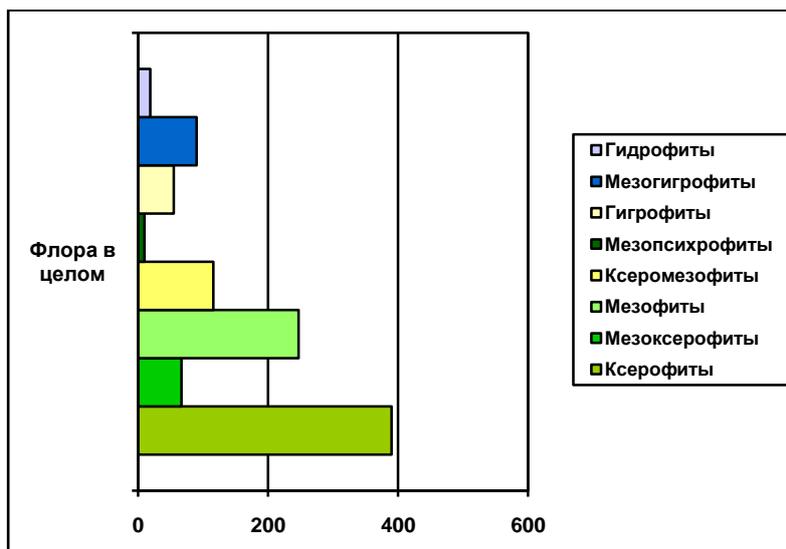


Рис. 1. Экологические группы видов общей флоры Сыдинской и Прибайтакской степей

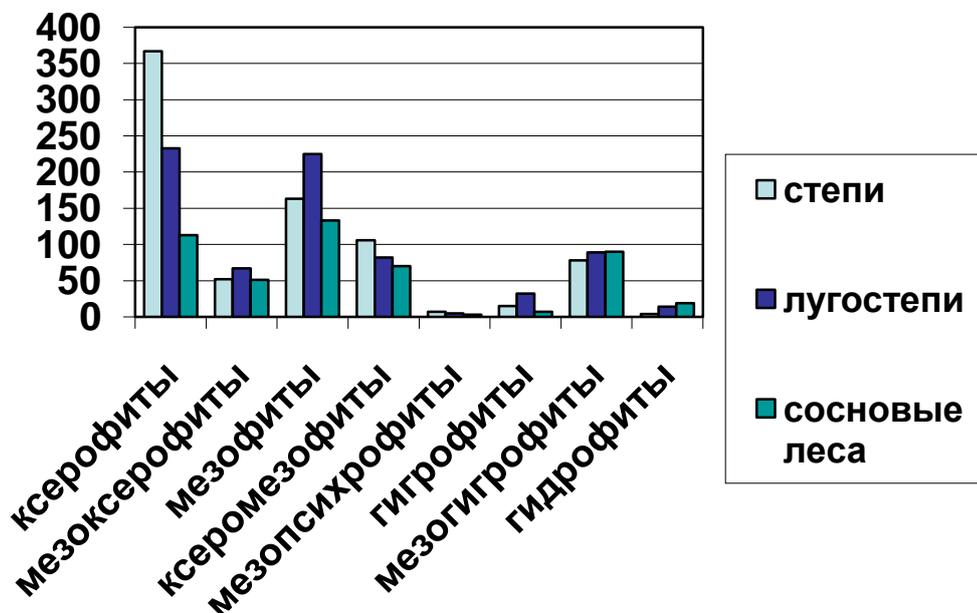


Рис. 2. Соотношения экологических групп степей, луго степей и сосновых лесов Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей

Небольшое количество осадков с влиянием остальных климатических условий (свет, температура, влажность воздуха и др.) способствует развитию степей и петрофитных группировок. Их основу составляет травостой, образованный ксерофитами наиболее сухих местообитаний в луго степях и каменистых степях (*Alyssum obovatum* C.A. Mey., *Patrinia sibirica* (L.) Juss., *Artemisia frigida* Willd., *Pulsatilla davurica* (Fisch.) Spreng., *P. turczaninowii* Kryl. et Serg., *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch и др.). Ксерофиты (39,2 % от общей флоры) приспособились жить в условиях низкого содержания воды в почве, при высоких летних температурах и низкой влажности воздуха [Волков, 2007].

Мезоксерофиты представлены во флоре степей незначительно (6,7 %), причем в полном составе они встречаются во флоре Прибайтакской луговой степи (6,7 % от общего числа флоры), в

Сыдинской предгорной степи они составляют 5,2 % от общей флоры. Они распространены в луговых степях и на остепненных лугах с непостоянным и недостаточным увлажнением.

Ксеропетрофитные виды встречаются на каменистых местах обитания, которые отмечены в основном на территории Сыдинской предгорной степи.

Среди ксерофильных видов большой процент эндемиков (3,9 % от эндемичной флоры): южносибирских – 0,2 % (*Arctogeron gramineum* DC. и др.), тувино-минусинско-хакасских – 0,2 (*Oxytropis amorphila* Turcz. и др.), алтае-енисейских – 0,1 (*Delphinium laxiflorum* DC.), минусинско-хакасских – 0,3 (*Hedysarum minussiense* V. Fedtsch. и др.), приенисейских степей – 0,9 (*Astragalus palibinii* Polozh., *Potentilla elegantissima* Polozh. и др.), алтае-тувинских – 0,2 % (*Oxytropis stenophylla* Bung. и др.) и алтае-саянских – 1,3 % от эндемичной флоры (*Coluria geoides* (Pall.) Ledeb., *Cerastium lithospermifolium* Fisch. и др.). Они встречаются в засушливых местообитаниях степного и лесного поясов, на скалистых и каменистых склонах горных возвышенностей [Антипова, Енуленко, 2013, а, б].

В зависимости от экспозиции и крутизны склонов гор Туран, Унук, Маяк, Алха и Большой Сайбар, Байтак имеются различия во флоре известняковых обнажений, что обусловлено присутствием южных узкоареальных эндемиков Алтае-Саянской горной страны и приенисейских степей, аркто-гипартомонтанных северных видов растений, ареалы которых часто находятся довольно далеко от мест своего произрастания, но здесь проходят их восточные, северные и северо-восточные границы. Также кальцийсодержащий субстрат успешно сохраняет различные реликтовые элементы, отличающиеся от окружающей их современной растительности и имеющие изолированное произрастание. Они свидетельствуют об определенных этапах геологического прошлого Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей, о преобразованиях флоры в результате автохтонного развития совместно с другими флорами Южной Сибири [Юдин, 1963; Пяк, 2003].

Развитие ксерофильной линии в эпоху голоцена происходило в сухие и холодные периоды, когда начиналось образование «холодных степей» и степного пояса (*Arctogeron gramineum*, *Gagea altaica* Schischk. et Sumn., *Dracocephalum fruticulosum* Steph., *Panzerina lanata* L. Bung. var. *argyracea* (Kuprian.) Serg., *Thymus sergievskajae* Karav., *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch., *Iris bloudowii* Ledeb., *Potentilla gelida* C.A. Mey. и др.).

Меньший процент мезофитов во флоре степей по сравнению с ксерофитами обусловлен ее расположением на границе Циркумбореальной и Ирано-Туранской областей Голарктического царства. Территория исследования является переходной к Средиземноморской ксерофильной флоре. Экологические группы видов, входящие в мезофильный ряд (375 видов, 37,7 %), имеют широкие ареалы и экологическую амплитуду. Мезофильные растения встречаются в местообитаниях с высоким проточным увлажнением в луговых и лугостепных сообществах (*Sanguisorba officinalis* L., *Anemonoides jensiseensis* (Korsh.) Holub, *Hieracium umbellatum* L., *Vicia sylvatica* L., *Myosotis krylovii* Serg.). В мезофильном ряду суббореальный характер флоры подчеркивает присутствие ксеромезофитов (11,7 % от общей флоры). Они в основном встречаются в суходольных и остепненных лугах, сухом сосновом Краснотуранском бору по остепненным берегам рек Тубы, Сыды, Бири и Енисея, озера Лебяжье в заказнике «Краснотуранский бор». Мезопсихрофиты (1 %) произрастают в гористых ландшафтах ниже границы лесного пояса, в трещинах скал гор Туран, Унук, Алха, на курумах в степях и горе Маяк (Сыдинская предгорная степь), между камнями на сыром и увлажненном субстрате гор Большой Сайбар и Байтак (Прибайтакская луговая степь) (*Ephedra equisetina* Bung., *Alyssum obovatum* (C.A. Mey.) Turcz., *Viola rupestris* F.W. Schmidt., *Veronica pinnata* L., *Allium vodopjanovae* N. Fries., *Gagea altaica*).

Среди растений мезофильного ряда эндемики [Пяк, 2003] присутствуют в меньшем количестве (0,9 % от эндемичной флоры): южносибирский эндемик – *Anemonoides jensiseensis* (Korsh.) Holub. (0,1 %), алтае-саянские – *Ranunculus submarginatus* Ovcz., *Brunnera sibirica* Steven. и др. (0,6 %), тувино-минусинско-хакасский – *Hylotelephium populifolium* (Pall.) H. Ohba. (0,1 %), эндемик приенисейских степей – *Pilosella sabinopsis* (Ganesch. et Zhan) Tupitz. (0,1 % от эндемичной флоры). Они распространены на избыточно-увлажненных почвах и глинодержащих субстратах степей.

Растения групп видов гигрофильного ряда (164 видов, 16,5 % от общей флоры) произрастают в местах с повышенной влажностью. Гигрофиты (5,5 % от общей флоры) в Сыдинской предгорной степи входят в состав болотно-приручейной растительности, встречающейся в воде рек Уза, Сыда,

Биря. Местами они произрастают на повышенно-увлажненных почвах с заливными лугами в долинах рек Туба и Сыда, а также по берегам боровых озер лесного типа (Лебяжье и Старый Кардон) с заболоченными лугами и болотистыми понижениями с избыточно увлажненными почвами.

Большое флористическое разнообразие мезогигрофитов (9,1 % от общей флоры) наблюдается на остепненных плакорах с высоким проточным увлажнением (*Carex acuta* L., *Agrostis gigantea* Roth., *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F. Gray, *Veronica longifolia* L., *Potentilla anserina* L., *Myosotis cespitosa* K.F. Schultz., *Iris laevigata* Fisch. et C.A. Mey. и др.).

Гидрофиты (1,9 % от общей флоры) представлены во флоре малым числом видов – 19, но среди них присутствуют редкие и охраняемые виды Красноярского края (*Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea candida* J. Presl., *Ceratophyllum demersum* L., *Zannichellia pedunculata* Reichenb., *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morus-ranae* L. и др.).

Основные флороценоотипы [Антипова, 2012] Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей различаются соотношением экологических рядов флоры (рис. 3). При анализе выявляется более ксерофильный характер степей по сравнению с лугостепями и сосновыми борами. Лугостепи имеют смешанный мезофильно-ксерофильный характер. В сосновых борах отмечен самый низкий показатель числа видов мезофильного ряда, что связано с их происхождением [Антипова, Енуленко, 2013, а, б]. Экологические группы видов гигрофильного ряда имеют незначительные различия в основных флороценоотипах, преобладая несколько в лугостепях, чуть ниже в степях и сосновых лесах (см. рис. 3).

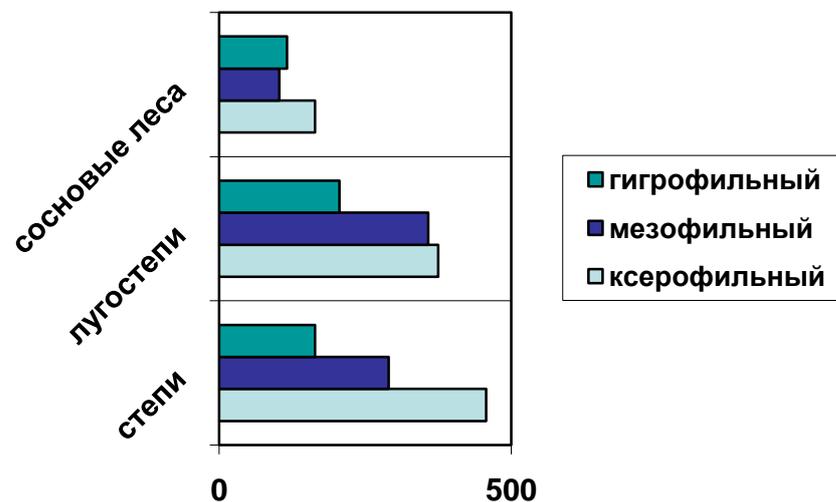


Рис. 3. Соотношение экологических рядов видов основных флороценоотипов Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей

Заключение. Во флоре Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей наблюдается превосходство групп видов ксерофильного ряда (46 % от общей флоры) над мезофильным (37,7 %) и гигрофильным (4,8 % от общей флоры). Эти показатели характеризуют флору территории исследования как мезоксерофильную, равнинную и континентальную, что соответствует ее зональному положению у границ в суббореальной зоне. Основу флоры Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей составляют группы видов ксерофильного и мезофильного рядов (832 вида, 82,7 % от общей флоры). Более половины этих групп видов составляют степную флору (430 видов, 43,3 %), приуроченную к ландшафтам Сыдинской предгорной степи, лугостепную (282 видов, 28,4 %) и лесную (120 видов, 12,1 % от общей флоры), распространенную большей частью в Прибайтакской луговой степи. Небольшой процент видов мезофильного ряда, наличие эндемиков и реликтов во флоре Прибайтакской луговой степи показывают сочетание автохтонных и аллохтонных тенденций в развитии флоры.

Литература

1. Антипова Е.М. Экоморфологическая структура флоры северных лесостепей Средней Сибири // Совр. пробл. науки и образования. – 2007. – № 6, ч. 1. – С. 21–29.
2. Антипова Е.М. Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2012. – 662 с.
3. Антипова Е.М., Енуленко О.В. О растительном покрове Прибайтаской луговой степи (Красноярский край) // Вестн. Краснояр. гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2013 (а). – С. 229–234.
4. Антипова Е.М., Енуленко О.В. Изучение эндемичной флоры Прибайтаской луговой степи (Красноярский край) как основа программ сохранения биологического разнообразия // Wykształcenie I nauka bez granic – 2013: materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – Vol. 37. Nauk biologicznych.: Przemysł. Nauka I studia. – 2013 (б). – С. 18–25.
5. Антипова Е.М., Рябовол С.В. Экологическая структура флоры г. Красноярска // Мат-лы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Нижний Тагил: Изд-во НГСПА, 2010. – С. 38–41.
6. Банникова И.А. Лесостепь внутренней Азии: структура и функция. – М., 2003. – 287 с.
7. Волков И.В. Биоморфологические адаптации высокогорных растений. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2007. – 412 с.
8. Горышина Т.К. Экология растений. – М.: Высш. шк., 1979. – 365 с.
9. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. – 450 с.
10. Куминова А.В. Основные черты и закономерности растительного покрова // Растительный покров Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 40–94.
11. Поплавская Г.И. Краткий курс экологии растений. – Л.: Изд-во биол. и медиц. лит-ры, 1937. – 297 с.
12. Пяк А.И. Петрофиты Русского Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 202 с.
13. Степанов Н.В. Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна). – Красноярск, 1994. – 108 с.
14. Шенников А.П. Экология растений. – М.: Советская наука, 1950. – 371 с.
15. Юдин Ю.П. Реликтовая флора известняков северо-востока европейской части СССР // Мат-лы по истории флоры и растительности СССР. – М.; Л., 1963. – Вып. 4. – С. 493–571.
16. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики: учеб. пособие. – Пермь, 1991. – С. 47–69.

Literatura

1. Antipova E.M. Ekomorfologicheskaya struktura flory severnyh lesostepei Srednei Sibiri // Sovr. probl. nauki i obrazovaniya. – 2007. – № 6. – Ch. 1. – S. 21–29.
2. Antipova E.M. Flora vnutrikontinental'nyh ostrovnyh lesostepej Srednej Sibiri / Krasnoyar. gos. ped. un-t im. V.P. Astaf'evav. – Krasnoyarsk, 2012. – 662. s.
3. Antipova E.M., Enulenko O.V. O rastitel'nom pokrove Pribaitakskoi lugovoi stepi (Krasnoyarskiy kraj) // Vestn. Krasnoyar. gos. ped. un-ta im. V.P. Astaf'eva. – Krasnoyarsk, 2013 (a). – S. 229–234.
4. Antipova E.M., Enulenko O.V. Izuchenie ehndemichnoj flory Pribajtakskoj lugovoj stepi (Krasnoyarskiy kraj) kak osnova programm sohraneniya biologicheskogo raznoobraziya // Wykształcenie I nauka bez granic – 2013: mat-aly IX Mezdynarodowej naukowo-praktycznej konferencji Volume 37. Nauk biologicznych.: Przemysł. Nauka I studia. – 2013 (b). – S. 18–25.
5. Antipova E.M., Ryabovol S.V. Ekologicheskaya struktura flory g. Krasnoyarska // Mat-ly nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Nizhniy Tagil: Izd-vo NGSPA, 2010. – S. 38–41.
6. Bannikova I.A. Lesostep' vnutrennej Azii: struktura i funktsiya. – M., 2003. – 287 s.
7. Volkov I.V. Biomorfologicheskije adaptacii vysokogornyh rasteniy. –Tomsk: Izd-vo Tomskogo TGPU, 2007. – 412 s.
8. Goryshina T.K. Ekologiya rasteniya. – M.: Vyssh. shk., 1979. – 365 s.

9. Kuminova A.V. Rastitel'ny pokrov Altaya. – Novosibirsk: Izd-vo AN SSSR, 1960. – 450 s.
10. Kuminova A.V. Osnovnye cherty i zakonomernosti rastitel'nogo pokrova // Rastitel'nyj pokrov Haka-sii. – Novosibirsk: Nauka, 1976. – S. 40–94.
11. Poplavskaya G.I. Kratkiy kurs ehkologii rasteniy. – L.: Izd-vo biol. i medic. lit-ry, 1937. – 297 s.
12. Pyak A.I. Petrofity Russkogo Altaya. – Tomsk: Izd-vo TGU, 2003. – 202 s.
13. Stepanov N.V. Florogeneticheskij analiz (na primere severo-vostochnoj chasti Zapadnogo Sayana). – Krasnoyarsk, 1994. – 108 s.
14. Shennikov A.P. Ekologiya rasteniy. – M.: Sovetskaya nauka, 1950. – 371 s.
15. Yudin Yu.P. Reliktovaya flora izvestnyakov severo-vostoka evropejskoi chasti SSSR // Mat-ly po istorii flory i rastitel'nosti SSSR. – M.; L., 1963. – Vyp. 4. – S. 493–571.
16. Yurcev B.A., Kamelin R.V. Osnovnye ponyatiya i terminy floristiki: ucheb. posobie. – Perm', 1991. – S. 47–69.



УДК: 559.322.3(571.51)

С.С. Бакшеева, А.А. Антонович

КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ БОБРА (*CASTOR FIBER*), ОБИТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНА РЕКИ ОЯ ШУШЕНСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*На основе собственных исследований рассмотрены тип и объем питания бобра (*Castor Fiber*) на территории Шушенского района Красноярского края в пределах бассейна реки Оя. Для изучения характера пищи бобра была выбрана методика наблюдения за бобром из постоянного наблюдаемого пункта. Наблюдения за поведением бобров проводились с начала октября до середины ноября 2014 года в период с 6 часов утра до ухода зверей в нору и вечером за 2 часа до полной темноты. Наблюдения велись за семьей бобра, которая заселила участок русла реки Оя. Запасы пищи животные складывают в воде, где до конца зимы – начала весны (февраль-март) в растениях сохраняются питательные вещества. По средним подсчетам на семью бобры запасают до 60 кубометров еды. Для того чтобы еда не замерзла, бобры укладывают ее ниже уровня воды, и когда водоем замерзает, то подо льдом у бобров есть не замерзшие запасы пищи. Показана зависимость между затрачиваемым бобром временем на питание и изменением температуры за сутки – с увеличением холодных дней увеличивается и время, затраченное животными на питание. Приведены данные по типу используемых бобром кормов, самый излюбленный корм – кора, ветки и молодые побеги ивы.*

Ключевые слова: бобры, р. Оя, питание.

S.S. Baksheeva, A.A. Antonovich

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF NUTRITION OF BEAVER (*CASTOR FIBER*) INHABITING THE RIVER BASIN OJA SHUSHENSKY DISTRICT KRASNOYARSK TERRITORY

*The type and amount of food for beaver (*Castor Fiber*) on Shushensky district territory (Krasnoyarsk region) within the Oya river basin was examined. The method of constant observing and investigating the nature of beaver's food beavers was chosen. The observing of the beavers' behavior was conducted from early October to mid-November in 2014 in the period from 6 a.m. till leaving into the burrows and in the evening for two hours before complete darkness. One beaver family settled in the parts of the river Oya was observed. The animals store food reserves were kept in the water where the plants preserved nu-*

trients till the end of winter or beginning of spring (February-March). According to the average estimate, the beavers family store up to 60 cubic meters of food. In order to keep the food unfrozen, beavers placed it below the water level, and when the pond froze beavers had unfrozen food resources. The dependence between the spending time on feeding and temperature changes per day with the increase in cold days increases the time spent on feeding. The data on the beaver feedtypeis given, the favorite food for beavers is twigs and young shoots of willow.

Key words: *beavers, Oja river, food.*

Введение. Бобр – типичный представитель растительноядных грызунов, поедающий как травянистый, так и древесный корм, наземные, водные и полуводные растения.

Пищу бобров составляют те растения, которые растут вблизи поселений, такие как листья и кора ивы, тополя, березы, а также многочисленные травы. Поскольку у них нет зимней спячки, то они заготавливают себе корм на зиму в виде веток, которые складывают горой перед «хаткой» или в норах на берегу, а в проточной воде укрепляют на дне, сплетая ветки в компактную массу [2, 4]. Сбор веток и сучьев у них проходит интенсивно, а масштаб заготовок зависит от условий окружающей среды. Если бобры живут у небольших ручьев, поздно замерзающих зимой, то заготавливают немного корма, потому что при температуре выше -6°C они уже выходят из воды и могут заготовить новый корм. Чтобы было много веток, бобры валят деревья чаще всего толщиной ствола примерно 12 см. Когда кормовая база вблизи поселения истощается, бобр может совершать походы по суше до 200 м. В XXI веке естественная деятельность бобра приносит большой вред, так как это приводит к заболачиванию местности и ухудшению условий обитаний для копытных животных, некоторых птиц и грызунов [1].

Способность валить деревья у бобра врожденная. Так, выращенные в неволе бобры прекрасно продемонстрировали свое умение валить деревья уже в первую осень. Бобр держится передними лапами за ствол, поворачивает голову в сторону и отгрызает кусочки древесины. При этом грызущие зубы нижней челюсти затачиваются о верхние резцы. Когда дерево толстое, бобры работают поочередно. При первом потрескивании ствола – признаке падения дерева – они бегут в сторону, противоположную той, куда оно падает [3, 6].

Деревья без кроны прирученные бобры валили только после того, как на них были подвешены зеленые ветки. Ветки они разгрызали на короткие куски, подтаскивали к воде и по ней доставляли к «хатке». Бобры активно добывают пищу в течение всего года. Летом бобры питаются в основном травянистыми растениями, у которых поедают сначала листья, верхушки побегов, а затем стебли, у других – и корни. Из древесной растительности в это время бобры поедают молодые побеги деревьев и кору деревьев, поваленных с осени. Зимой поедают заготовленные осенью корма [5, 7].

Цель исследований: изучить качественную и количественную характеристику пищи бобра, а также проанализировать зависимость между временем приема пищи и временем суток.

Методы и результаты исследований. Для изучения характера пищи бобра была выбрана методика наблюдения за бобром из постоянного наблюдаемого пункта.

Наблюдения за поведением бобров проводились с начала октября до середины ноября 2014 г. в период с шести часов утра до ухода зверей в нору и вечером за два часа до полной темноты. Наблюдение велось за семьей бобра, которая заселила участок русла реки Оя. На этом участке также обитает ондатра. Видимых конфликтных ситуаций между видами не возникало, хотя при приближении бобра ондатра предпочитала исчезать. В наблюдаемые часы деятельность бобров была мало активной. Как правило, утром можно было наблюдать за одним и реже – за двумя бобрами (табл.). Общее количество наблюдений составило 105 ч.

В середине ноября после первых ночных заморозков до -5°C активность бобров повысилась: они стали выходить вечером за час до захода солнца и утром позже на два часа уходить в нору. Началась заготовка кормов на зиму.

Наши наблюдения показали, что основной рацион составляют листья, веточки, кора и молодые побеги деревьев и кустарников, таких как ива, осина и береза (рис. 1).

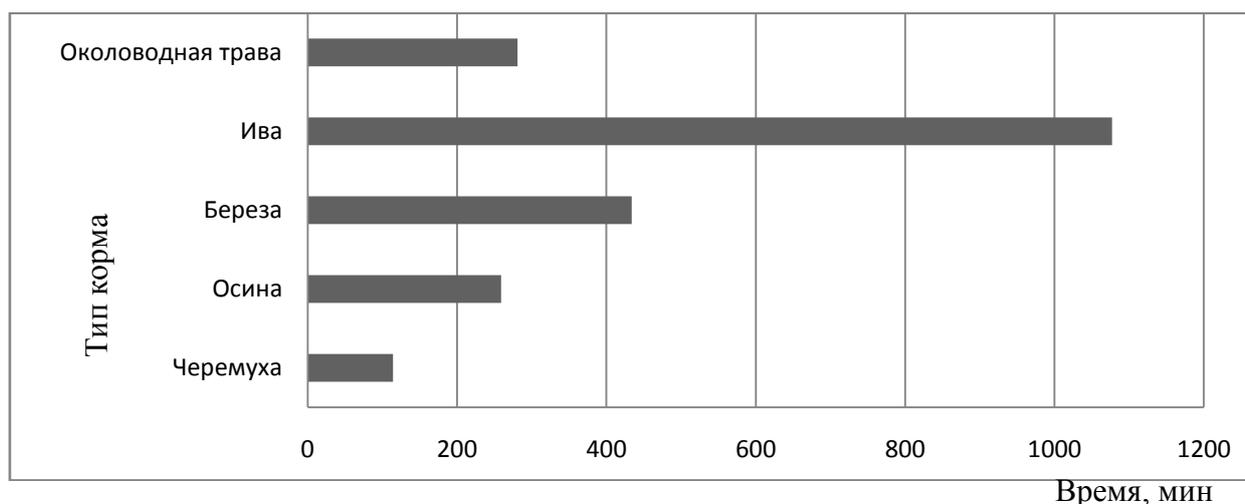


Рис. 1. Предпочтения в питании бобра

Время, затрачиваемое на еду, и вид пищи

Дата	Среднее количество часов наблюдений в сутки	Среднее количество времени, затраченного бобром на питание, мин	Корм
10.10	7	57	Кора ивы
12.10		114	Ива, черемуха
14.10		77	Ива
16.10		82	Кора осины
20.10		97	Ветки осины и ивы
22.10		127	Ива и околоводная трава
26.10		175	Ива
28.10		80	Осина, ива
30.10		114	Ива, черемуха и околоводная трава
2.11		71	Береза
6.11		96	Береста, ива
10.11		267	Береста
14.11		144	Ива
18.11		230	Ива, околоводная трава

Помимо этого, бобр поедает тополь. Летом в рацион бобров входят древесный корм и травянистые растения, среди которых преобладают лабазник вязолистный, чистец болотный. Доля травянистых растений в рационе бобра существенно увеличивается. С наступлением осени бобры постепенно запасают древесный корм на зиму.

Запасы пищи животные складывают в воде, где до конца зимы – начала весны (февраль-март) в растениях сохраняются питательные вещества.

По средним подсчетам, на семью бобры запасают до 60 кубометров еды. Для того чтобы еда не замерзла, бобры укладывают ее ниже уровня воды, и когда водоем замерзает, то подо льдом у бобров есть не замерзшие запасы пищи (рис. 2, 3).

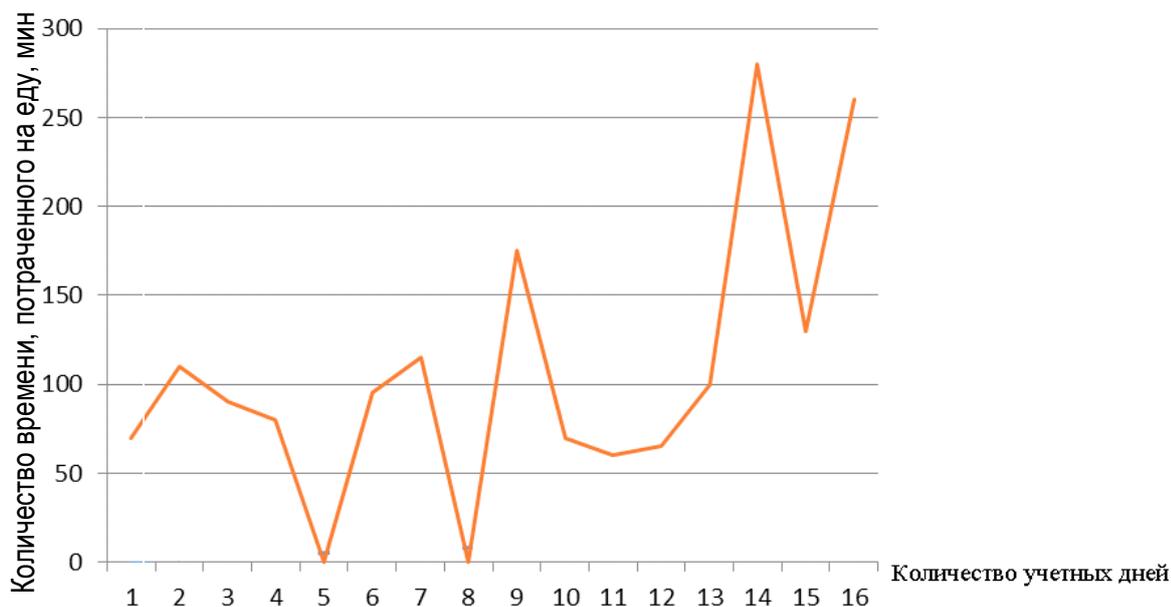


Рис. 2. График зависимости времени питания бобра от изменения температуры за сутки

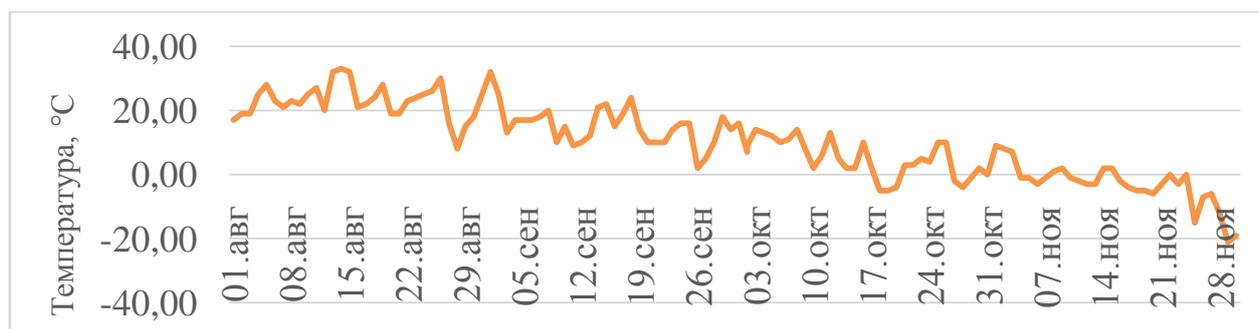


Рис. 3. График колебаний дневной температуры в период исследований

Заключение. В итоге проделанной работы по исследованию питания бобра, посчитав на какой вид пищи бобр тратит больше времени, мы пришли к заключению, что самый излюбленный корм для бобра – это кора, ветки и молодые побеги ивы. Анализ собранных нами данных на постоянном наблюдательном пункте на участке русла реки Оя и изменений суточной температуры [8] выявил зависимость между затрачиваемым бобром временем на питание и изменением температуры за сутки – с увеличением холодных дней увеличивается и время, затраченное животными на питание. Нулевое время на пятый и восьмой дни наблюдений объясняется тем, что зверь не выходил на сушу для кормления.

Литература

1. *Беляченко А.А., Носова Н.Н.* Охота на бобра. – М.: Арбалет, 2005. – С. 20.
2. *Дворникова Н.П.* О летнем питании речных бобров Ильменского заповедника // Териология на Урале. – Свердловск, 1981. – С. 31–33.

3. Дежкин В.В., Сафонов В.Г. Биология и хозяйственное использование бобра. – М., 1966. – С. 90.
4. Панов Г.М. Кормовой фактор и структура популяции бобров бассейна реки Большой Кемчуг // Оптимальная плотность и оптимальная структура популяций животных: информ. мат-лы. – Свердловск: Изд-во Уф АН СССР, 1970. – Вып. 2. – С. 138–139.
5. Пономаренко С.Л., Смирнов М.Н. Бобр (*Castor fiber Linnaeus, 1758*) в Хакасии (ресурсы и хозяйственное использование) // Вестн. КрасГАУ. – 2006. – № 5. – С. 68–78.
6. Сафронов В.Г. Опыт и теория управления ресурсами охотничьих животных на примере речного и канадского бобров: дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1995. – С. 64.
7. Сержанин И.Н. Речной бобр и его биологические особенности. – Минск: Изд-во АН БССР, 1962. – С. 39.
8. Gismeteo – прогноз погоды. – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary>.

Literatura

1. Belyachenko A.A., Nosova N.N. Ohotа na bobra. – М.: Arbalet, 2005. – S. 20.
2. Dvornikova N.P. O letnem pitanii rechnyh bobrov Il'menskogo zapovednika // Teriologiya na Urale. – Sverdlovsk, 1981. – S. 31–33.
3. Dezhkin V.V., Safonov V.G. Biologiya i hozyajstvennoe ispol'zovanie bobra. – М., 1966. – S. 90.
4. Panov G.M. Kormovoi faktor i struktura populyacii bobrov bassejna reki Bol'shoi Kemchug // Optimal'naya plotnost' i optimal'naya struktura populyacij zhivotnyh: inform. mat-ly. – Sverdlovsk: Izd-vo Uf AN SSSR, 1970. – Vyp. 2. – S. 138–139.
5. Ponomarenko S.L., Smirnov M.N. Bobr (*Castor fiber Linnaeus, 1758*) v Hakasii (resursy i hozyaystvennoe is-pol'zovanie) // Vestn. KrasGAU. – 2006. – № 5. – S. 68–78.
6. Safronov V.G. Opyt i teoriya upravleniya resursami ohotnich'ih zhivotnyh na primere rechnogo i kanadskogo bobrov: dis. ... d-ra biol. nauk. – М., 1995. – S. 64.
7. Serzhanin I. N. Rechnoi bobr i ego biologicheskie osobennosti. – Minsk: Izd-vo AN BSSR, 1962. – S. 39.
8. Gismeteo – прогноз погоды. – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary>.

УДК 631.4

Н.В. Бодикова

АККУМУЛЯЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ*

*Взаимоотношения почвы и растительности (основные компоненты биогеоценозов) определяют биогеохимический круговорот. Значение биологических, биохимических и биогеохимических процессов отражается в учении В.Н. Вернадского о зонах природы и роли живого вещества в биосфере. В почве систематически концентрируется значительная масса солнечной энергии в виде органического вещества. В техногенных искусственных ландшафтах все компоненты находятся в начальной стадии формирования, обменные процессы в биогеоценозах замедлены в сравнении с естественными. Исследования проводились в культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданных на технически рекультивированных отвалах вскрышных пород Назаровского угольного разреза. Разновозрастные культуры сосны на Восточном и Серезженском гидроотвалах, Бестранспортном отвале и старопахотных агросерых почвах имеют характерные для данного возраста высоту и диаметр, высокие запасы древесины и фитомассы, оцениваются Iа и I*

* Исследования проводятся под руководством д-ра биол. наук, проф. кафедры почвоведения и агрохимии Л.С. Шугалей.

классом бонитета. В настоящий период основная масса углерода, азота, фосфора и калия сосредоточена в биомассе фитоценозов и почве. Основные различия между вариантами отмечены по углероду. Структура углерода органического вещества свидетельствует о замедленном разложении органических остатков в минеральной толще как инициальных, так и агросерых почв. В лесных биогеоценозах в инициальных почвах, формирующихся на отвалах, основная масса (44–52 %) углерода сосредоточена в минеральной толще, охваченной почвообразованием. В настоящий период запасы углерода в биомассе древостоев и литостратах сблизились вследствие более выраженных процессов дифференциации профиля в сравнении со старопахотными агросерыми почвами. Культуры сосны, созданные на технически рекультивированных массивах вскрыши без нанесения гумусового слоя, оказали преобразующее воздействие на известную пентаду факторов почвообразования, что усилило их развитие и сблизило с естественными лесными ландшафтами региона.

Ключевые слова: биогеоценоз, почвообразование, углерод, культуры сосны, биофиллы.

N.V. Bodikova

ACCUMULATION BIOGENIC ELEMENTS IN ARTIFICIAL FOREST BIOGEOCOENOSIS MAN-MADE LANDSCAPES

*Relations between soil and vegetation (major biogeocenosis components) determine the biogeochemical cycle. The value of biological, biochemical and biogeochemical processes is reflected in the teaching of V.N. Vernadsky on the areas of nature and the role of living matter in biosphere. In soil a large mass of solar energy in the form of organic matter is systematically concentrated. In man-made landscaping all the components are in the initial stage of formation, metabolic processes in ecosystems are slower in comparison with natural. The studies were conducted in cultures of pine-trees (*Pinus sylvestris* L.), created on the technically reclaimed Nazarovsky coal mine. Uneven pine cultures in the East, Serezhensky and Bestransportny stores dumps and cultivated soils are typical for this age, height and diameter, high stocks of timber and biomass of estimated I a and class I bonitet. At present the bulk of carbon, nitrogen, phosphorus and potassium are concentrated in phytocenoses biomass and soil. The main differences between the options were marked on carbon. The structure of organic carbon indicates slow decomposition of organic matter within initial and gray soils thickness. In forest biogeocenoses the initial soils were formed in the dumps, the majority (44–52 %), carbon is concentrated in the mineral thicker covered soil formation. At present the amount of carbon in the biomass of forest and litostrate becomes closer as a result of the processes of differentiation had more pronounced profile in comparison with gray cultivated soils. The cultures of pine, grown on reclaimed arrays without humus layer have a transformative impact on the well-known pentad soil-forming factors which increased their development and made them closer to the natural forest landscape of the region.*

Key words: biogeocoenosis, soil formation, carbon, pine cultures, Biophilia.

Введение. Почва является многокомпонентной системой и функционирует на непрерывном обмене вещества и энергии между почвой и экосистемой в целом. Взаимоотношения между почвой и растительностью, являющихся основными составляющими биогеоценозов, определяют биогеохимический круговорот. Биологическое, биохимическое и биогеохимическое значение процессов в биологическом круговороте элементов нашло отражение в учении о зонах природы, роли живого вещества в биосфере [Вернадский, 1978].

Цель исследования: изучение аккумуляции биогенных элементов в искусственных лесных биогеоценозах техногенных ландшафтов. В почве систематически концентрируется значительная масса в виде органического вещества солнечной энергии, созданной высшими растениями в процессе фотосинтеза. Можно предположить, что в техногенных искусственных ландшафтах все

компоненты находятся в начальной стадии и обменные процессы в них замедлены, в сравнении с естественными экосистемами.

Методы и результаты исследования. Исследования проводились в культурах сосны (*Pinus sylvestris* L.), созданных на отвалах вскрышных пород Назаровского угольного разреза [Шугалей, Чупрова, 2013; Бодикова, 2015]. Полевые, аналитические и камеральные работы выполнялись по принятым методикам [Аринушкина, 1970; Борцов, 2002; Карпачевский и др., 1980]. Разновозрастные культуры сосны на Восточном и Серезженском гидроотвалах, Бестранспортном отвале и старопахотных агросерых почвах имеют характерные для данного возраста высоту и диаметр, высокие запасы древесины и фитомассы, оцениваются Ia и I классом бонитета (табл. 1).

Таблица 1

Морфотаксационная характеристика древостоев

Параметр	Восточный гидроотвал	Серезженский гидроотвал	Бестранспортный отвал	Агросерая почва
Биологический возраст, лет	45	35	31	44
Запасы древесины, м ³	471	253	383	258
Фитомасса древостоя	193	103,6	117,2	86,3
Класс бонитета	Ia	I	I	I

Распределение биофилов в сосновых искусственных культурбиогеноценозах показывает, что в настоящий период основная масса углерода, азота, фосфора и калия сосредоточена в биомассе фитоценозов и почве. По концентрации биофилов углерода, азота, фосфора и калия в различных компонентах пробных площадей существенных различий не отмечено (табл. 2).

Основные различия по вариантам отмечены по углероду. Структура органического вещества литостратов под разновозрастными культурами сосны различна. На Восточном гидроотвале на углерод легкоминерализуемого органического вещества (ЛМОВ) приходится 52 %, углерод стабильного гумуса – 48 % общих запасов, на Серезженском гидроотвале запасы ЛМОВ снижаются до 44 %, но возрастает доля углерода стабильного гумуса – до 56 % общих запасов, на Бестранспортном отвале на углерод ЛМОВ приходится 85 %, на углерод стабильного гумуса – всего 15 %, на агросерых почвах на углерод ЛМОВ приходится 16 %, стабильного гумуса – 84 %. Качественный состав углерода свидетельствует о замедленном разложении органических остатков в минеральной толще как инициальных, так и агросерых почв [Бодикова, 2015]. В лесных биогеноценозах на инициальных почвах основная масса (44–52 %) углерода сосредоточена в минеральной толще хаотичной смеси, охваченной почвообразованием. В настоящий период запасы углерода в биомассе и литостратах сблизались, что является следствием более выраженных процессов дифференциации профиля. Пробная площадь культур сосны на старопахотных почвах примыкает к естественным лесным массивам и испытывает их воздействие, которое маскирует влияние сосны на почвообразование.

Существенных различий по накоплению запасов биофилов в надземной и подземной мортмассе не отмечено.

Почвообразование в техногенных ландшафтах, так же как в естественных, развивается при взаимодействии известной пентады факторов: климата, почвообразующих пород, рельефа, фитоценоза, действующих в определенных рамках времени [Шугалей, Чупрова, 2013; Бодикова, 2015].

За годы произрастания культур сосны на хаотичных смесях вскрышных и вмещающих пород сформировались примитивные инициальные почвы – литостраты [Классификация и диагностика почв..., 2004; Шугалей, Чупрова, 2013]. Как показало обследование культур сосны, в искусственных сосновых биогеноценозах почвообразование идет по лесному типу – сформировались органогенные хорошо развитые горизонты и слабо развитые (5–10 см) с низким содержанием углерода аккумулятивные горизонты.

Концентрация биофилов в различных компонентах биогеноценозов обусловлена возрастом и густотой древостоев, развитостью корневой системы, ее отпадом, количественным и качественным составом надземного опада и условиями формирования подстильно-торфяного горизонта.

Основная масса углерода органического горизонта (подстилки) представлена лабильным органическим веществом (ЛОВ). На долю ЛОВ приходится соответственно 18, 10, 6 и 15 % общих запасов ЛМОВ. Подвижные формы углерода (ПОВ) на 82, 86, 91 и 87 % извлекаются 0,1 n NaOH.

По остальным биофильным элементам различия между вариантами не существенны. Несколько более высоким содержанием N, P и K характеризуется биомасса сосны на Восточном гидроотвале, имеющая Ia класс бонитета (табл. 2).

Почвенный покров лесной зоны, сформировавшийся в естественных условиях почвообразования, характеризуется парцеллярной неоднородностью, гетерохронностью почвенных горизонтов, являющихся следствием неоднократной, но не синхронной смены лесообразовательных и почвообразовательных процессов, обусловленной различным периодом жизни леса и почвы [Леса КАТЭКа..., 1983]. Для лесных почв характерно наличие подстильно-торфяного горизонта, формирующегося в результате специфичного круговорота вещества и энергии. Профиль почв под лесом формируется под воздействием процессов гумусонакопления, элювирования, иллювиирования, оглеения, оглинивания. Дифференциация профиля на генетические горизонты оценивается по выраженности процессов миграции ила, химических элементов, по окраске горизонтов. На формирование генетических горизонтов большое влияние оказывают гомогенизирующие процессы: педотурбации, оглеение, вуализация, а также процессы сегрегации железа, для лесных почв также характерен полиморфизм [Карпачевский, 1981].

Таблица 2

Запасы биофильных элементов в сосновых биогеоценозах на инициальных и агросерых почвах, т·га⁻¹

Компонент биогеоценоза	Химический элемент			
	С	N	P	K
Восточный гидроотвал				
Биомасса	103,60	1,82	0,25	0,83
Мортмасса надземная	10,51	0,17	0,03	0,11
Мортмасса подземная	6,28	0,10	0,02	0,06
<i>Итого</i>	119,39	2,09	0,30	1,00
Органическое вещество ТПО	95,58	0,90	0,37	1,15
<i>Всего</i>	214,97	2,99	0,67	2,15
Сереженский гидроотвал				
Биомасса	55,74	1,03	0,15	0,56
Мортмасса надземная	6,95	0,19	0,02	0,07
Мортмасса подземная	2,83	0,03	0,01	0,10
<i>Итого</i>	65,52	1,25	0,18	0,73
Органическое вещество ТПО	59,00	0,29	0,21	0,20
<i>Всего</i>	124,52	1,54	0,39	0,93
Бестранспортный отвал				
Биомасса	63,00	0,89	0,15	0,69
Мортмасса надземная	8,25	0,16	0,04	0,09
Мортмасса подземная	4,85	0,04	0,01	0,10
<i>Итого</i>	76,10	1,09	0,20	0,88
Органическое вещество ТПО	158,60	0,16	0,14	0,29
<i>Всего</i>	234,70	1,25	0,34	1,17
Агросерая почва, хр. Арга				
Биомасса	46,80	0,89	0,11	0,34
Мортмасса надземная	9,50	0,25	0,06	0,09
Мортмасса подземная	2,20	0,03	0,01	0,06
<i>Итого</i>	58,50	1,17	0,18	0,49
Органическое вещество почвы	113,30	0,25	0,21	0,92
<i>Всего</i>	171,80	1,42	0,39	1,41

Культуры сосны, созданные на технически рекультивированных массивах хаотичных смесей вскрышных пород без нанесения гумусового слоя, оказывают преобразующее воздействие на факторы почвообразования: климат, почвообразующую породу, рельеф, растительность, – взаимодействующие в определенных рамках времени. Особенностью почвообразования в техногенных ландшафтах служит развитие почвообразовательных процессов в посттехногенную фазу, осуществляется при антропогенно-трансформированных условиях рельефа, микроклимата, растительного покрова. Освоение техногенных ландшафтов лесными биогеоценозами усилило процессы преобразования искусственных ландшафтов, и их развитие постепенно сближается с естественными ландшафтами региона. За 45–30-летний период произрастания культур сосны ведущими процессами в литостратах являются синтез и аккумуляция органического вещества в субстрате, выполняющем роль почвообразующей породы.

Накопление углерода в литостратах обусловлено емкостью и интенсивностью биологического круговорота, нарастающего с увеличением возраста древостоев сосны [Бабиченко, Горбункова, 2013]. Остальные профилообразующие процессы в них не выражены, но, несомненно, проявятся позднее.

Заключение. На экологическое состояние культур оказывают влияние благоприятные химические, физико-химические, биохимические свойства литогенной основы.

Благоприятный водный и питательный режимы, хаотичные смеси грунтов способствуют формированию зоо- и микробоценозов и в целом биологической активности инициальных почв техногенных ландшафтов.

Взаимодействие лесообразовательных и почвообразовательных процессов продолжается и, естественно, с развитием фитоценозов, микробоценозов и педобионтов усложняется.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. *Бабиченко Ю.В., Горбунова Ю.В.* Круговорот вещества и энергии в культурах сосны на отвалах вскрышных пород. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 196 с.
3. *Бодикова Н.В.* Азотный фонд инициальных почв на отвалах вскрышных пород Назаровского угольного разреза: дис. ... магистра с.-х. наук. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013.
4. *Борцов В.С.* Использование автоматизированной системы на основе отражательной спектроскопии в исследовании агроценозов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2002. – 18 с.
5. *Вернадский В.И.* Живое вещество. – М.: Наука, 1978.
6. *Карпачевский Л.О.* Лес и лесные почвы. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 262 с.
7. Почвенно-биогеоценозические исследования в лесных биогеоценозах / *Л.О. Карпачевский, А.Д. Воронин, Е.А. Дмитриев* [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 160 с.
8. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 324 с.
9. Леса КАТЭКа как фактор стабилизации окружающей среды. – Красноярск: Изд-во ИЛИД, 1983. – 160 с.
10. *Шугалей Л.С., Чупрова В.В.* Почвообразование в техногенных ландшафтах лесостепи Назаровской котловины Средней Сибири // Почвоведение. – 2013. – № 3. – С. 287–298.

Literatura

1. *Arinushkina E.V.* Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
2. *Babichenko Yu.V., Gorbunova Yu.V.* Krugovorot veshchestva i ehnergii v kul'turah sosny na otvalah vskryshnyh porod. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013. – 196 s.
3. *Bodikova N.V.* Azotny fond inicial'nyh pochv na otvalah vskryshnyh porod Nazarovskogo ugol'nogo razreza: dis. ... magistra s.-h. nauk. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013.
4. *Borcov V.S.* Ispol'zovanie avtomatizirovannoi sistemy na osnove otrazhatel'noi spektroskopii v issledovanii agrocnenozov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2002. – 18 s.
5. *Vernadskiy V.I.* Zhivoe veshchestvo. – 1978.

6. Karpachevskiy L.O. Les i lesnye pochvy. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1981. – 262 s.
7. Pochvenno-biogeocenoticheskie issledovaniya v lesnyh biogeotsenozah / L.O. Karpachevskiy, A.D. Voronin, E.A. Dmitriev [i dr.]. – M.: Izd-vo MGU, 1980. – 160 s.
8. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 324 s.
9. Lesa KATEKa kak faktor stabilizatsii okruzhayushchey sredy. – Krasnoyarsk: Izd-vo ILiD, 1983. – 160 s.
10. Shugaley L.S., Chuprova V.V. Pochvoobrazovanie v tekhnogennyh landshaftah lesostepi Nazarovskoi kotloviny Srednei Sibiri // Pochvovedenie. – 2013. – № 3. – S. 287–298.



УДК 632.122

А.С. Подлужная, С.Э. Бадмаева

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (ПАРКОВ И СКВЕРОВ) ПРАВОБЕРЕЖЬЯ г. КРАСНОЯРСКА

В статье анализируется содержание тяжелых металлов (никель, медь, кадмий, хром, цинк, свинец, кобальт, железо, марганец) в почвах урбанизированных территорий парков и скверов правобережья города Красноярска. Повышенные выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями и возрастающий поток автомобильного движения, наложенные на неблагоприятные метеорологические условия (безветренная погода), приводят к усугублению экологической ситуации в городе. Экосистема городских территорий испытывает колоссальные нагрузки, и аккумуляция вредных веществ (тяжелых металлов) в почве и растениях превышает фоновые значения. Установлено содержание тяжелых металлов в почвах парков и скверов трех административных районов: Свердловский, Кировский и Ленинский, где расположены основные промышленные предприятия города и которые характеризуются высоким автомобильным потоком. Проведен подсчет и обследование видового состава древесной растительности и кустарников, произрастающих на территории парков и скверов. Определено количество и интенсивность прохождения транспортных средств на улицах, прилегающих к местам отдыха горожан. Почвенные образцы для исследования на содержание тяжелых металлов отбирались с верхних горизонтов почвы с самых распространенных мест отдыха жителей правобережья г. Красноярска.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, урбанизированные почвы, парки, скверы, правобережье г. Красноярска.*

A.S. Podluzhnaya, S.E. Badmaeva

HEAVY METALS AVAILABILITY IN SOILS OF URBAN TERRITORIES COMMON AREAS (PARKS AND SQUARES) ON THE RIGHT BANK OF KRASNOYARSK

The article analyzes the availability of heavy metals (nickel, copper, cadmium, chromium, zinc, lead, cobalt, iron, manganese) in the soils of urban territories in the parks and squares on the right bank of Krasnoyarsk. Increased emissions of harmful substances into the atmosphere by industrial enterprises and the increasing flow of traffic imposed by the adverse weather conditions (no wind) exacerbate the ecological situation in the city. The ecosystem of urban areas experiences tremendous stress and accumulation of harmful substances (heavy metals) in soil and plants exceeds the background values. The content of heavy metals in soils of parks and gardens of three administrative regions was set for Sverdlovsk, Kirov and Lenin regions, where the main industrial enterprises of the city are concentrated and which are also characterized by high vehicular flow. The quantity and survey of the species composition of woody vegetation and shrubs growing in the parks and squares were examined. The number and intensity of passing

vehicles on the streets adjacent to the places of people's recreation were determined. The soil samples for investigation on the content of heavy metals were selected from the upper soil horizons with the most common places for residents of the right bank of Krasnoyarsk.

Key words: *heavy metals, urban soils, parks, squares, the right Bank of Krasnoyarsk.*

Введение. В соответствии со статьей 42 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии. К сожалению, в условиях современного мегаполиса окружающая среда оказывает не самое благоприятное воздействие на жителей крупных городов с развитой промышленностью. Красноярск относится к тем российским городам, где, согласно экологическому мониторингу, антропогенная нагрузка на окружающую среду постоянно возрастает. Очень часто министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края предупреждает жителей города о периодах неблагоприятных метеорологических условий, в течение которых крупные промышленные предприятия должны уменьшать выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Но вредные вещества аккумулируются не только в воздухе, но также и в почве. Процесс накопления вредных веществ (в данном случае тяжелых металлов) в почве приводит к отравлению растительности, приостановлению роста корней, к быстрому опадению листьев.

Цель исследования: установление содержания тяжелых металлов в почве в местах скопления населения (в данном случае в парках и скверах правобережья г. Красноярск).

При проведении исследования ставились следующие **задачи:**

- проведение комплексного анализа территорий парков и скверов правобережья г. Красноярск;
- определение основных пород древесной растительности, произрастающей на территории парков и скверов г. Красноярск;
- выявление интенсивности движения автотранспорта на дорогах, прилегающих к территории парков и скверов правобережья г. Красноярск.

Объект исследования – почвы урбанизированных территорий общего пользования (парков и скверов) правобережья города Красноярск.

Объекты и методы исследования:

- метод наблюдения и описания о состоянии территорий общего пользования;
- метод визуальной фиксации для выявления автотранспортной нагрузки;
- полевой метод – отбор почвенных образцов.

Река Енисей делит весь Красноярск на правый и левый берег. Правобережная часть состоит из трех районов: Свердловского, Кировского, Ленинского. Преимущественно вся деловая жизнь города сосредоточена на левом берегу. Правый берег – это территория размещения промышленных предприятий, которая занимает площадь более 15 644 га.

В Свердловском районе расположено более 40 крупных предприятий, в том числе ТЭЦ-2, ЗАО «Сибирская стекольная компания», ОАО «Красфарма», ОАО «Красноярский химико-металлургический завод», ЗАО «Красноярский ДОК», ОАО «Красноярский цемент», ОАО «АК «Енисейлес», ОАО «Асфальтобетонный завод» и т. д.

Ленинский район был и остается промышленным центром Красноярск. Именно здесь сосредоточены крупнейшие предприятия города, в том числе такие известные на весь мир гиганты, как Красноярский машиностроительный завод и Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова, чья производственная деятельность является значимым фактором экономического роста и финансового благополучия города.

На территории Кировского района расположена группа предприятий металлургической, машиностроительной и иных промышленных отраслей [1]. Одним из старейших предприятий в Кировском районе является ЗАО «Сибтяжмаш».

Именно из-за сосредоточения на правом берегу крупных промышленных предприятий экология города оставляет желать лучшего.

В результате производственной деятельности промышленными предприятиями и организациями г. Красноярска выбрасывается в атмосферный воздух 248 наименований загрязняющих веществ, в том числе твердых веществ – 102, газообразных и жидких – 146 [2].

По данным ведомственных томов [2], основными предприятиями, загрязняющими атмосферный воздух города, по массе выбросов являются:

– в Свердловском районе: Красноярская ТЭЦ-2 (18 218,3 т/год), Красноярский цемент (4 489,2 т/год), ООО «ФармЭнерго» (2 221,0 т/год), котельная ОП КФ «СибЭНТЦ» (579,1 т/год);

– Ленинском районе: Красноярская ТЭЦ-1 (21 165,6 т/год), котельная ОАО «Красмашзавод» (1 839,6 т/год), ООО «Енисейский ЦБК» (1 662,5 т/год);

– Кировском районе: котельная ЗАО «Сибтяжмаш» (921,0 т/год), котельная ООО «Бытэнерго» (650,1 т/год), ООО «Сибстройкерамика (298,9 т/год), ООО «Сибизвесть (162,9 т/год), филиал «Красноярский судоремонтный центр ОАО «ЕнУРП»» (113,1 т/год).

Четыре предприятия – ОАО «РУСАЛ Красноярск» (Советский район левого берега) и Красноярские ТЭЦ-1, 2, 3 – совместно выбрасывают в атмосферу г. Красноярска 70,7 % от общегородских выбросов загрязняющих веществ.

Выбросы в атмосферный воздух оседают в почвенный покров. Почвенные образцы для исследования на содержание тяжелых металлов отбирались с самых распространенных мест отдыха жителей правобережья г. Красноярска, а именно с территории следующих парков и скверов:

- 1) парк ДК «Кировский»;
- 2) парк 1 Мая;
- 3) сквер Энтузиастов;
- 4) сквер Одесский;
- 5) близлежащая территория заповедника Столбы.

Парк ДК «Кировский» расположен в Кировском районе г. Красноярска. Парк занимает площадь 7,8 га. На данный момент территория парка находится в запущенном состоянии. В границах парка расположено большое количество временных сооружений, таких как гаражные боксы, погреб, торговые павильоны, автостоянка. Видовой состав древесной растительности представлен тополем. На территории расположено около 1014 тополей, возраст которых примерно 45 лет. В южной части парка располагаются дикорастущие деревья, обрезка которых давно не проводилась. На территории парка много поваленных деревьев, коряг и расположен недействующий фонтан. Парк с четырех сторон окружают дороги: две автодороги с высокой пропускной способностью автотранспорта (дороги по ул. Кутузова, ул. Грунтовая), переулок Автобусный, а также проезд между жилыми домами (от дома 89 «А» по ул. Кутузова до ул. Грунтовая). Данные визуальной фиксации по определению количества транспортных средств представлены в таблице 1.

Таблица 1

Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к парку ДК «Кировский»

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
От дома 89 «А» по ул. Кутузова до ул. Грунтовая	11	294	80	271
Проезд от ул. Затонская до ул. Добролюбова через ул. Грунтовая	15	1649	10	1187
От ул. 2-я Кутузова до д. 54 по ул. Кутузова	9	1079	120	245
Переулок Автобусный	9	336	10	215
<i>Итого</i>				1918

Из результатов таблицы 1 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка является значительной.

Для отбора почвенных образцов на содержание тяжелых металлов были заложены полуямы на территории парков и скверов.

ДК «Кировский» – горизонт А ярко выражен, светло-серый, структура зернистая, рыхлая, пронизан корнями.

Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенном горизонте А представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы парка ДК «Кировский»

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг
Никель (Ni)	3,57
Медь (Cu)	2,04
Кадмий (Cd)	0,40
Хром (Cr)	7,17
Цинк (Zn)	54,83
Свинец (Pb)	10,83
Кобальт (Co)	2,84
Железо (Fe)	418,40
Марганец (Mn)	124,00

Исходя из результатов таблицы 2, можно сделать вывод, что в почве парка ДК «Кировский» из тяжелых металлов преобладает железо и марганец, высокое содержание которых приводит к прекращению роста корневой системы и всего растения, листья при этом принимают более темный оттенок. Марганец вызывает активацию окислительных процессов, что приводит к нарушению углеводного обмена.

Парк 1 Мая расположен в Ленинском районе г. Красноярск, на улице Парковая, на расстоянии 100 метров от протоки Ладейская. Площадь парка составляет 6,1 га. На территории парка располагается крытый каток Первомайский. Благоустройство и реконструкция парка была проведена в 2012 г. До этого парк находился в заброшенном состоянии. Видовой состав древесной растительности разнообразен и представлен следующими породами: тополь (768 шт.), береза (30), ранетка (17), ель (50), голубая ель (8), пихта (4), черемуха (15), рябина (18), кедр (10), акация (33 шт.). По периметру парка располагаются вазоны и цветочные фигуры.

Расстояние до одной из главных автомобильных дорог правобережья г. Красноярск – проспекта им. газеты «Красноярский рабочий» – 437 м, и менее чем в 10 м от парка простираются автомобильные дороги по ул. Центральный проезд и ул. Парковая. Наблюдения за интенсивностью движения автотранспорта на прилегающих к территории парка улицах приведены в таблице 3.

Таблица 3

Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к парку 1 Мая

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
Проезд от пр. им. газеты «Красноярский рабочий» до д. 13 по ул. 26 Бакинских Комиссаров	22 (две полосы по 11 м каждая)	3130	437	754
Проезд к парку через ул. Центральный проезд	8	447	10	115
ул. Парковая	8	837	10	35
<i>Итого</i>				904

Из результатов таблицы 3 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка вблизи парка является низкой, самый большой поток машин движется на расстоянии 437 м от парка.

Почвенные горизонты выражены хорошо: горизонт А (0–40 см) – цвет черный, почва рыхлая, структура комковато-зернистая; горизонт В (40–58 см) – каменистая, рыжая глина.

Содержание тяжелых металлов в почве представлено в таблице 4.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы парка 1 мая

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	1,06	1,50
Медь (Cu)	0,35	0,68
Кадмий (Cd)	0,09	0,16
Хром (Cr)	1,71	2,87
Цинк (Zn)	0,80	15,40
Свинец (Pb)	2,32	74,35
Кобальт (Co)	0,64	0,93
Железо (Fe)	3,86	33,50
Марганец (Mn)	55,21	73,25

Исходя из результатов таблицы 4, можно сделать вывод, что тяжелые металлы аккумулируются во втором почвенном горизонте.

Сквер Энтузиастов находится в Кировском районе г. Красноярска. Площадь сквера – 3,4 га. Располагается напротив крупного торгового центра «Красноярье», примерно в 100 м от протоки Абаканской. Расстояние до проспекта им. газеты «Красноярский рабочий» составляет около 350 м, интенсивность движения очень высокая и составляет 1 620 машин. На расстоянии 10 метров от парка проходят проезды, которыми пользуются жители близлежащих домов для выезда на проспект им. газеты «Красноярский рабочий». Интенсивность движения по данным проездам слабая. Видовой состав древесной растительности сквера разнообразен и представлен следующими породами: тополь (38 шт.), береза (28), клен (12), ранетка (21), ель (9), черемуха (5), рябина (11), акация (6 шт.). Также имеются клумбы с цветами.

Почвенный горизонт А выражен слабо: 0–10 см, имеет темно-серый цвет, зернистую структуру, рыхлый и влажный; горизонт В (10–50 см) – светло-коричневый, бесструктурный, не рассыпчатый.

Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенных горизонтах сквера Энтузиастов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы сквера Энтузиастов

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	0,60	1,08
Медь (Cu)	0,35	0,78
Кадмий (Cd)	0,08	0,09
Хром (Cr)	1,72	2,23
Цинк (Zn)	0,89	7,93
Свинец (Pb)	3,47	5,31
Кобальт (Co)	0,45	0,76
Железо (Fe)	3,12	19,56
Марганец (Mn)	56,53	66,65

Исходя из результатов таблицы 5, можно сделать вывод, что тяжелые металлы аккумулируются во втором почвенном горизонте. Ярко выражено наличие марганца, железа, цинка и свинца.

Сквер Одесский расположен в Ленинском районе г. Красноярска, на улице Одесская. Сквер занимает площадь 1,46 га. Его особенностью являются установленные статуи животных и птиц, которые вызывают огромный интерес у маленьких горожан. Видовой состав древесной растительности разнообразен и представлен следующими породами: тополь (272 шт.), береза (22), ранетка (12), ель (23), сосна (35), ива (7), рябина (9), клен (9), акация (18), кедр (7 шт.). По периметру парка располагаются вазоны и цветочные фигуры.

С одной стороны сквер Одесский окружает автомобильная дорога, которая ведет на выезд к Северному шоссе, с другой стороны – дорога по ул. Одесская. Вблизи находятся две автобусные остановки, на которых действует 3 автобусных маршрута. Количество автобусов составляет 50 шт.

Данные о количестве транспортных средств на прилегающих к территории парка приведены в таблице 6.

Таблица 6

Интенсивность движения автотранспорта на прилегающих улицах к скверу Одесский

Проезд, улица	Характеристика проезда			Кол-во легковых автомобилей, шт.
	Ширина, м	Длина, м	Расстояние от улицы до парка, м	
Проезд от 1-го Затонского переулкa до выезда на Северное шоссе	8	1295,07	7	468
ул. Одесская	5	364	5	82
<i>Итого</i>				550

Из результатов таблицы 6 можно сделать вывод, что автотранспортная нагрузка является низкой.

Описание почв: горизонт А (0–10 см) – серый, рыхлый, зернистый; горизонт В (10–50 см) – рыжий, глинистый, влажный. Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенных горизонтах сквера Одесский представлены в таблице 7.

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы сквера Одесский

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг	
	Горизонт А	Горизонт В
Никель (Ni)	0,73	2,10
Медь (Cu)	0,28	0,90
Кадмий (Cd)	0,06	1,70
Хром (Cr)	1,52	2,76
Цинк (Zn)	1,52	1,14
Свинец (Pb)	3,41	3,42
Кобальт (Co)	0,43	1,23
Железо (Fe)	5,22	27,87
Марганец (Mn)	54,09	115,80

Исходя из результатов таблицы 7, можно сделать вывод, что во втором почвенном горизонте происходит увеличение всех изучаемых тяжелых металлов.

В Свердловском районе г. Красноярска почвенные образцы были отобраны с территории, прилегающей к заповеднику Столбы. Образцы отбирались с территории, максимально удаленной от автомобильных дорог, но находящейся в близости к маршруту основной пешеходной трассы.

Горизонт А (0–30 см) – черный, пронизан корнями, рыхлый, влажный, комковато-зернистый. Горизонт В (30–37 см) – охристый, плотный, влажный. Исследования на содержание тяжелых металлов в горизонте В не проводились. Результаты по содержанию тяжелых металлов в почвенном горизонте А представлены в таблице 8.

Таблица 8

Содержание тяжелых металлов в верхних слоях почвы на территории, прилегающей к заповеднику Столбы

Микроэлемент	Содержание микроэлемента, мг/кг
Никель (Ni)	1,43
Медь (Cu)	0,34
Кадмий (Cd)	0,12
Хром (Cr)	2,58
Цинк (Zn)	3,55
Свинец (Pb)	5,50
Кобальт (Co)	0,92
Железо (Fe)	57,35
Марганец (Mn)	80,65

Исходя из результатов таблицы 8, можно сделать вывод, что горизонт А перенасыщен железом и марганцем.

Выводы. Подведя итоги проведенных исследований, можно сделать вывод, что количество тяжелых металлов в почвах парков и скверов г. Красноярска накапливается во втором почвенном горизонте. Самое большое количество никеля (3,57 мг/кг), меди (2,04), хрома (7,17), цинка (54,83), свинца (10,83), кобальта (2,84), железа (418,40), марганца (124,00 мг/кг) содержится в почвенном горизонте А парка ДК «Кировский». Количество тяжелых металлов увеличивается в местах, расположенных вблизи крупных автомобильных дорог.

Литература

1. Сайт администрации города Красноярска. – URL: <http://www.admkrsk.ru>.
2. Корректировка сводного тома предельно допустимых выбросов для г. Красноярска, 2012 год. Кн. 1. / Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края, общество с ограниченной ответственностью «ЭКОЛОГИЯ» // URL: www.mpr.krskstate.ru.

Literatura

1. Sait administratsii goroda Krasnoyarska. – URL: <http://www.admkrsk.ru>.
2. Korrektirovka svodnogo toma predel'no dopustimyh vybrosov dlya g. Krasnoyarska, 2012 god. Kn. 1. / Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja, obshhestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu «EKOLOGIYA» // URL: www.mpr.krskstate.ru.



ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОПОЧВ ПЕРВОЙ ТРЕТИ СУБАТЛАНТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА В РАЗРЕЗЕ БАТУРИНО (ЮЖНЫЙ УРАЛ)*

Целью статьи является анализ особенностей палеоприродной среды первой трети субатлантического периода, выявленных по составу и свойствам палеопочв и почвенных компонентов на примере локальной территории в пределах современной южной лесостепи Южного Урала. При реконструкции условий педогенеза с позиций педогумусового метода М.И. Дергачевой использовалась база данных по эколого-гумусовым связям современных почв, имеющаяся в распоряжении коллектива авторов. Возраст гумусового горизонта палеопочвы карьера Батурино, согласно двум полученным радиоуглеродным датам для выделенных из него гуминовых кислот, составляет 2073 ± 259 и 2132 ± 89 лет (NSKA). Внешнее строение почвы субатлантического времени позволяет отнести ее к аналогам черноземов на основании наличия в ней всех присущих этому типу почв горизонтов с соответствующими характеристиками. Она формировалась на двучленной толще, выявляемой, прежде всего, по гранулометрическому составу и магнитной восприимчивости. Верхняя толща палеопочвы отличается от нижней более кислой реакцией почвенного раствора, отсутствием карбонатов и иным составом обменных катионов. На основании реконструированного содержания гумуса, его гуматного состава, соотношения структурных элементов в составе гуминовых кислот, значений их оптических плотностей, коэффициентов цветности и первого момента спектров люминесценции были диагностированы условия времени формирования палеопочвы. Они были близки современным условиям функционирования черноземов в южной части лесостепной зоны или северной части – степной. В начале субатлантического периода на локальной территории в пределах современной южной лесостепи Южного Зауралья климатические условия были благоприятны для степного почвообразования. Возможно, по сравнению с современными условиями, климат был несколько теплее и характеризовался умеренным увлажнением.

Ключевые слова: палеопочвы, гумус, гуминовые кислоты, поздний голоцен (субатлантика), Южный Урал, палеоприродная среда.

**A.P. Uchaev, O.A. Nekrasova, M.I. Dergacheva,
N.L. Bazhina, P.N. Kalinkin**

NATURAL CONDITIONS OF PALEOSOL FORMATION IN THE FIRST THIRD OF THE SUBATLANTIC PERIOD IN BATURINO SECTION (SOUTHERN URAL)

The aim of this article is to analyze characteristics of the paleoenvironment of the sub-Atlantic first third period identified on the composition and properties of paleosols and soil components on the example of a local area within the modern southern forest-steppe of Southern Urals. Pedohumus method, suggested by M.I. Dergacheva, was used for the reconstruction of pedogenesis conditions with applying of database available for the group of authors on ecology-humus relations in modern soils. The age of paleosol humus horizon in Baturino quarry is 2073 ± 259 years (NSKA) and 2132 ± 89 years (NSKA) according to radiocarbon dating of humic acids. The morphological structure of the sub-Atlantic soil allowed its attributing to analogues of chernozems on the bases of all inherent in this type of soil horizons with the appro-

* Данные исследования в Уральском федеральном университете выполнены при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ № 2014/236, код проекта 2485.

Изучение гуминовых кислот проведено в рамках выполнения проекта РФФИ 14-04-32354.

priate characteristics. The paleosol was formed on two-layer sediments, detectable primarily in particle size distribution and magnetic susceptibility. The upper strata of paleosol differs from the lower in more acid reaction of soil solution, the lack of carbonates and another composition of exchangeable cations. The conditions of paleosol formation period were diagnosed on the basis of the reconstructed humus content, its humate composition, ratio of the structural elements in the composition of humic acids, values of optical density, the color coefficients, and the first moment in the luminescence spectra. They were similar to modern conditions of chernozem functioning in the southern forest-steppe zone or the northern part of the steppe. Climatic conditions were favourable for the steppe soil formation on the local area within the modern southern forest-steppe of southern trans-Uralian at the beginning of the sub-Atlantic period. In comparison with the current conditions, the climate might have been slightly warmer and characterized by moderate humidity.

Key words: *paleosols, humus, humic substances, the late Holocene (sub-Atlantic period), Southern Urals, paleoenvironment.*

Введение. Познание закономерностей эволюции природной среды обуславливает необходимость восстановления ее изменений в прошлом и установления направленности ее поведения в ретроспективе. Подобные реконструкции служат основой для составления прогнозных сценариев поведения ландшафтов в процессе закономерных климатических изменений. В этом отношении поздний голоцен, в том числе субатлантический период, представляет особый интерес, поскольку именно он является временем становления современных ландшафтно-климатических условий.

Несмотря на наличие в литературе большого количества материалов, характеризующих особенности позднеголоценового почвообразования в разных регионах России [1–9], многие вопросы, связанные с этой проблемой, до сих пор имеют недостаточную информационную базу для их решения, ряд вопросов остается дискуссионным. Так, до сих пор не выработана единая точка зрения на состояние и изменение природной среды в субатлантическом периоде, т. е. в последние 2,5 тыс. лет палеогеографической истории. Одни авторы, основываясь на исследованиях для отдельных регионов, считают, как и ранее П.В. Маданов с соавторами [10], что последние 2,0–2,5 тыс. лет в климатическом отношении были относительно стабильными [11], другие указывают на наличие колебаний как температур, так и атмосферных осадков [12] на фоне изменчивости солнечной активности.

В контексте глобальных изменений климата вторая половина голоцена в целом характеризовалась направленным похолоданием, на фоне которого наблюдались флуктуации температур и увлажнения по отношению к оптимуму голоцена [13]. При этом изменение влажности, которая имеет большую зависимость от локальных условий, носило не столь однозначный характер, а флуктуации были значительнее. Изучение палеоландшафтных условий локальных территорий в разные периоды голоцена, которые вносят значительный вклад в специфику формирования ландшафтно-климатических особенностей на уровне физико-географических комплексов разного ранга, позволяет обосновать метахронность природных процессов, даже, казалось бы, на однотипных территориях. Это обуславливает повышенный интерес к появлению новых материалов, характеризующих любые отрезки палеогеографической истории для разных регионов.

Цель исследования: анализ особенностей палеоприродной среды первой трети субатлантического периода, выявленных по составу и свойствам палеопочв и почвенных компонентов на примере локальной территории в пределах современной южной лесостепи Южного Зауралья.

Объекты и методы исследования. В преддверии проведения Международной конференции INQUA-SEQS 2014, посвященной глобальным тенденциям четвертичного периода Урала и их отражению в общеевропейской четвертичной летописи, на Южном Урале была заложена серия разрезов палеопочв и отложений, в том числе восьмиметровая зачистка северного борта карьера Батурино (рис. 1), которая вскрыла в верхней части палеопочву, перекрытую насыпью в процессе эксплуатации этого карьера.

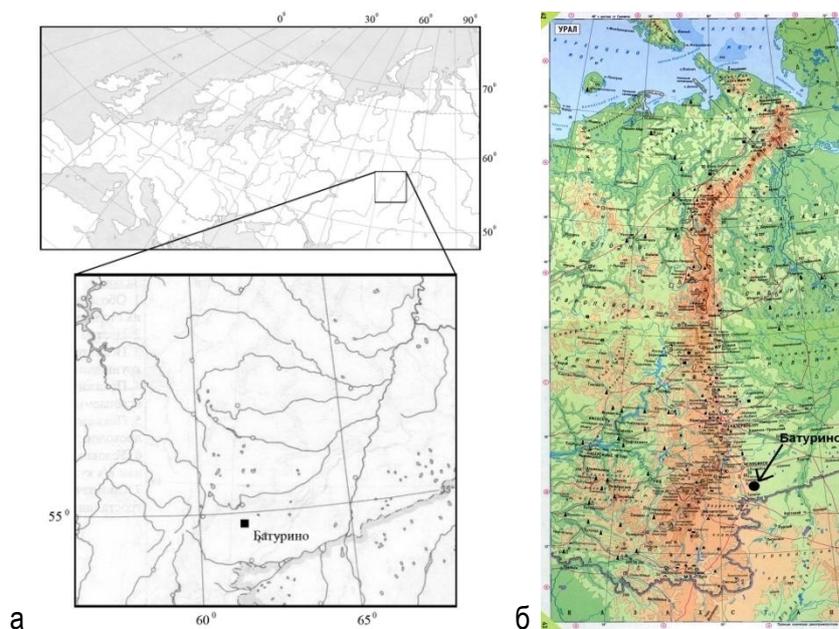


Рис. 1. Положение разреза Батурино в координатном пространстве (а) и на территории Уральского региона (б)

Эта палеопочва стратиграфически повсеместно просматривается в бортах карьера. Возраст гумусового горизонта палеопочвы, согласно двум полученным радиоуглеродным датам для выделенных из него гуминовых кислот, составляет немногим более 2000 лет: 2073 ± 259 и 2132 ± 89 лет (NSKA).

Именно эта палеопочва, время активного функционирования которой, согласно датированию, соотносится с первой третью субатлантического периода голоцена, послужила объектом исследования, результаты которого обсуждаются в настоящей работе.

Заброшенный угольный карьер Батурино находится в 40 км южнее Челябинска (Южный Урал, Россия) (см. рис. 1).

Территория его местонахождения приурочена к восточной окраине Зауральского пенеблена и, в соответствии с современным ботанико-географическим районированием, относится к району южной лесостепи Западно-Сибирской равнины, принадлежащей к южной подзоне лесостепной зоны Зауралья и Западно-Сибирской равнины [14], где растительный покров представлен, главным образом, сочетанием березовых и осиново-березовых колков с участием злаково-разнотравных луговых и настоящих степей и остепненных лугов. Климат данной территории характеризуется как теплый с относительно холодной и снежной зимой. Средняя температура воздуха января составляет около -16 °С, июля – $+18...+19$ °С, сумма температур >10 °С – около 2000 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет в среднем $+2,4$ °С, годовое количество осадков варьирует в пределах 400–450 мм [15]. В современном напочвенном покрове, как показали наши исследования, на территории местонахождения объекта фоновыми почвами являются черноземы выщелоченные, сочетающиеся с серыми лесными почвами.

Образцы палеопочвы отбирались очень подробно: каждые 10 см или менее без перерывов, принимая во внимание видимые границы между горизонтами. Магнитная восприимчивость мелкозема палеопочвы определялась с помощью каппаметра Каррабриг KLY-2 и рассчитывалась на 1 кг. Гранулометрический состав изучался лазерно-дифракционным методом на анализаторе SALD-201V, актуальная кислотность – с использованием рН-метра «Анион 4100», карбонаты определялись ацидиметрическим методом, обменные кальций и магний – по методу Иванова. Общественный органический углерод был определен методом Тюрина, состав гумуса – по методике Пономаревой-Плотниковой в модификации 1968 года [16]. Гуминовые кислоты выделялись из разных горизонтов

палеопочвы 0,1 n NaOH после декальцирования, осаждались 2 n HCl, переосаждались и отделялись центрифугированием; при этом жесткая очистка гуминовых кислот не проводилась [17], поскольку она существенно влияет на их состав [18]. Элементный состав гуминовых кислот определялся в аналитической лаборатории НИОХ СО РАН на автоматическом элементном CHNS-O анализаторе EURO EA-3000 и дублировался по Преглю. Электронные спектры поглощения снимались на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ. Расчет коэффициентов экстинкции проводился при λ 465 нм, толщине слоя $l = 1$ см и концентрации беззольной ГК 0,001 % [19], коэффициентов цветности – по Вельте [20]. Спектры флуоресценции снимались на сканирующем спектрофлуориметре Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer. Радиоуглеродное датирование гуминовых кислот было проведено методом AMS в ИЯФ СО РАН.

Диагностика палеоприродной среды времени формирования палеопочвы осуществлялась по комплексу признаков педогенеза минеральной и органической составляющей [21, 22]. При реконструкции условий педогенеза с позиций педогумусового метода М.И. Дергачевой [22–24] использовалась база данных по эколого-гумусовым связям почв, которая имеется в распоряжении коллектива авторов.

Результаты исследования и их обсуждение. Общая мощность голоценовой палеопочвы, выделенной в 8-метровом разрезе, составила 135 см. Вскрытая палеопочва имеет следующее морфологическое строение (рис. 2):

[A] – 0–25 см, темно-серый, очень плотный, комковатый, с включениями корней, не вскипающий от соляной кислоты, переход по окраске и плотности, граница ровная;

[AB] – 25–44 (55) см, темно-серый с постепенным осветлением и появлением буроватого оттенка с глубиной, очень плотный, крупно-комковатый, с включениями корней, не вскипающий от HCl, переход по окраске ясный, нижняя граница неровная, языковатая;

[B_{Ca}] – 44 (55)–85 (87) см, палевый, с темно-серыми пятнами кротовин диаметром до 7 см, плотный, крупно-комковатый, бурно вскипающий, граница волнистая, переход по окраске ясный;

[BC_{Ca}] – 85 (87)–135 см, серо-палевый, верхние 30 см очень плотные, нижняя толща рыхлая, средне-комковатый, содержит карбонатный псевдомицелий, бурно вскипает от HCl.

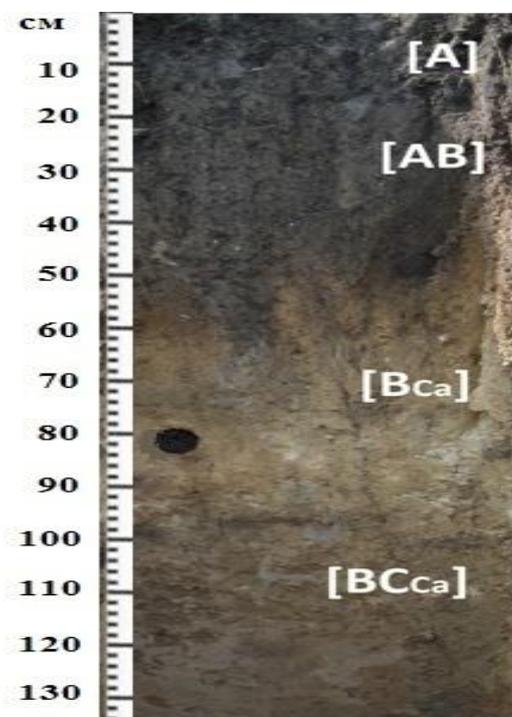


Рис. 2. Морфологическое строение палеопочвы

Внешнее строение рассматриваемой почвы позволяет отнести ее к аналогам черноземов на основании наличия в ней всех присущих этому типу почв горизонтов с соответствующими характеристиками: гумусового горизонта мощностью 25 см темно-серой окраски, переходного горизонта [AB] с языковатой нижней границей, горизонта накопления карбонатов, а также присутствия кротовин, заполненных наиболее гумусированным материалом верхнего горизонта. Нижняя часть почвенной толщи характеризуется серо-палевой окраской, отличающей ее от палевого вышележащего горизонта.

Полученная физико-химическая характеристика палеопочвы (табл. 1) позволяет выделить в ее толще две четко и существенно различающиеся части: верхнюю до глубины 55 см (гор. [A] + [AB]) и нижнюю (гор. [BCa] + [BCCa]) мощностью более 70 см.

Таблица 1

Характеристики вещественного состава палеопочвы

Горизонт	Глубина отбора образцов, см	Размеры частиц в мм, %		$\chi \cdot 10^{-5}/\text{кг}$ СИ (МВ)	рН H ₂ O	С общ., %	CaCO ₃ , %	Ca ²⁺ , ммоль/кг	Mg ²⁺ , ммоль/кг
		< 0,001	< 0,01						
[A]	0–7	5,0	71,6	3,0	6,34	3,59	0,0	20,1	10,7
[A]	7–15	5,6	71,8	3,4	6,44	3,53	0,0	19,9	11,7
[A]	15–25	6,1	71,8	3,2	6,61	3,51	0,0	18,5	11,1
[AB]	25–35	6,8	72,1	2,7	7,07	2,18	0,0	16,1	10,5
[AB]	35–45	7,8	73,3	2,7	7,51	1,80	2,3	15,1	10,3
[AB]	45–55	7,0	72,6	2,6	7,66	1,98	2,5	15,2	12,6
[BCa]	55–65	23,6	89,3	1,9	8,13	0,63	15,1	8,8	11,6
[BCa]	65–75	17,4	86,8	1,5	8,31	0,48	21,9	8,6	9,8
[BCa]	75–85	16,8	89,9	1,6	8,34	0,39	19,8	6,6	11,6
[BCCa]	85–95	17,6	90,7	1,4	8,32	0,26	19,8	6,0	12,6
[BCCa]	95–105	18,8	92,3	1,5	8,32	0,24	18,2	4,2	14,4
[BCCa]	105–115	16,8	85,4	1,5	8,48	0,18	15,6	3,7	14,9
[BCCa]	115–125	14,4	89,6	1,7	8,65	0,17	13,1	4,1	14,7
[BCCa]	125–135	16,3	91,9	1,5	8,88	0,15	13,7	3,3	15,5

В гранулометрическом профиле палеопочвы проявляется неравномерность в распределении физической глины и ила. В двух нижних горизонтах их содержание в среднем составляет соответственно $89,49 \pm 2,22$ и $17,71 \pm 2,51$, в вышележащих горизонтах – $72,20 \pm 0,59$ и $6,38 \pm 0,93$. При этом палеопочва во всех горизонтах относится к одному гранулометрическому рангу и определяется, согласно полученным данным, как пылеватая глина.

Магнитная восприимчивость (МВ) также дифференцирует палеопочву на две части. В верхней части почвенного профиля она имеет относительно повышенные значения, изменяющиеся сверху вниз от $3,4 \times 10^{-5}$ до $2,6 \times 10^{-5}$ /кг СИ. В нижней части МВ колеблется по почвенному профилю в диапазоне более низких значений от 1,4 до $1,9 \times 10^{-5}$ /кг СИ. По актуальной кислотности в погребенной почве можно выделить также две толщи. Верхняя характеризуется более низкими значениями рН (горизонты [A] и [AB]). Реакция среды лежит здесь в кислой слабощелочной области. Значения рН нижней части профиля лежат между 8,0 и 8,9. В целом в пределах почвенного профиля реакция среды изменяется с глубиной следующим образом: слабокислая – нейтральная – слабощелочная – среднещелочная – сильнощелочная.

Распределение карбонатов в профиле палеопочвы также носит ступенчатый характер. Верхняя часть почвы от них практически отмыта, нижняя – обогащена, содержание карбонатов в ней превы-

шает 15 %. В целом распределение CaCO_3 по почвенному профилю имеет возрастающе-убывающий характер с максимальным накоплением (до 22 %) в горизонте [B_{Ca}] на глубине 65–75 см.

Содержание общего органического углерода в палеопочве четко соответствует двум выделенным зонам: верхние горизонты его накопления отличаются повышенным количеством – 2–3,5 %, нижние – не превышающим 0,6 %. Распределение гумуса в пределах каждой из этих частей имеет постепенно-убывающий характер. Реконструированное количество углерода в гумусовом горизонте, рассчитанное согласно [1], составило около 9 %.

По отношению поглощенного кальция к магнию палеопочва также четко дифференцируется на две части: верхнюю (горизонты [A] и [AB]), где оно составляет 1,2–1,9, и нижнюю (горизонты [B_{Ca}] и [B_{Ca}]), где почвенный поглощающий комплекс обогащен магнием, и это отношение меньше 1,0.

Таким образом, на основании характеристик вещественного состава можно заключить, что нижняя часть палеопочвы карьера Батурино отличается от верхней по гранулометрическому составу, магнитной восприимчивости, актуальной кислотности, содержанию общего органического углерода и карбонатов, а также составу обменных катионов. Перечисленные различия, возможно, обусловлены литологической неоднородностью почвенного

профиля. Нижняя толща почвы может иметь реликтовую природу и быть унаследованной от предыдущего этапа почвообразования. Однако, приведенные характеристики изменения вещественного состава палеопочвы с глубиной позволяют предположить, что данная почва формировалась согласно постлитогенной модели, прошла один этап почвообразования и все ее свойства соответствуют педогенному преобразованию осадка под влиянием факторов почвообразования, действовавших во время ее становления.

Гумусовая профилиграмма палеопочвы, построенная в соответствии с [25], не обнаруживает его осложнения в нижней части профиля, где осадки отличаются своеобразием окраски и характеристиками минеральной части (рис. 3). Процессом формирования системы гумусовых веществ была охвачена вся почвенная толща, включая ее нижнюю часть, которая не несет следов иного по генезису прошлого гумусообразования.

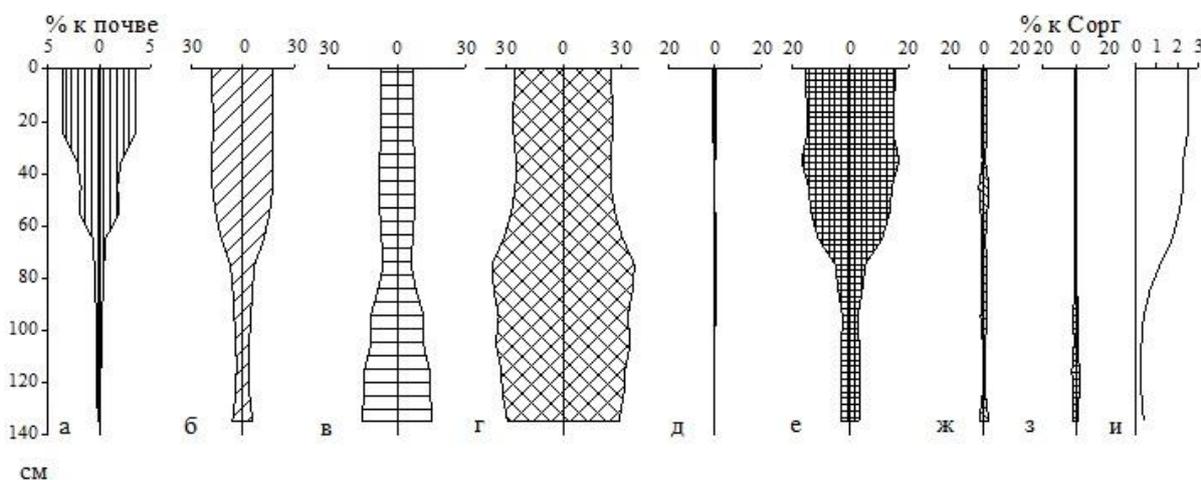


Рис. 3. Гумусовый профиль палеопочвы: а – общий органический углерод, % к почве; % к общему органическому углероду; б – сумма гуминовых кислот (ГК); в – сумма фульвокислот (ФК); г – негидролизуемые формы гумуса; д – ГК фр. 1; е – ГК фр. 2; ж – ГК фр. 3; з – ФК фр. 1а; и – С_{гк}:С_{фк}

Групповой состав гумуса имеет характерные для современных черноземных почв черты (рис. 3, табл. 2): гуминовые кислоты (ГК) преобладают в его составе над фульвокислотами (ФК) в верхней части почвенного профиля (до 75 см), глубже большее представительство имеют фульвокислоты. Это отражается на отношении углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот, которое в горизонтах [A] и [AB] превышает 2,0, диагностируя гуматный состав гумуса. В горизонте [B_{Ca}]

сверху вниз происходит смена состава гумуса с гуматного через гуматно-фульватный на фульватный. В горизонте [BC_{Ca}] нижней половины профиля значение интегрального показателя состава гумуса – С_{ГК}:С_{ФК} – ниже 0,5, что соответствует фульватному составу гумуса.

Таблица 2

Характеристики группового состава гумуса и гуминовых кислот палеопочвы

Горизонт	Глубина отбора образцов, см	С _{общ.} , %	% к С _{общ.}		С _{ГК} :С _{ФК}	Гуминовые кислоты	
			ΣГК	ΣФК		Н/С	С/Н
[A]	0–7	3,59	35,7	14,2	2,51	0,85	19,09
[A]	7–15	3,53	34,3	13,7	2,50	0,84	13,89
[A]	15–25	3,51	34,2	13,8	2,48	0,84	17,42
[AB]	25–35	2,18	35,6	15,3	2,33	0,88	17,96
[AB]	35–45	1,80	35,0	15,2	2,30	0,89	19,57
[AB]	45–55	1,98	31,1	15,0	2,07	0,98	16,17
[BC _a]	55–65	0,63	24,6	13,5	1,82	0,98	13,41
[BC _a]	65–75	0,48	13,8	12,0	1,15	Не опр.	
[BC _a]	75–85	0,39	11,1	16,7	0,66	Не опр.	
[BC _{Ca}]	85–95	0,26	9,6	23,2	0,41	Не опр.	
[BC _{Ca}]	95–105	0,24	7,5	22,5	0,33	Не опр.	
[BC _{Ca}]	105–115	0,18	7,2	28,0	0,26	Не опр.	
[BC _{Ca}]	115–125	0,17	8,1	28,9	0,28	Не опр.	
[BC _{Ca}]	125–135	0,15	11,4	30,5	0,37	Не опр.	

Во фракционном составе гуминовых кислот во всей почвенной толще доминирует фракция, связанная с кальцием, на долю которой в гумусовом горизонте приходится до 86 % от общего содержания этой фракции гуминовых кислот. Фракция бурых ГК представлена в следовых количествах, содержание связанных с глинистыми частицами ГК в целом невелико, но при этом их доля вклада во фракционный состав гуминовых кислот увеличивается с глубиной. Обычно такие характеристики выявляются в почвах степных – лесостепных условий при формировании почв по черноземному типу [17, 26–29].

Соотношение элементов в ГК верхней 65 см толщи закономерно изменяется с глубиной: Н:С составляет 0,84–0,85 в горизонте [A], увеличивается до 0,88–0,89 в горизонте [AB] и достигает почти 1,0 в нижней части этого горизонта и ниже лежащей толще. Такие величины отношения Н:С характерны для черноземных почв умеренно-засушливой степи – южной лесостепи [27, 28, 30].

Интегральные показатели состава гумуса (С_{ГК}:С_{ФК}) и гуминовых кислот (Н:С) в горизонте его аккумуляции, отражающие биоклиматические условия периода его формирования [23], показывают, что для палеопочвы карьера Батурино, сформированной около 2000 лет назад, эти условия соответствовали современным условиям южной лесостепи – северной степи.

Кроме того, было уделено внимание характеристикам гуминовых кислот, выделенных из почв щелочной экстракцией после предварительного декальцирования. Гуминовые кислоты были выделены из горизонтов аккумуляции гумуса (табл. 3) без применения жесткой очистки [17], поскольку их зольность обусловлена генетически [31]. Низкое значение содержания золы в гуминовых кислотах, обнаруженных в палеопочвах, характерно для современных почв степных условий.

Характеристики гуминовых кислот палеопочвы

Горизонт	Глубина отбора образцов, см	Зола, %	E*	E ₄₆₅ /E ₆₅₀	M ₁	Положение максимума флуоресценции, нм	lint(k)/lint(c)**
[A]	0–7	<0,5	0,13	2,95	510	504	2,34
[A]	7–15	2,51	0,08	3,01	508	503	2,25
[A]	15–25	5,75	0,12	2,97	509	504	2,91
[AB]	25–35	1,27	0,12	2,92	512	502	2,98

*E – коэффициент экстинкции беззольной гуминовой кислоты при концентрации 0,001 % , ширине поглощающего слоя 1 см и длине волны 465 нм.

**lint(k)/lint(c) – соотношение интенсивностей флуоресценции в красной и синей областях спектра.

Соотношение основных элементов в составе гуминовых кислот, значения оптических плотностей, коэффициентов цветности и первого момента диагностируют низкую долю периферической части в составе макромолекул. Подобные характеристики типичны для современных почв, формирующихся в степных ландшафтах [27, 28, 30].

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлено своеобразие палеопочвы позднеголоценового времени карьера Батурино. Она формировалась на двучленной толще, выявляемой, прежде всего, по гранулометрическому составу и магнитной восприимчивости.

Реконструированное количество гумуса, его состав, а также показатели состава и строения гуминовых кислот, устойчиво сохраняющиеся во времени [23], позволили диагностировать условия времени формирования палеопочвы, которые были близки современным условиям функционирования черноземов в южной части лесостепной зоны или северной части – степной.

В начале субатлантического периода на локальной территории в пределах современной южной лесостепи Южного Зауралья климатические условия были благоприятны для степного почвообразования. Возможно, по сравнению с современными условиями климат был несколько теплее и характеризовался умеренным увлажнением.

Полученные материалы могут способствовать лучшему пониманию изменения климата локальных территорий в контексте глобальных процессов.

Литература

1. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. – М.: Наука, 1992. – 144 с.
2. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. – М.: Наука, 2005. – 223 с.
3. Подгорная А.А., Дергачёва М.И., Захарова Е.Г. Гумус палеопочв курганного могильника Санаторный-1 (Западная Сибирь) и реконструкция условий педогенеза на его основе // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2009. – № 328. – С. 198–201.
4. Александровский А.Л., Чендев Ю.Г., Трубицын М.А. Палеопочвенные индикаторы изменчивости экологических условий центральной лесостепи в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. географическая. – 2011. – № 6. – С. 87–99.
5. Дергачёва М.И., Очур К.О. Реконструкция изменений природной среды в течение голоцена педогумусовым методом на территории Центрально-Тувинской котловины // Вестн. ТГУ. – 2012. – № 1 (17). – С. 5–17.
6. Почвы раннесредневекового (IV–VI вв. н.э.) городища Среднего Приоболья и их палеогеографическое значение / А.С. Якимов, А.И. Кайдалов, Е.А. Сечко [и др.] // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2012. – № 4 (52). – С. 134–143.

7. Демиденко Г.А. Развитие почвенного покрова в Приенисейской Сибири (по результатам исследований на археологических памятниках). – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 176 с.
8. Эволюция почв и природной среды на южном участке восточноевропейской лесостепи (на примере исследования городищ Харьковской области) / В.В. Колода, Ю.Г. Чендев, Д.А. Борбукова [и др.] // Поволжская археология. – 2014. – № 1 (7). – С. 247–267.
9. Турынина О.В. Экологический мониторинг состояния палеопочв Татышевского педокомплекса // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 13–17.
10. Маданов П.В., Воейкин Л.М., Тюрменко А.Н. Вопросы палеопочвоведения и эволюции почв Среднего Поволжья. – Казань, 1962. – С. 311.
11. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене-голоцене. – М.: Наука, 1991. – 221 с.
12. Иванов И.В., Табанакова Е.Д. Изменения мощности гумусового горизонта и эволюция черноземов Восточной Европы в голоцене (механизмы, причины, закономерности) // Почвоведение. – 2003. – № 9. – С. 1029–1042.
13. Климанов В.А. Климат северной Евразии в позднеледниковье и голоцене (по палинологическим данным): автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – М., 1996. – 46 с.
14. Куликов П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2010. – 969 с.
15. URL: <http://ru.climate-data.org/location/1011382> (дата обращения 12 мая 2015 г.).
16. Пономарёва В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 104–117.
17. Дергачёва М.И., Некрасова О.А., Лаврик Н.Л. Гуминовые кислоты современных почв Южного Урала. – Новосибирск, 2002. – 24 с.
18. Анализ изменений состава и структуры гуминовых кислот почв при кислотном и щелочном гидролизе / В.Д. Тихова, В.П. Фадеева, М.И. Дергачёва [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т. 81. – № 11. – С. 1957–1962.
19. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
20. Welte E. Neuere Ergebnisse der Humusforschung // *Angev. Chem.* – 1955. – V. 67, № 5. – P. 153–155.
21. Александровский А.Л. Запись природной среды в почвах голоцена // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 75–105.
22. Дергачёва М.И. Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 530–560.
23. Дергачёва М. И. Археологическое почвоведение. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 228 с.
24. Maria Dergacheva. Pedohumic method in paleoenvironmental reconstructions: an example from Middle Siberia / *Quaternary International.* – 2003. – V. 106–107. – P. 89–101.
25. Дергачёва М.И., Зыкина В.С., Волков И.А. Проблемы и методы изучения ископаемых почв: (метод. рекомендации). – Новосибирск: Изд-во ИГиГ, 1984. – 79 с.
26. Дергачёва М.И., Ондар Е.Э., Каллас Е.В. Специфика гумуса почв Убсунурского биосферного заповедника // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 8. – С. 27–37.
27. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв / М.И. Дергачёва, О.А. Некрасова, М.В. Оконешникова [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 5. – С. 667–676.
28. Элементный состав гуминовых кислот целинных черноземов разных условий формирования / М.И. Дергачёва, О.А. Некрасова, Д.И. Васильева [и др.] // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2012. – № 10 (146). – С. 90–96.
29. Каллас Е.В. Гумусовые профили почв озерной котловины Чулымо-Енисейской впадины. – Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 170 с.

30. Некрасова О.А. Элементный состав гуминовых кислот южнотаежных почв Среднего Урала и прилегающих территорий // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 3. – С. 23–28.
31. Dergacheva M.I. Humic acids of soils of different age and genesis // 10-th International meeting of the International Humic Substances Society, 24-28 July 2000, Toulouse (France). Toulouse, 2000. – P. 267–270.

Literatura

1. Ivanov I.V. Evolyutsiya pochv stepnoi zony v golotsene. – M.: Nauka, 1992. – 144 s.
2. Aleksandrovskiy A.L., Aleksandrovskaya E.I. Evolyutsiya pochv i geograficheskaya sreda. – M.: Nauka, 2005. – 223 s.
3. Podgornaya A.A., Dergacheva M.I., Zaharova E.G. Gumus paleopochv kurgannogo mogil'nika Satornyj-1 (Zapadnaya Sibir') i rekonstruktsiya usloviy pedogeneza na ego osnove // Vestn. Tom. gos. un-ta. – 2009. – № 328. – S. 198–201.
4. Aleksandrovskiy A.L., Chendeev YU.G., Trubitsyn M.A. Paleopochvennye indikatory izmenchivosti ehkologicheskikh usloviy central'noi lesostepi v pozdnem golotsene // Izvestiya RAN. Ser. geograficheskaya. – 2011. – № 6. – S. 87–99.
5. Dergacheva M.I., Ochur K.O. Rekonstruktsiya izmeneniy prirodnoi sredy v techenie golotsena pedogumusovym metodom na territorii Central'no-Tuvinskoi kotloviny // Vestn. TGU. – 2012. – № 1 (17). – S. 5–17.
6. Pochvy rannesrednevekovogo (IV–VI vv. n.eh.) gorodishcha Srednego Pritobol'ya i ih paleogeograficheskoe znachenie / A.S. YAKimov, A.I. Kajdalov, E.A. Sechko [i dr.] // Arheologiya, ehtnografiya i antropologiya Evrazii. – 2012. – № 4 (52). – S. 134–143.
7. Demidenko G.A. Razvitie pochvennogo pokrova v Prienisejskoi Sibiri (po rezul'tatam issledovaniy na arheologicheskikh pamyatnikah). – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013. – 176 s.
8. Evolyuciya pochv i prirodnoi sredy na yuzhnom uchastke vostochnoevropeiskoi lesostepi (na primere issledovaniya gorodishch Har'kovskoi oblasti) / V.V. Koloda, YU.G. CHendeev, D.A. Burbukova [i dr.] // Povolzhskaya arheologiya. – 2014. – № 1 (7). – S. 247–267.
9. Turynina O.V. Ekologicheskii monitoring sostoyaniya paleopochv Tatyshhevskogo pedokompleksa // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 1. – S. 13–17.
10. Madanov P.V., Voeikin L.M., Tyurmenko A.N. Voprosy paleopochvovedeniya i ehvolyucii pochv Srednego Povolzh'ya. – Kazan', 1962. – S. 311.
11. Spiridonova E.A. Evolyutsiya rastitel'nogo pokrova basseina Dona v verhnem pleistotsene-golotsene. – M.: Nauka, 1991. – 221 s.
12. Ivanov I.V., Tabanakova E.D. Izmeneniya moshchnosti gumusovovogo gorizonta i ehvolyuciya chernozemov Vostochnoi Evropy v golotsene (mekhanizmy, prichiny, zakonomernosti) // Pochvovedenie. – 2003. – № 9. – S. 1029–1042.
13. Klimanov V.A. Klimat severnoi Evrazii v pozdnelednikov'e i golotsene (po palinologicheskim danym): avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk. – M., 1996. – 46 s.
14. Kulikov P.V. Opredelitel' sosudistyh rasteniy Chelyabinskoi oblasti. – Ekaterinburg: Izd-vo UrO RAN, 2010. – 969 s.
15. URL: <http://ru.climate-data.org/location/1011382> (data obrashcheniya 12 maya 2015 g.).
16. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Metodika i nekotorye rezul'taty frakcionirovaniya gumusa chernozemov // Pochvovedenie. – 1968. – № 11. – S. 104–117.
17. Dergacheva M.I., Nekrasova O.A., Lavrik N.L. Guminovye kisloty sovremennykh pochv Yuzhnogo Urala. – Novosibirsk, 2002. – 24 s.
18. Analiz izmeneniy sostava i struktury guminovykh kislot pochv pri kislotnom i shchelochnom gidrolize / V.D. Tihova, V.P. Fadeeva, M.I. Dergacheva [i dr.] // Zhurnal prikladnoi himii. – 2008. – T. 81. – № 11. – S. 1957–1962.

19. Orlov D.S. Gumusovye kisloty pochv i obshchaya teoriya gumifikatsii. – M.: Izd-vo MGU, 1990. – 325 s.
20. Welte E. Neuere Ergebnisse der Humusforschung // *Angev. Chem.* – 1955. – V. 67. – № 5. – P. 153–155.
21. Aleksandrovskiy A.L. Zapis' prirodnoi sredy v pochvah golotsena // *Pamyat' pochv: pochva kak pamyat' biosferno-geosferno-antroposfernykh vzaimodejstviy.* – M.: Izd-vo LKI, 2008. – S. 75–105.
22. Dergacheva M.I. Gumusovaya pamyat' pochv // *Pamyat' pochv: pochva kak pamyat' biosferno-geosferno-antroposfernykh vzaimodejstviy.* – M.: Izd-vo LKI, 2008. – S. 530–560.
23. Dergacheva M. I. Arheologicheskoe pochvovedenie. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1997. – 228 s.
24. Dergacheva M. Pedohumic method in paleoenvironmental reconstructions: an example from Middle Siberia / *Quaternary International.* – 2003. – V. 106–107. – P. 89–101.
25. Dergacheva M.I., Zykina V.S., Volkov I.A. Problemy i metody izucheniya iskopaemykh pochv: (metod. rekomendacii). – Novosibirsk: Izd-vo IGI, 1984. – 79 s.
26. Dergacheva M.I., Ondar E.EH., Kallas E.V. Specifika gumusa pochv Ubsunurskogo biosfernogo zapovednika // *Vestn. KrasGAU.* – 2009. – № 8. – S. 27–37.
27. Sootnoshenie ehlementov v guminovykh kislotah kak istochnik informatsii o prirodnoj srede formirovaniya pochv / *M.I. Dergacheva, O.A. Nekrasova, M.V. Okoneshnikova [i dr.] // Sibirskiy ehkologicheskij zhurnal.* – 2012. – № 5. – S. 667–676.
28. Elementny sostav guminovykh kislot celinnykh chernozemov raznykh usloviy formirovaniya / *M.I. Dergacheva, O.A. Nekrasova, D.I. Vasil'eva [i dr.] // Vestn. Orenburg. gos. un-ta.* – 2012. – № 10 (146). – S. 90–96.
29. Kallas E.V. Gumusovye profili pochv ozernoj kotloviny Chulymo-Enisejskoj vpadiny. – Novosibirsk: Gumanitarnye tekhnologii, 2004. – 170 s.
30. Nekrasova O.A. Elementny sostav guminovykh kislot yuzhnotaevzhnykh pochv Srednego Urala i prilegayushchih territoriy // *Vestn. KrasGAU.* – 2013. – № 3. – S. 23–28.
31. Dergacheva M.I. Humic acids of soils of different age and genesis // 10-th International meeting of the International Humic Substances Society, 24-28 July 2000, Toulouse (France). – Toulouse, 2000. – P. 267–270.



УДК: 582.635.1:502.175

И.С. Коротченко

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЙОНОВ г. КРАСНОЯРСКА ПО ВЕЛИЧИНЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ ВЯЗА ПРИЗЕМИСТОГО

Статья посвящена вопросу оценки воздействия антропогенной деятельности на живые организмы. В начале статьи определяется цель исследования, которая заключалась в анализе загрязнения районов г. Красноярска по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки вяза приземистого. Определение асимметрии листовой пластинки у вяза приземистого и оценку стабильности развития проводили по методике В.М. Захарова. Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии рассчитывали по пяти признакам для левой и правой сторон листа: ширина половинки листа, длина второй от основания жилки второго порядка, расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, расстояние между концами этих жилок, угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. В результате проведения исследований изучен характер флуктуирующей асимметрии листа вяза приземистого г. Красноярска в местах с различной антропогенной нагрузкой, так на контрольном участке (Октябрьский район) интегральный показатель флуктуирующей асимметрии имеет наименьшее значение – 0,0576. Установлено, что высокий показатель ФА (0,0654) и, следовательно, низкая стабильность развития вяза приземистого характерны для Свердловского района г. Красноярска, что позволяет отнести данный участок к четвертому классу загрязнения. В Ленинском районе флуктуирующая асимметрия морфологических признаков листь-

ев вяза приземистого оказалась ниже (0,0631), чем в Свердловском районе, данный участок относится к третьему классу загрязнения. Обнаружено, что наиболее чутко реагируют на загрязнение окружающей среды такие морфологические признаки листа, как длина второй от основания жилки второго порядка и расстояние между концами этих жилок.

Ключевые слова: *Ulmus pumila* L., флуктуирующая асимметрия, морфологические параметры, загрязнение окружающей среды.

I.S. Korotchenko

BIOINDICATION OF POLLUTION OF DISTRICTS OF KRASNOYARSK IN SIZE OF THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE SHEET PLATE OF SIBERIAN ELM

The article is devoted to the question of an assessment of impact of anthropogenous activity on live organisms. The research objective is the analysis of pollution of districts of Krasnoyarsk in size of the fluctuating asymmetry of a sheet plate of an elm stocky. Determination of asymmetry of an elm stocky sheet plate and the assessment of stability of development was carried out with the help of V.M. Zakharov's technique. The integrated indicator of the fluctuating asymmetry was counted on five signs for the left and right sides of a leaf: a leaf half's width, the length of a vein of the second order, the second from the basis, the distance between the bases of the first and second veins of the second order, the distance between the ends of these veins, a corner between the main vein and the second from the leaf basis a vein of the second order. As a result of carrying out researches nature of the fluctuating asymmetry of a leaf of an elm of stocky was studied. Krasnoyarsk is situated in places with various anthropogenous loading, so on a control site (Oktyabrsky district) the integrated indicator of the fluctuating asymmetry had the smallest value – 0,0576. It was established that the high rate of FA (0,0654) and, therefore, low stability of development of an elm stocky were characteristic for the Sverdlovsk district of Krasnoyarsk that allowed to place this site to the fourth class of pollution. In Leninsky district the fluctuating asymmetry of morphological features of leaves of an elm stocky was lower (0,0631), than in Sverdlovsk the area, this site belongs to the third class of pollution. It was revealed that such morphological features of a leaf as length of a vein of the second order, the second from the basis, and distance between the ends of these veins had most sensitively reacted to environmental pollution.

Key words: *Ulmus pumila* L., fluctuating asymmetry, morphological parameters, environmental pollution.

Введение. В озеленении города Красноярска очень часто используются интродуценты, вынужденные адаптироваться к загрязненной городской среде. Широко распространен в различных районах города вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), который отличается газо- и пылеустойчивостью, декоративностью, неприхотливостью, высокой устойчивостью к воздействию разнообразных экологических факторов [6].

В связи с тем, что растения концентрируют в себе загрязняющие вещества на конкретной территории, состояние их организма показывает состояние изучаемого участка.

Широко используемым методом оценки воздействия антропогенного фактора является биоиндикация, а точнее оценка качества окружающей среды по величине флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев [4].

Ранее в наших работах установлено, что явление ФА взаимосвязано с нарушением стабильности развития растительного организма (тополя) в результате действия антропогенного фактора: выбросов автотранспорта [5] предприятий топливно-энергетического комплекса г. Красноярска (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3) [4].

Таким образом, выбор объекта исследования обусловлен его распространенностью в различных районах города, а также тем, что ряд исследователей показывают применимость вяза как тест-объекта в методе оценки качества окружающей среды по величине ФА листьев [2, 3, 7].

Цель исследований: оценка загрязнения районов г. Красноярска по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки вяза приземистого.

Объекты и методы исследований. Определение асимметрии листовой пластинки у вяза приземистого и оценку стабильности развития проводили по методике В.М. Захарова с соавторами [1]. Интегральный показатель ФА рассчитывали по пяти признакам для левой и правой сторон листа, указанным на рисунке 1.

Материалом исследования служили растительные образцы. Отбор образцов проводили по радиальной сетке от основных источников выбросов загрязняющих веществ г. Красноярска: ТЭЦ-1 на участке № 3 – ул. Фестивальная (Ленинский район), ТЭЦ-2 на участке № 2 – ул. Лесопильщиков (Свердловский район), в качестве контроля был выбран участок № 1 на ул. Е. Стасовой (Октябрьский район) (рис. 2).

Сбор материала проводился после завершения интенсивного роста листьев в конце сентября 2014 г. Выборку листьев делали с нескольких близко растущих вязов приземистых, примерно одного возраста, по 100 листьев с каждого участка.

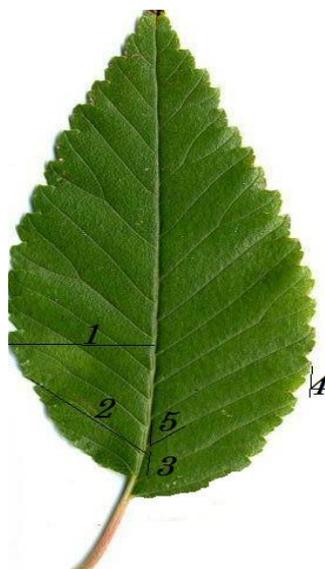


Рис. 1. Порядок измерения ФА вяза приземистого:

- 1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй от основания жилки второго порядка;*
- 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка*

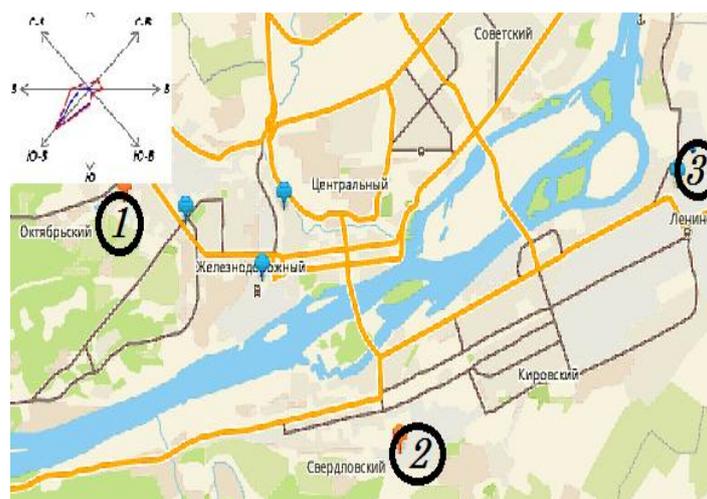


Рис. 2. Точки сбора растительного материала:

- 1 – ул. Е. Стасовой (Октябрьский район); 2 – ул. Лесопильщиков (Свердловский район);*
- 3 – ул. Фестивальная (Ленинский район)*

Результаты исследований и их обсуждение. Анализируя показатели ФА (рис. 3), обнаружили, что происходит закономерное изменение морфологических признаков листьев вяза приземистого в зависимости от места произрастания.

Так, наибольшие значения ФА признаков листьев вяза приземистого отмечены на ул. Лесопильщиков (Свердловский район). Также интегральная величина асимметрии имеет значение 0,0654, что позволяет отнести данный участок к 4-му классу загрязнения (табл.).

На участке ул. Фестивальная (Ленинский район) ФА морфологических признаков листьев вяза приземистого оказалась ниже, чем на участке ул. Лесопильщиков (Свердловский район). Интегральная величина асимметрии равна 0,0631, данный участок относится к 3-му классу загрязнения.

Интегральная величина асимметрии на контрольном участке позволила отнести его к 2-му классу загрязнения.

Величины ФА морфологических признаков вяза приземистого на участках № 2 и 3 выше, чем в контрольном варианте. В отличие от контроля варьирует: в случае изучения ширины половинок листа – от 10,5 до 25,3 %, длины второй от основания жилки второго порядка – от 6,4 до 28,8 %, расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка – от 7,5 до 25,9 %, расстояния между концами этих жилок – от 9,3 до 29,1 %, угла между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка – от 8,3 до 19,8 %.

Полученные данные говорят о том, что наиболее чутко реагируют на загрязнение окружающей среды такие морфологические признаки листа, как длина второй от основания жилки второго порядка и расстояние между концами этих жилок.

В результате исследований выявили, что растения *Ulmus pumila* L. в ответ на промышленное загрязнение в урбосреде проявляют реакцию, которая заключается в изменении морфологических признаков листа, а также возрастании интегрального показателя флуктуирующей асимметрии.

Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листа вяза приземистого разных районов г. Красноярск

Участок	Величина интегрального показателя флуктуирующей асимметрии	Балл [1]
ул. Е. Стасовой (Октябрьский район), контроль	0,0576 ± 0,0015	2
ул. Лесопильщиков (Свердловский район)	0,0654 ± 0,0024	4
ул. Фестивальная (Ленинский район)	0,0631 ± 0,0033	3

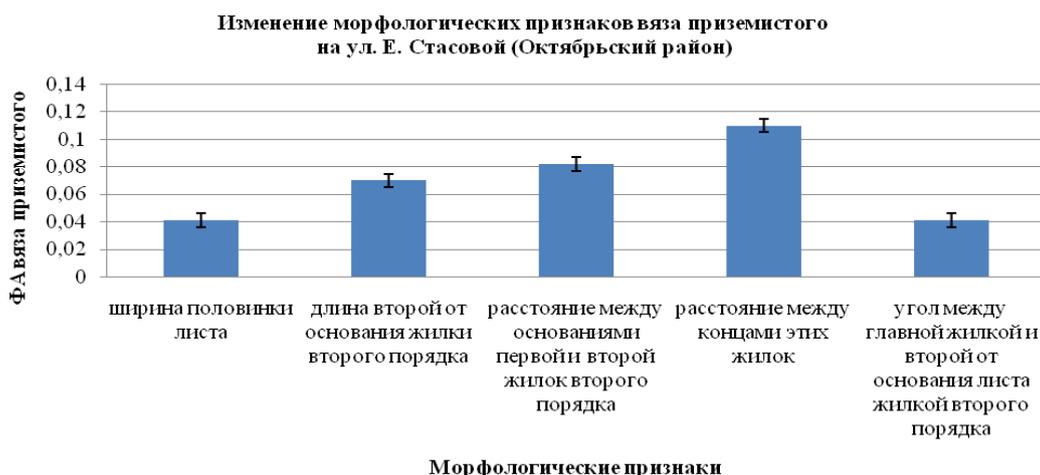
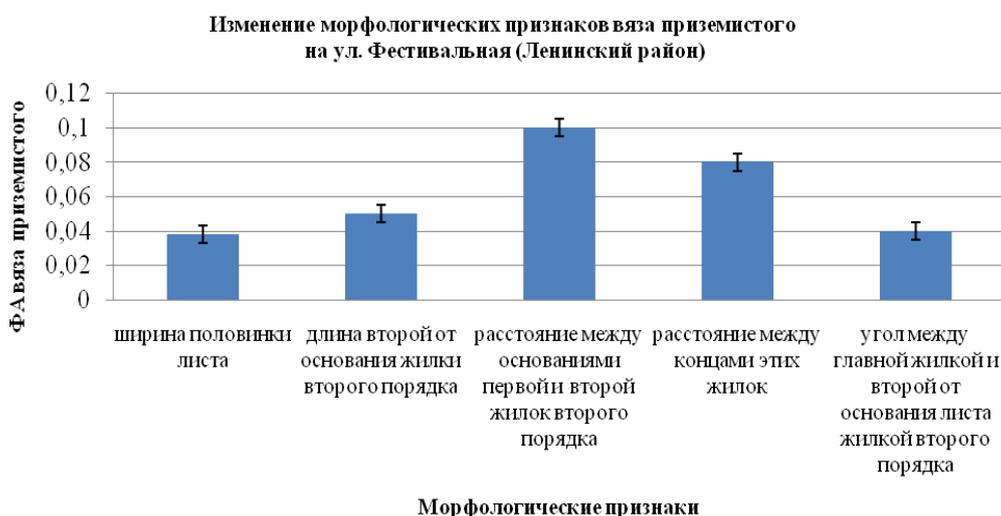
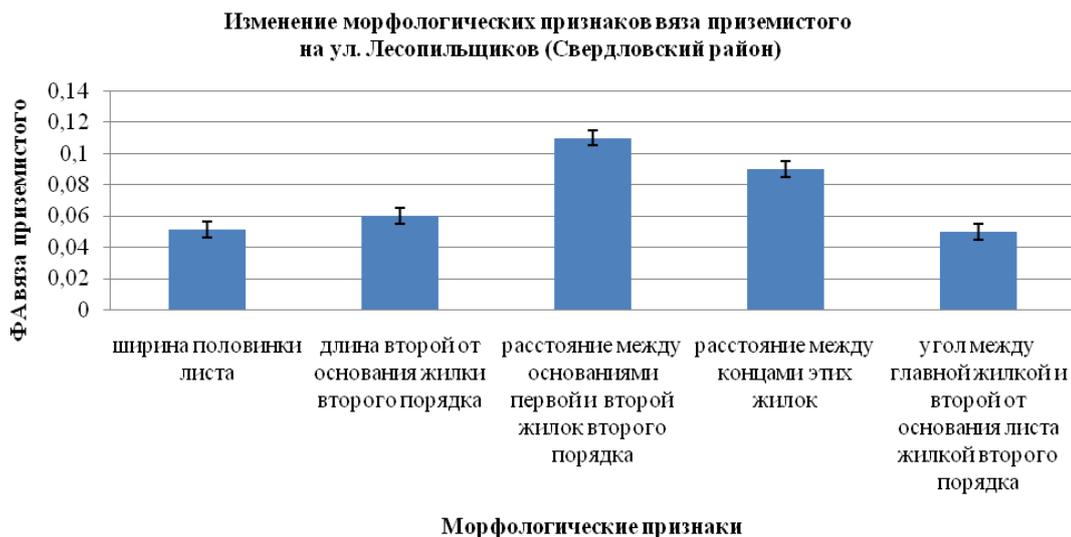


Рис. 3. Флуктуирующая асимметрия листьев вяза приземистого в разных районах г. Красноярск



Окончание рис. 3

Выводы

1. Таким образом, изучение флуктуирующей асимметрии вяза приземистого г. Красноярска позволило выявить различную степень нарушения стабильности развития в зависимости от района произрастания растений.

2. Наиболее чувствительными морфологическими признаками листа вяза приземистого на воздействие антропогенного фактора оказались длина второй от основания жилки второго порядка и расстояние между концами этих жилок.

3. Высокий показатель ФА, следовательно, более низкая стабильность развития вяза приземистого характерна для участка на ул. Лесопильщиков (Свердловский район). Это явление можем объяснить тем, что на растения воздействуют не только выбросы ТЭЦ-2, но и цементного завода, находящегося в исследуемом районе.

4. Результаты исследования могут быть использованы в мониторинге урбосреды. Также необходимо продолжить исследования для дальнейшей разработки региональной шкалы оценки отклонений состояния организма от установленной нормы.

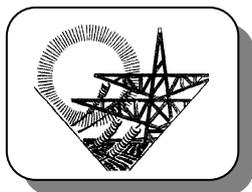
Литература

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки / Центр экологической политики России. – М., 2000. – 66 с.
2. Исследование адаптации некоторых интродуцентов к условиям г. Красноярска / Л.Н. Сунцова, Е.М. Иншаков, Д.В. Пирогова [и др.] // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2008. – Т. XI. – С. 99–102.
3. Колтунова А.И., Макарова Н.Н., Тимохина М.А. Адаптация древесных интродуцентов в урбанизированной среде // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2013. – Вып. № 6 (44). – С. 208–211.
4. Коротченко И.С. Влияние теплоэнергетического комплекса г. Красноярска на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки тополя бальзамического // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 15–20.
5. Коротченко И.С. Флуктуирующая асимметрия листьев тополя как тест-система в условиях автотранспортного загрязнения // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 6. – С. 56–57.
6. Татаринцев А.И. Санитарное состояние насаждений вяза в г. Красноярске // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 68–72.
7. Фарафонтובה С.Ю. Влияние загрязнения окружающей среды на лиственные деревья // Экология России: на пути к инновациям. – 2013. – № 7. – С. 119–121.

Literatura

1. Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I. Zdorov'e sredy: metodika otsenki / Centr ehkologicheskoi politiki Rossii. – M., 2000. – 66 s.
2. Issledovanie adaptatsii nekotorykh introducentov k usloviyam g. Krasnoyarska / L.N. Suntsova, E.M. Inshakov, D.V. Pirogova [i dr.] // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnykh rastenij. – 2008. – T. XI. – S. 99–102.
3. Koltunova A.I., Makarova N.N., Timohina M.A. Adaptatsiya drevesnykh introducentov v urbanizirovannoi srede // Izv. Orenburg. gos. agrar. un-ta. – 2013. – Vyp. № 6 (44). – S. 208–211.
4. Korotchenko I.S. Vliyanie teploehnergeticheskogo kompleksa g. Krasnoyarska na velichinu fluktuiruyushchei asimmetrii listovoi plastinki topolya bal'zamicheskogo // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 8. – S. 15–20.
5. Korotchenko I.S. Fluktuiruyushchaya asimmetriya list'ev topolya kak test-sistema v usloviyah avto-transportnogo zagryazneniya // Mezhdunarodny zhurnal ehksperimental'nogo obrazovaniya. – 2014. – № 6. – S. 56–57.
6. Tatarincev A.I. Sanitarnoe sostoyanie nasazhdeniy vyaza v g. Krasnoyarske // Vestn. KrasGAU. – 2012. – № 8. – S. 68–72.
7. Farafontova S.Yu. Vliyanie zagryazneniya okruzhayushchey sredy na listvennyye derev'ya // Ekologiya Rossii: na puti k innovatsiyam. – 2013. – № 7. – S. 119–121.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 621.313.333:681.518.54

А.Ю. Прудников, В.В. Боннет,
А.Ю. Логинов, В.В. Потапов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА СПОСОБА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Асинхронные электродвигатели являются самыми распространенными электрическими машинами. Одной из самых распространенных механических неисправностей асинхронного двигателя является эксцентриситет ротора. Целью исследования является установление связей между эксцентриситетом ротора и изменением частоты вращения ротора в режиме холостого хода и под нагрузкой в переходных режимах работы. Для проведения экспериментальных исследований нами использовалась экспериментальная установка, в которую входят: испытуемый асинхронный электродвигатель марки AIR90L4U2, диск с калиброванными отверстиями, рабочая машина, источник питания датчика, фотоэлектрический датчик с прерывателем, аналого-цифровой преобразователь ZET 210, персональный компьютер с необходимым программным обеспечением для сбора, визуализации, обработки и хранения информации. При запуске диагностируемого электродвигателя получают пульсирующий сигнал с фотоэлектрического датчика, преобразовывают его при помощи АЦП и подают на компьютер, где при помощи программ ZETlab и Mathcad 14 пульсирующий сигнал преобразовывают в зависимость частоты вращения ротора от времени. Эксперименты были проведены как в режиме холостого хода, так и с дополнительным моментом на валу. В статье приведены результаты экспериментальных исследований асинхронного двигателя при различных значениях эксцентриситета ротора (19, 27, 33, 43, 57 %). В результате экспериментальных исследований было установлено, что эксцентриситет ротора прямо пропорционален разности амплитуд изменения частоты вращения при испытаниях как под нагрузкой, так и на холостом ходу с достоверностью аппроксимации $R^2 \geq 0,92$. Диагностирование двигателя с моментом инерции на валу позволяет получить более достоверные результаты, а применение фотоэлектрического датчика уменьшает погрешность эксперимента до 1,5 %.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, эксцентриситет, диагностика.

A.Yu. Prudnikov, V.V. Bonnet,
A.Yu. Loginov, V.V. Potapov

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE METHOD OF DIAGNOSIS OF ECCENTRICITY OF THE ROTOR OF THE INDUCTION MOTOR

Induction motors are the most common electrical machines. One of the most common mechanical problems of the induction motor is the eccentricity of the rotor. The purpose of this study is to establish links between the eccentric rotor and the change of rotor speed at idle and under load transient modes. For the experimental studies we used the experimental setup, which includes a test asynchronous motor brand AIR90L4U2 disc orifice, working machine, power supply, sensor, photoelectric sensor with a chop-

per, analog-to-digital converter the ZET 210, a personal computer with the necessary software collection, imaging processing, and data storage. When you start getting diagnosed motor pulsating signal from the photoelectric sensor, convert it with the ADC and fed to a computer, where with the help of software and Mathcad 14 ZETlab pulsating signal is converted to the dependence of the frequency of rotation of the rotor from time to time. The experiments were conducted in an idling mode, and with the additional torque on the shaft. The results of experimental studies of the induction motor at various values of the eccentricity of the rotor (19, 27, 33, 43, 57 %). As a result of experimental studies it was found that the eccentricity of the rotor is directly proportional to the difference between the amplitude of the change in the speed tests both under load and at idle mode with the reliability of approximation $R^2 \geq 0,92$. Diagnosing engine inertia shaft allows you to get more reliable results, and the use of the photoelectric sensor reduces experimental error of up to 1,5 %.

Key words: induction motor, eccentricity, diagnostics.

Введение. Асинхронные электродвигатели являются самыми распространенными электрическими машинами как в сельском хозяйстве, так и в промышленности в целом. В процессе эксплуатации под действием тяжелых условий эксплуатации и естественного старения в асинхронных электродвигателях развиваются различные дефекты, одним из которых является эксцентриситет ротора. Данная неисправность может возникнуть по ряду эксплуатационных причин или вследствие неправильного ремонта [1]. Различают два вида эксцентриситета: статический и динамический (рис. 1).

Динамический эксцентриситет возникает из-за сил одностороннего магнитного притяжения, некачественного ремонта, дефектов изготовления. На практике наиболее часто встречается статический эксцентриситет, вызванный, как правило, неисправностью подшипника. Наиболее распространенными причинами возникновения статического эксцентриситета являются дисбаланс нагрузки, вибрации, несоосность валов, резкопеременные нагрузки и перегрузки [1].

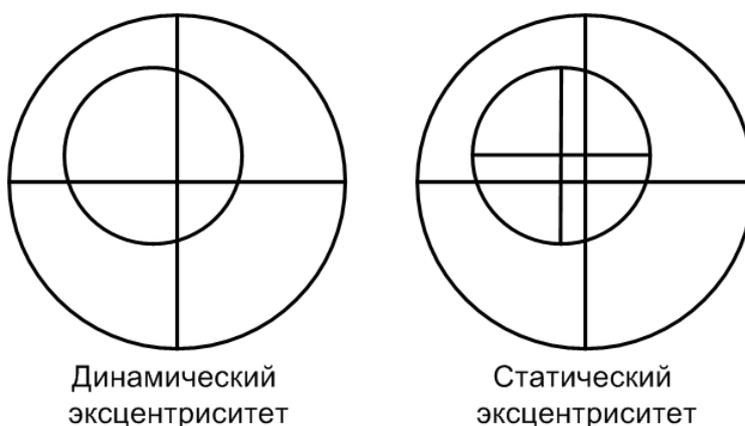


Рис. 1. Эксцентриситет ротора асинхронного двигателя

Цель исследований: установление связей между эксцентриситетом ротора и изменением частоты вращения ротора в режиме холостого хода и под нагрузкой в переходных режимах работы.

Объекты и методы исследований. В предыдущих работах [2, 3] нами разработаны теоретические предпосылки и способ диагностики статического эксцентриситета ротора асинхронного двигателя в режиме холостого хода. Суть метода заключается в определении величины эксцентриситета ротора асинхронного двигателя на основе анализа его кривой разгона, на которой выделяют амплитуду изменения частоты вращения ротора на участке между временем пуска и установившимся режимом работы. Вычислив разность амплитуд технически исправного и диагностируемого двигателей, находят относительный эксцентриситет ротора асинхронного двигателя. Для реализации данного метода нами было создано диагностическое устройство, в состав которого входят: ис-

пытуемый электродвигатель, тахогенератор постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь, персональный компьютер. Однако выходной сигнал тахогенератора нестабилен и искажается из-за скользящего контакта между коллектором и щетками. Поэтому данное диагностическое устройство было модернизировано, тахогенератор был заменен на фотоэлектрический датчик.

Структурная схема и внешний вид экспериментальной установки приведены на рисунках 2, 3, где: 1 – испытуемый асинхронный электродвигатель марки АИР90L4У2; 2 – диск с калиброванными отверстиями (110 отверстий); 3 – рабочая машина (момент инерции 0,54 кг·м²); 4 – источник питания датчика; 5 – фотоэлектрический датчик с прерывателем; 6 – аналого-цифровой преобразователь ZET 210 (максимальная частота дискретизации – 500 кГц, диапазон входного напряжения ± 7 В, максимальный ток – 20 мА); 7 – персональный компьютер с необходимым программным обеспечением для сбора, визуализации, обработки и хранения информации.

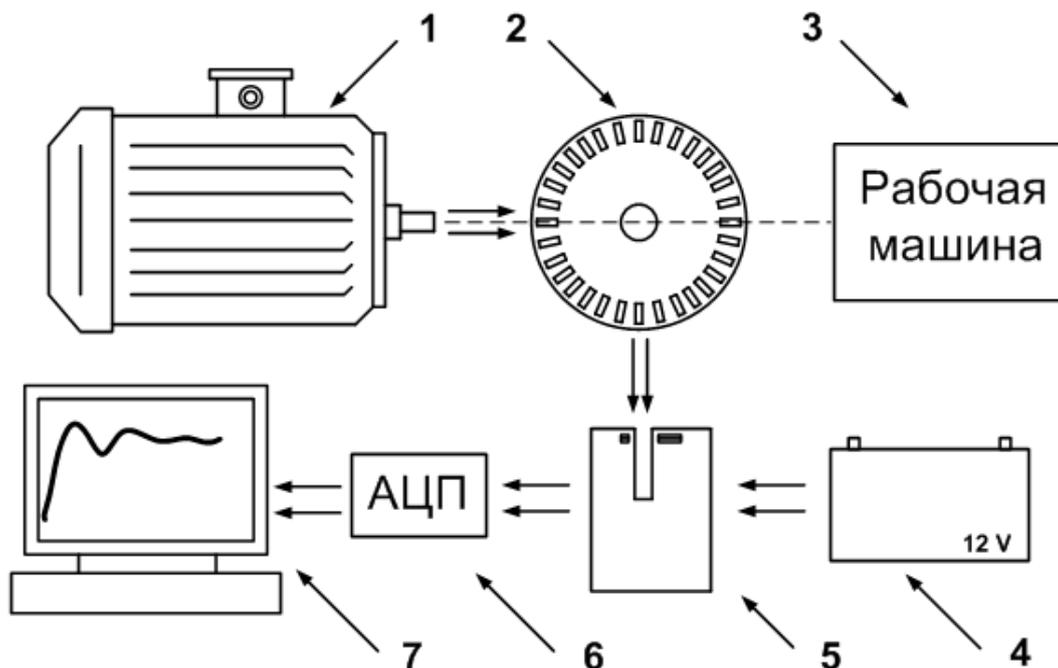


Рис. 2. Структурная схема экспериментальной установки

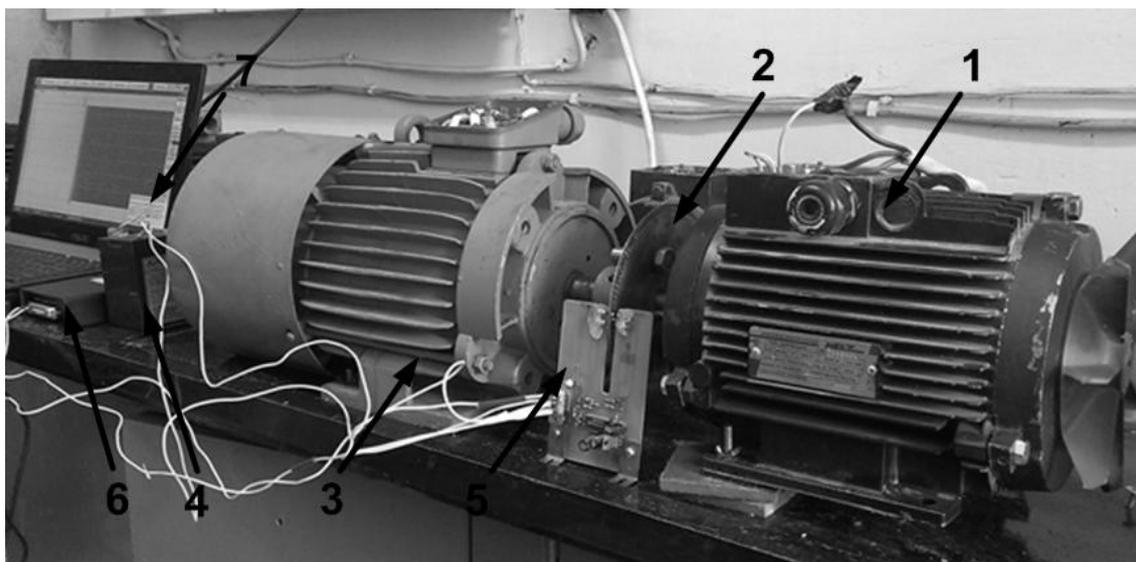


Рис. 3. Экспериментальная установка

По результатам поискового эксперимента была выбрана наиболее оптимальная частота дискретизации АЦП – 320 кГц, на которой и были проведены эксперименты.

При запуске диагностируемого электродвигателя 1 получаем пульсирующий сигнал с фотоэлектрического датчика 5, преобразовываем его при помощи АЦП 6 и подаем на компьютер 7, где при помощи программ ZETlab и Mathcad 14 пульсирующий сигнал преобразовываем в зависимость частоты вращения ротора от времени.

Эксперименты были проведены как в режиме холостого хода, так и с дополнительным моментом на валу. На рисунке 4 изображены экспериментальные зависимости частоты вращения ротора асинхронного двигателя от времени в режиме холостого хода (1) и под нагрузкой (2) при величине эксцентриситета ротора 47 %.

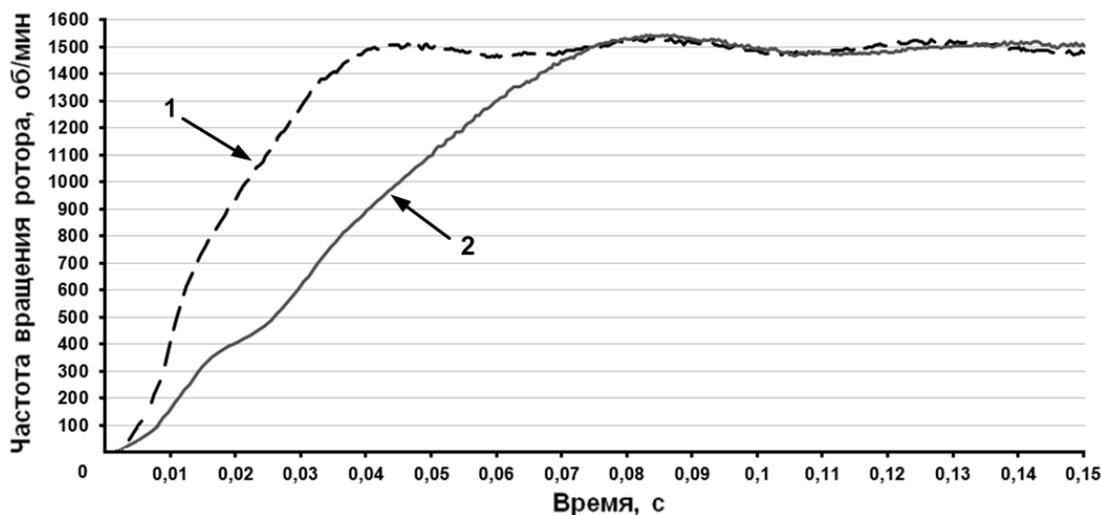


Рис. 4. Изменение частоты вращения ротора при пуске асинхронного электродвигателя на холостом ходу (1) и под нагрузкой (2) при эксцентриситете ротора 47 %

На основании анализа результатов графиков можно сделать вывод, что разность амплитуд частоты вращения ротора под нагрузкой значительно больше, чем на холостом ходу. Также следует отметить, что под нагрузкой колебания частоты вращения ротора затухают быстрее, чем при запуске в режиме холостого хода.

Нами также были выявлены функциональные зависимости относительного эксцентриситета ротора от разности амплитуд изменения его частоты вращения (рис. 5).

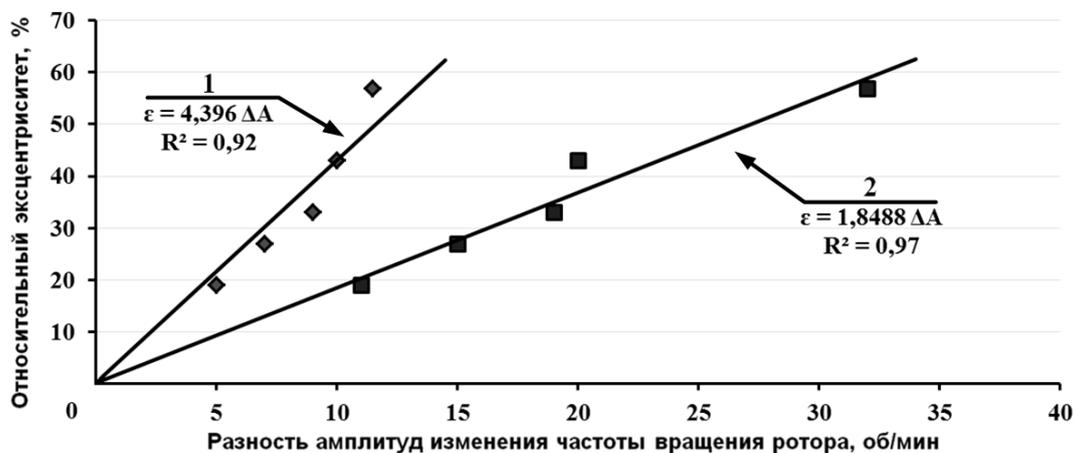


Рис. 5. Зависимости относительного эксцентриситета ε от разности амплитуд изменения частоты вращения ротора ΔA в режиме холостого хода (1) и под нагрузкой (2)

При анализе экспериментальных данных, полученных при различных значениях эксцентриситета ротора – 19, 27, 33, 43, 57 %, было установлено, что величина достоверности аппроксимации при диагностике под нагрузкой несколько выше, чем на холостом ходу, и функция зависимости эксцентриситета ротора от частоты вращения под нагрузкой более информативна.

Результаты исследований. В результате экспериментальных исследований было установлено, что эксцентриситет ротора прямо пропорционален разности амплитуд изменения частоты вращения при испытаниях как под нагрузкой, так и на холостом ходу с достоверностью аппроксимации $R^2 \geq 0,92$. Диагностирование двигателя с моментом инерции на валу позволяет получить более достоверные результаты, а применение фотоэлектрического датчика уменьшает погрешность эксперимента до 1,5 %.

Выводы. Разработанный способ диагностики позволяет с большой точностью определить техническое состояние подшипников асинхронного двигателя в эксплуатационных условиях по разности амплитуд изменения частоты вращения ротора технически исправного и диагностируемого двигателя.

Литература

1. *Никиян Н.Г., Сурков Д.В.* Освоение и оценка методов электромагнитной диагностики эксцентриситета ротора асинхронных двигателей // Вестн. ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 163–166.
2. *Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю.* К вопросу определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Современные проблемы и перспективы развития АПК: мат-лы регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию ФГБОУ ВПО ИрГСХА (25–27 февраля 2014 г.). – Ч. 2. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – С. 175–178.
3. *Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю.* Метод определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 5 (104). – С. 68–72.

Literatura

1. *Nikiyan N.G., Surkov D.V.* Osvoenie i otsenka metodov ehlektromagnitnoi diagnostiki ehkscentrisiteta rotora asinhronnyh dvigatelei // Vestn. OGU. – 2005. – № 2. – S. 163–166.
2. *Prudnikov A.Yu., Bonnet V.V., Loginov A.Yu.* K voprosu opredeleniya ehkscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya // Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya APK: mat-ly region. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 80-letiyu FGBOU VPO IrGSKHA (25–27 fevralya 2014 g.). – CH. 2. – Irkutsk: Izd-vo IrGSKHA, 2014. – S. 175–178.
3. *Prudnikov A.Yu., Bonnet V.V., Loginov A.Yu.* Metod opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 5 (104). – S. 68–72.



УДК 631.95

Л.Н. Андреев

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

В статье приведены негативные последствия перехода отечественного животноводства на промышленную основу, одним из которых является повышение экологической нагрузки на окружающую среду. Обоснованным является высокоэффективная очистка и обеззараживание вытяжного вентиляционного воздуха животноводческих помещений. Сравнение воздушных фильтров выявило очевидное преимущество двухступенчатого мокрого электрофильтра, промышленные испытания которого показали высокую эффективность по очистке воздушной среды животноводческих помещений от пыли, микроорганизмов и вредных газов.

Ключевые слова: экологическая нагрузка, очистка вытяжного воздуха, электрофильтр, промышленное животноводство, очистка от пыли, обеззараживание, очистка от вредных газов.

L.N. Andreev

IMPROVING ENVIRONMENTAL INDUSTRIAL LIVESTOCK

The article describes the negative effects of the transition of domestic livestock on an industrial basis, one of which is the increase of the environmental burden on the environment. Well-grounded method is highly effective cleaning and disinfection of the air vent of livestock buildings. Comparison of air filters showed a clear advantage of two-stage wet electrostatic precipitator, industrial tests which have shown high efficiency of cleaning the air environment of livestock buildings from dust, micro-organisms and harmful gases.

Key words: environmental pressures, cleaning of exhaust air, electrostatic, industrial livestock production, dusting, disinfection, removal of harmful gases.

Введение. Мировое производство мяса в последние 50 лет росло быстрыми темпами, в том числе благодаря росту народонаселения и уровня доходов. Менялась структура питания: в мире стали больше потреблять белка животного происхождения. В семь раз увеличилось производство мяса птицы, более чем в три раза увеличилось производство свинины, по мясу КРС также отмечается положительная динамика роста. И по прогнозам, до 2020 года планируется сохранить тенденцию к увеличению объёмов производства мяса.

В России ситуация становится похожей на общемировую. В свое время, когда у нас было большое поголовье, более 40 % в производстве приходилась на мясо крупного рогатого скота. Мясное птицеводство занимало лишь 18 % в мясной промышленности. Но ситуация давно изменилась, и сегодня на мясо птицы приходится почти 43 % рынка, на свинину – 32 %, а доля говядины продолжает снижаться.

Эта картина соответствует структуре потребления мяса в России, которая отражает экономическую доступность птицы в отличие от говядины и свинины.

В свою очередь, в перспективе развития мясного животноводства РФ до 2020 г. запланирован рост производства мяса по основным направлениям. Так, объёмы производства мяса говядины планируется увеличить на 10 %, свинины – на 62, мяса птицы – на 40 % [1].

С ростом производства и потребления мяса в России происходит одновременное снижение импорта. Это связано, в первую очередь, с активным ростом объёмов производства мяса птицы и свинины, а также с более жесткими ограничениями импорта.

Однако отечественным производителям мяса сложно конкурировать с западными фермерами, прежде всего по причине использования экстенсивных, ресурсозатратных технологий. Например, в свиноводстве – низкие показатели выхода деловых поросят, низкие показатели прироста, высокий падеж, высокая конверсия корма и т. д.

Одной из основных причин таких низких производственных показателей являются последствия перехода промышленного животноводства России на промышленную основу. В результате чего резко выросла концентрация поголовья животных на ограниченном пространстве, что привело к значительному ухудшению качества воздушной среды животноводческого помещения, так как в процессе жизнедеятельности животных в замкнутом помещении воздух загрязняется аммиаком, сероводородом, углекислым газом, органическими соединениями и пылью.

И, как следствие, это стало причиной ряда серьёзных проблем, без решения которых дальнейшее прогрессивное развитие мясного животноводства затруднительно: повышение экологической нагрузки на окружающую среду, рост риска распространения инфекций, передающихся воздушно-капельным путём, высокое энергопотребление производства (до 32 % всех энергозатрат животноводства связаны с микроклиматом), а также ухудшение условий труда для обслуживающего персонала (рис. 1).



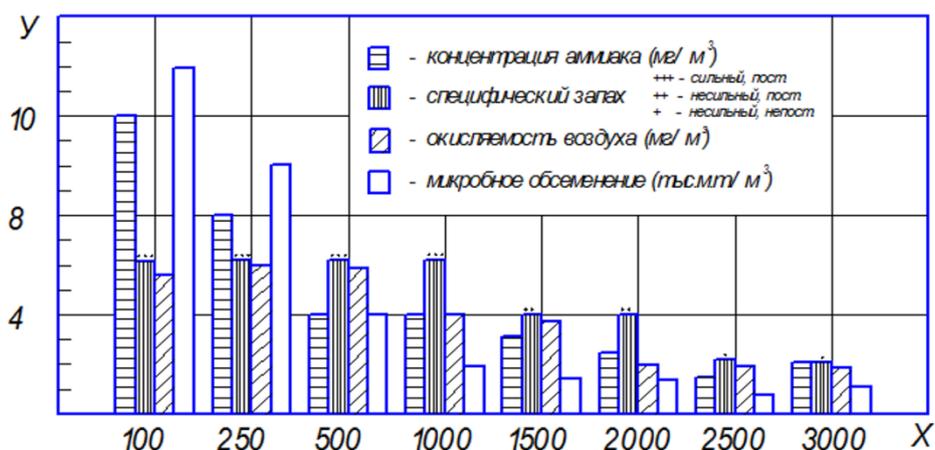
Рис. 1. Последствия перехода животноводства на промышленную основу

Вред, наносимый воздушной среде крупными животноводческими и птицеводческими комплексами, заключается в загрязнении воздушного бассейна над территорией комплексов и в их окрестностях веществами с неприятными запахами, пылью, различными антибиотиками, вакцинами и иммунными сыворотками, используемыми в больших количествах в технологических процессах животноводства и птицеводства.

Для животноводческих комплексов характерна высокая концентрация пыли и микроорганизмов в воздушной среде помещений. Так, концентрация пыли может достигать 40 мг/м^3 и выше, а микроорганизмов – до $1,5 \cdot 10^6$ мкрб.тел/ м^3 и более. Из возможных путей передачи инфекции наибольшую опасность представляет аэрогенный путь, поскольку является одним из основных для большинства инфекционных заболеваний животных и птицы и наиболее сложным для контроля.

Выделяемые во внешнюю среду с помощью вытяжной вентиляции газы, пыль и микроорганизмы распространяются по горизонтали на довольно большие расстояния, в зависимости от мощности вытяжной вентиляции, объемно-планировочных решений, метеорологических условий и др.

На диаграмме (рис. 2) представлены данные по концентрации микроорганизмов и аммиака в воздушной среде в зависимости от расстояния до крупных животноводческих комплексов. При изучении загрязнения воздушного бассейна вредными выбросами установлено, что значительные концентрации наблюдались на расстоянии 2-3 км от животноводческих помещений. Все это создает постоянную угрозу заноса возбудителей инфекционных болезней и распространения их на животноводческом комплексе [2–4].



Y – концентрация вредных примесей в атмосферном воздухе;
X – расстояние от комплекса, м

Рис. 2. Концентрация вредных примесей в атмосферном воздухе в зависимости от расстояния до животноводческого комплекса

Положение большинства животноводческих комплексов усугубляется тем, что они построены с грубейшими нарушениями зооигиенических нормативов, касающихся предотвращения распространения инфекций аэрогенным путем. Как правило, основные нарушения заключаются в следующем:

- компоновка и расположение производственных помещений зачастую выполнены без учета направления господствующих ветров;
- значительно занижены рекомендуемые величины санитарных разрывов между основными производственными зонами и помещениями;
- приточно-вытяжные системы вентиляции организованы без учета рекомендаций, позволяющих уменьшить количество микрофлоры, переносимой воздушными потоками из одного объекта в другой.

Ущерб, причиняемый различными инфекционными заболеваниями в виде повышенного отхода животных и снижения их продуктивности, может достигать 15–25 % себестоимости продукции.

В то же время неблагоприятное состояние воздушной среды отрицательно сказывается на состоянии здоровья работников животноводческих ферм. Так, по данным Саратовского НИИ гигиены села и клиники профзаболеваний, работники животноводческих ферм, находящиеся под пылевым воздействием, средняя концентрация которого достигает 19 мг/м³, а в некоторых местах достигает 30 мг/м³, что превышает ПДК в 6–10 раз, в течение 3 лет и более, как правило страдают хроническими бронхитами, бронхиальной астмой и т. д., что приводит к частичной потере трудоспособности, различным группам инвалидности, сокращению жизни.

Современные технологии содержания животных предъявляют высокие требования к микроклимату в животноводческих помещениях. По мнению специалистов животноводства и технологов, зависимость продуктивности животных от параметров микроклимата достигает 30 %. Отклонение параметров микроклимата приводит к снижению удоев молока, прироста живой массы, сохранности молодняка, снижению яйценоскости и увеличению расхода кормов.

В настоящее время оптимальные параметры воздушной среды животноводческих помещений достигаются за счёт использования механической принудительной приточно-вытяжной вентиляции, с помощью которой из помещений с вентиляционным воздухом в атмосферу выбрасывается значительное количество вредных веществ, и важность проблемы загрязнения окружающей среды становится очевидной.

Цель исследований: создание вентиляционных систем, которые бы обеспечивали необходимые зооигиенические условия содержания животных в сочетании с комплексом научных и практических мероприятий, снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду при создании оптимального микроклимата.

Объекты и методы исследований. Для очистки вытяжного вентиляционного воздуха используются воздушные фильтры. Современное производство предоставляет широкую линейку воздушных фильтров и фильтрующих элементов, имеющих различные технологические и конструктивные параметры, сравнение которых показывает очевидное преимущество электрофильтров (рис. 3).

Электрофильтры имеют ряд преимуществ, таких как:

- низкое аэродинамическое сопротивление;
- высокая степень очистки от частиц размером 10–0,01 мкм и менее;
- возможность регенерации фильтрующего элемента;
- возможность автоматизации всех процессов очистки;
- малое собственное потребление электроэнергии;
- низкая себестоимость очистки.

В основу действия электрофильтра положен коронный разряд, в поле которого происходит зарядка взвешенных в очищаемом воздухе частиц и их осаждение на осадительных электродах под действием электрических сил.

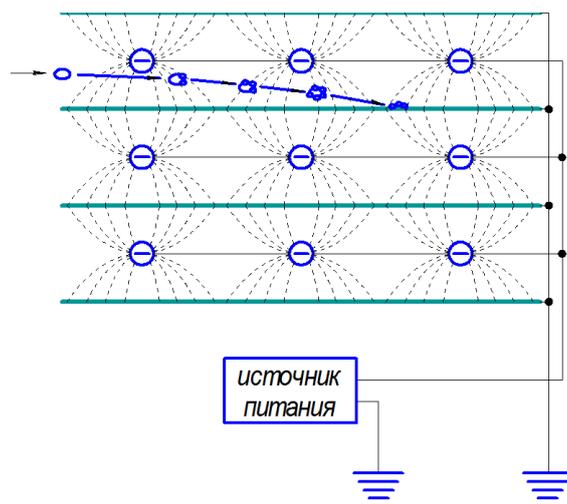


Рис. 3. Однозонный электрофильтр

Нельзя также исключить возможность прямого бактерицидного (изоэлектрического эффекта) и бактериостатического воздействия сильных электростатических полей на микроорганизмы. Необходимо отметить, что атомарный кислород, образующийся при ионизации воздуха, как и озон, является мощным окислителем. Воздействие этих агентов на молекулы органических веществ, являющихся носителями запахов в воздухе, создает эффект дезодорации.

Однако из-за высокой концентрации пылевых частиц и вредных газовых составляющих в удаляемом воздухе электрофильтры должны обладать высокой пылеемкостью, способностью к непрерывной регенерации осадительных электродов от осевших на них пылевых частиц, а также обеспечивать высокоэффективное обеззараживание удаляемого вентиляционного воздуха.

Таковыми качествами обладает двухступенчатый мокрый однозонный электрофильтр (ДМЭФ), специально разработанный при сотрудничестве Челябинской государственной агроинженерной академии и Государственного аграрного университета Северного Зауралья [5–7].

Каждая ступень ДМЭФ состоит из двух основных частей: верхней части с коронирующими электродами и нижней части с емкостью для омывающей жидкости (рис. 4).

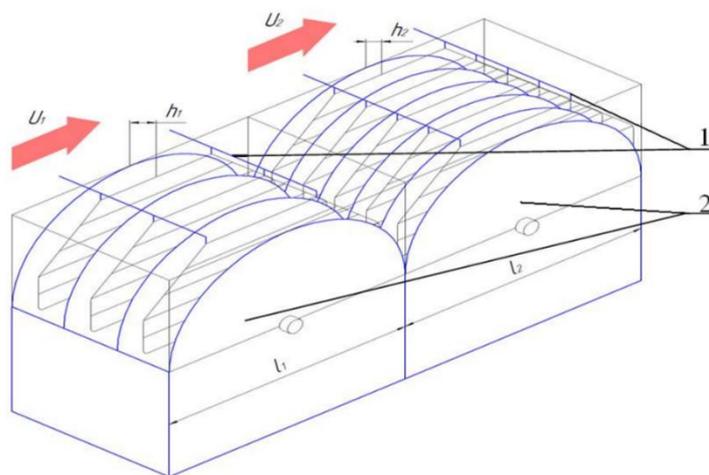


Рис. 4. Схема двухступенчатого мокрого электрофильтра:
 (для 1-й и 2-й ступеней ДМЭФ соответственно): h_1, h_2 – межэлектродное расстояние, м;
 U_1, U_2 – скорость воздушного потока, м/с; l_1, l_2 – активная длина электрофильтра;
 1 – коронирующие электроды; 2 – осадительные электроды

Осадительные электроды, вращаясь с определенной скоростью на валу электрофильтра, постоянно смачиваются жидкостью в нижней части электрофильтра. Конструкция данного электрофильтра позволяет непрерывно очищать осадительные электроды от осевшего аэрозоля, а также очищать фильтруемый воздух от вредных газовых составляющих за счёт озона и жидкости, покрывающей осадительные электроды.

Конструктивное отличие первой и второй ступени в общем случае заключается в различии: межэлектродных расстояний ($h_1 \neq h_2$), что позволяет повысить эффективность тонкой очистки от пыли и микроорганизмов, в составе омывающей жидкости осадительные электроды; активной длины электрофильтра ($l_1 \neq l_2$); скорости воздушного потока ($u_1 \neq u_2$).

Первая ступень (ступень грубой очистки) предназначена для очистки воздуха от крупнодисперсного аэрозоля, микроорганизмов, i -го вредного газа (основная очистка) и j -го вредного газа. Вторая ступень (ступень тонкой очистки) обеспечивает очистку от мелкодисперсного аэрозоля, j -го вредного газа (основная очистка) и доочистку от пыли, микроорганизмов, i -го газа.

Результаты исследований. В результате теоретических исследований были выведены выражения для определения эффективности очистки воздушной среды животноводческого помещения от пыли (1), микроорганизмов (2) и вредных i -го (3) и j -го (4) газов двухступенчатыми мокрыми электрофильтрами [8]:

$$\eta_n = 1 - \exp \left[-\frac{l}{u} \left(-\frac{w_1 h_2 + w_2 h_1}{h_1 h_2} \right) \right], \quad (1)$$

$$\eta_{КОЕ} = 1 - (1 - [1 - (1 - \eta_{n1})^{0,66}]) \cdot (1 - [1 - (1 - \eta_{n2})^{0,66}]), \quad (2)$$

$$\eta_i = 1 - \exp \left[-\frac{l}{u} \left(k^{i1}_{O_3} + k^{i1}_{OЖ1} + k^{i2}_{O_3} + k^{i2}_{OЖ2} \right) \right], \quad (3)$$

$$\eta_j = 1 - \exp \left[-\frac{l_1}{u_1} \left(k^{j1}_{O_3} + k^{j1}_{OЖ1} \right) - \frac{l_2}{u_2} \left(k^{j2}_{O_3} + k^{j2}_{OЖ2} \right) \right]. \quad (4)$$

Из данных выражений видно, что эффективность очистки зависит от конструктивных параметров электрофильтра, таких как длина активной части осадительного электрода l и межэлектродного расстояния h , от скорости воздушного потока u , напряжённости электрического поля, а также коэффициентов абсорбции вредных газов омывающей жидкостью $k_{OЖ}$ и коэффициентов окисления вредных газов озоном k_{O_3} .

Системы очистки вытяжного вентиляционного воздуха на основе ДМЭФ прошли комплексные производственные испытания в свинокомплексах Челябинской и Тюменской областей, в частности в свинокомплексе ООО «Каштак», Красногорском свинокомплексе и свинокомплексе ООО «Согласие» [9, 10].

Производственные испытания показали высокую эффективность по очистке вытяжного вентиляционного воздуха животноводческих помещений от пыли (до 95 %), микроорганизмов (до 77 %), сероводорода (до 50 %) и аммиака (до 84 %) (рис. 5).

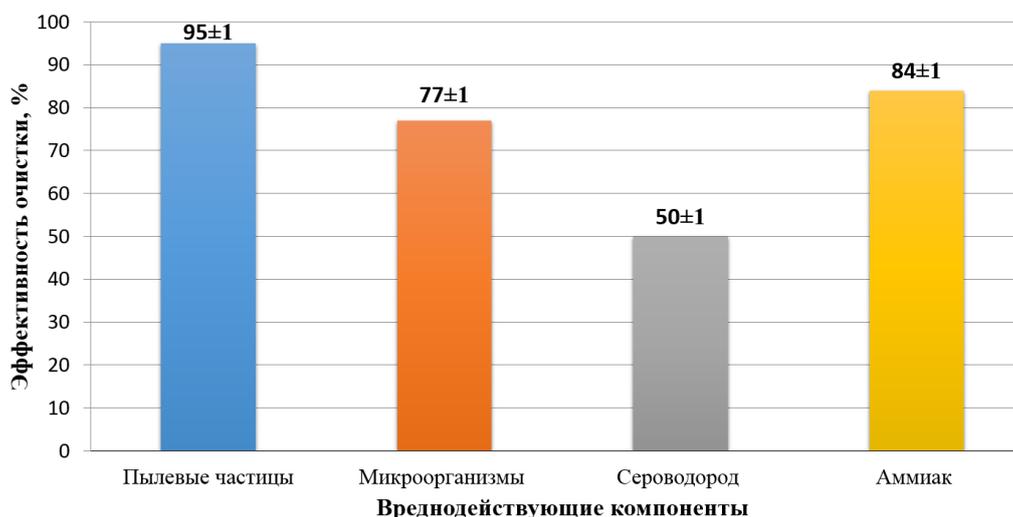


Рис. 5. Эффективность ДМЭФ по очистке вентиляционного воздуха

Выводы

1. Актуальность проблемы очистки и обеззараживания вытяжного вентиляционного воздуха животноводческих помещений от пыли, микроорганизмов и вредных газов не поддается сомнению.
2. Для животноводческих помещений разработан специальный двухступенчатый мокрый электрофильтр, позволяющий производить высокоэффективную очистку и обеззараживание вытяжного вентиляционного воздуха.
3. Комплексные производственные испытания опытного образца ДМЭФ показали высокую эффективность по очистке вытяжного вентиляционного воздуха животноводческих помещений от пыли (до 95 %), микроорганизмов (до 77 %), сероводорода (до 50 %) и аммиака (до 84 %).

Литература

1. Юшин С.А. Россия в мировом производстве и торговле мясом. Состояние и перспективы после вступления в ВТО // Стратегия развития мясной промышленности России в условиях глобализации мировой экономики: мат-лы II Междунар мясного конгресса. – М., 2012. – URL: <http://sfera.fm/articles/myasnaya-promyshlennost-rossii-v-mirovom-proizvodstve>.
2. Возмилов А.Г. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в промышленном животноводстве и птицеводстве: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 1993. – 37 с.
3. Анализ систем очистки воздуха в животноводческих и птицеводческих комплексах / А.Г. Возмилов, В.Б. Файн, Л.Н. Андреев [и др.] // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 45–51.
4. Очистка вентиляционного воздуха свиноферм / А.А. Дмитриев, А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев [и др.] // Свиноводство. – 2015. – № 2. – С. 19–20.
5. Андреев Л.Н. Разработка и исследование мокрого однозонного электрофильтра для очистки рециркуляционного воздуха животноводческих помещений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2010. – 24 с.
6. Пат. 2343362. Российская Федерация, МПК F24F3/16. Мокрый однозонный электрофильтр / Возмилов А.Г., Мишагин В.Н., Андреев Л.Н., Астафьев Д.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный агроинженерный университет». – № 2007124044/06; заяв. 26.06.2007; опубл. 10.01.2009; приор. 26.06.2007.

7. Об основных задачах, решаемых при проектировании мокрых электрофильтров / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, А.А. Дмитриев [и др.] // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 24–28.
8. Разработка полной методики расчёта эффективности очистки воздуха от пыли, микроорганизмов и вредных газов с помощью двухступенчатого мокрого электрофильтра / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, А.А. Дмитриев [и др.] // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 60–65.
9. Энергосберегающие технологии микроклимата / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, Н.И. Смолин [и др.] // Свиноводство. – 2014. – № 8. – С. 52–55.
10. Результаты производственных испытаний мокрого электрофильтра / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, Д.В. Астафьев [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 185–191.

Literatura

1. Yushin S.A. Rossiya v mirovom proizvodstve i torgovle myasom. Sostoyanie i perspektivy posle vstupleniya v VTO // Strategiya razvitiya myasnoi promyshlennosti Rossii v usloviyah globalizatsii mirovoi ehkonomiki: mat-ly II Mezhdunar. myasnogo kongressa. – M., 2012. – URL: <http://sfera.fm/articles/myasnaya-promyshlennost-rossii-v-mirovom-proizvodstve>.
2. Vozmilov A.G. Elektroochistka i ehlektrobezzarazhivanie vozduha v promyshlennom zhivotnovodstve i pticevodstve: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Chelyabinsk, 1993. – 37 s.
3. Analiz sistem ochistki vozduha v zhivotnovodcheskih i pticevodcheskih kompleksah / A.G. Vozmilov, V.B. Fajn, L.N. Andreev [i dr.] // Elektrotekhnicheskie i informacionnye komplekсы i sistemy. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 45–51.
4. Ochistka ventilyacionnogo vozduha svinoferm / A.A. Dmitriev, A.G. Vozmilov, L.N. Andreev [i dr.] // Svinovodstvo. – 2015. – № 2. – С. 19–20.
5. Andreev L.N. Razrabotka i issledovanie mokrogo odnozonnogo ehlektrofil'tra dlya ochistki recirkulyacionnogo vozduha zhivotnovodcheskih pomeshchenij: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. – Chelyabinsk, 2010. – 24 s.
6. Pat. 2343362. Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24F3/16. Mokryy odnozonnij ehlektrofil'tr / Vozmilov A.G., Mishagin V.N., Andreev L.N., Astafev D.V.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный агроинженерный университет». – № 2007124044/06; заяв. 26.06.2007; опubl. 10.01.2009; приор. 26.06.2007.
7. Ob osnovnyh zadachah, reshaemyh pri proektirovanii mokryh ehlektrofil'trov / A.G. Vozmilov, L.N. Andreev, A.A. Dmitriev [i dr.] // Elektrotekhnicheskie i informacionnye komplekсы i sistemy. – 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 24–28.
8. Razrabotka polnoi metodiki raschyota ehffektivnosti ochistki vozduha ot pyli, mikroorganizmov i vrednyh gazov s pomoshch'yu dvuhstupenchatogo mokrogo ehlektrofil'tra / A.G. Vozmilov, L.N. Andreev, A.A. Dmitriev [i dr.] // Elektrotekhnicheskie i informacionnye komplekсы i sistemy. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 60–65.
9. Energosberegayushchie tekhnologii mikroklimate / A.G. Vozmilov, L.N. Andreev, N.I. Smolin [i dr.] // Svinovodstvo. – 2014. – № 8. – С. 52–55.
10. Rezul'taty proizvodstvennyh ispytanij mokrogo ehlektrofil'tra / A.G. Vozmilov, L.N. Andreev, D.V. Astafev [i dr.] // Vestn. KrasGAU. – 2013. – № 8. – С. 185–191.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ СЕМЯН В КАМЕРНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКЕ НАПОЛЬНОГО ТИПА

В статье рассматриваются вопросы рациональных режимов энергосберегающей технологии сушки семян и обоснование возможности создания технологических режимов для зерносушилки циклического действия при работе в поточной линии. Целью работы является усовершенствование сушилки камерного типа с наклонным полом. Показана эффективность применения комбинированной двухэтапной сушки в сушилках данного типа. Приведена технологическая схема работы зерносушилки после её модернизации. Оптимальное сочетание технологических приемов, заложенных в разработанной технологической схеме сушки семенного зерна повышенной влажности, позволяет использовать их преимущественные стороны: проведение сушки зерна за один пропуск до требуемых кондиций; мягкий режим сушки, по сравнению с шахтными сушилками; простота конструкции зерносушилок; возможность формировать зерносушильные модули из сушильных блоков разной производительности.

Ключевые слова: семенное зерно, зерносушилка напольного типа, модернизация.

A.V. Kozlov, V.I. Hilko

ENERGY SAVING TECHNOLOGY OF DRYING SEEDS IN THE DRYER CHAMBER FLOOR TYPE

In the article the questions of rational modes of energy saving technology for drying of seeds and substantiation of possibility of creation of technological regimes to the dryer cyclic operation when working in the production line are studied. The aim of this work is to improve the dryer of the chamber type with sloping floors. The efficiency of using the combined two-stage drying in a dryer of this type is investigated. The technological scheme of operation of the dryer after the upgrade is included. The optimal combination of processing methods laid down in is developed the technological scheme of drying seed grain of high humidity, allows IP to use their pre-emptive hand: holding of grain drying in a single pass to the required of conditions; soft drying mode, compared to the shaft dryers; simplicity of design of grain dryers; grain drying to form modules of blocks of different drying performance.

Key words: seed grain, dryer floor type, modernization.

Введение. Технология послеуборочной обработки семян – это сложная функциональная система, которая оказывает многократное влияние на конечный результат, т. е. на качество семян. Из-за неудовлетворительного качества семян существенно снижается результативность производства сельскохозяйственной продукции, перерасходуется посевной материал и снижается урожайность. Мероприятия, направленные на улучшение качества семян, следует отнести к категории первоочередных, так как их выполнение обеспечивает высокую эффективность и быструю их окупаемость.

В рамках научно-исследовательской работы в ФГБНУ ДальНИИМЭСХ г. Благовещенска был проведен анализ посевных качеств семян зерновых культур и сои в семеноводческих хозяйствах региона в период сева, которые оказались очень низкими.

При проведении аналитического обзора технологий и технических средств, применяемых в хозяйствах области для подготовки семян, были выявлены основные причины низкого качества семян:

- семена в процессе обработки подвергаются многократным силовым воздействиям рабочих органов, в результате чего нарушается целостность их наружных покровов и внутренних тканей;
- недостаточные мощности по приему, очистке и хранению поступающего с поля зернового вороха на первом этапе ведет к накоплению вороха на площадках, что приводит к снижению его качественных показателей и порче;

- низкая производительность машин вторичной очистки и отсутствие специальных машин, обеспечивающих получение семян высоких биологических свойств;
- жёсткая связь в поточных линиях не учитывает состояние поступающего на обработку зернового вороха и требования к качеству конечного продукта;
- зерновой ворох поступает с поля с повышенной влажностью и засоренностью – это, в свою очередь, приводит к резкому снижению производительности зерноочистительных машин и зерносушилок.

подавляющую часть семян в регионе высушивают по прямоточной технологии с использованием шахтных и колонковых сушилок. Шахтные и барабанные сушилки имеют ряд недостатков при использовании для сушки семян:

- все семена во время сушки перемещаются, что ведет к их травмированию;
- жесткие температурные режимы сушки негативно влияют на качество семян;
- постоянное перемещение зерна в процессе сушки затрудняет контроль параметров сушки;
- максимальный влагосъем составляет 6 % за один пропуск, влажное зерно приходится прогонять несколько раз, что ведет к дополнительным затратам и травмированию семян;
- сложность монтажа и эксплуатации, большие капитальные затраты.

В связи с этим особое внимание заслуживают установки для сушки семян в неподвижном слое активным вентилированием, основные достоинства которых:

- мягкие режимы сушки, которые исключают тепловое травмирование зерна и способствуют процессу дозревания семян;
- исключено перемещение влажной массы, за счет чего снижаются микроповреждения зерен более чем в четыре раза [1];
- не требуют больших капиталовложений, просты по устройству;
- обеспечивают сушку различной зерновой массы с любой исходной влажностью за одну загрузку;
- могут быть использованы для хранения зерна после сушки.

Несмотря на большой ряд достоинств, данные сушилки имеют существенные недостатки:

- неравномерное распределение расхода агента сушки по объему сушильной камеры;
- невозможность организовать технологический процесс сушки по принципу потока. Сушилки данного типа имеют периодическую загрузку и выгрузку зерна, что существенно уменьшает производительность всего зерноочистительно-сушильного оборудования;
- низкий тепловой КПД.

Среди установок для сушки семян активным вентилированием подогретым воздухом преимуществом по интенсивности и технологичности обладают камерные сушилки с наклонным сетчатым полом [2].

Цель исследования: повышение эффективности сушки семян за счет разработки технологических режимов и совершенствования параметров камерной зерносушилки с наклонным полом.

Задачи исследования:

- обоснование рациональных режимов энергосберегающей технологии сушки зерна;
- обоснование возможности создания технологических режимов зерносушилки циклического действия для работы в поточной линии.

Методика и результаты исследования. Известна двухэтапная технология сушки зерна, согласно которой зерно не досушивают на 1,7–3,0 % до кондиционной влажности в зависимости от его назначения (меньший влагосъем для семян, больший – для фуражного зерна) в зерносушилках, отлеживают в течение определённого времени и охлаждают вентилированием наружным воздухом в выносных ёмкостях [3]. Медленное охлаждение зерна позволяет более 50 % тепла, аккумулированного при сушке, использовать для снижения влажности, что существенно уменьшает энергозатраты.

В данном случае предлагается технологию применить в одной сушилке без выносных емкостей. Для этого была предложена следующая схема работы сушилки (рис. 1). Объединение двух

сушильных камер вентиляционно-отопительной системой обеспечивает бесперебойную работу теплогенератора 1 при цикличности технологического процесса. Применение поточной технологии позволит сократить простои, связанные с перерывами в работе, и зерносушилка при этом не успевает остыть, а значит, снижаются потери теплоты в окружающую среду через нагретые поверхности.

После загрузки сушильной камеры 6 и вывода процесса на оптимальные режимы происходит просушивание зерновой насыпи агентом сушки, которое продолжается до достижения зерном заданной конечной влажности в нижнем слое. При этом остаточная неравномерность сушки в верхних слоях может достигать 3–4 %. То есть зерно возможно сушить в среднем до влажности 15,5 %. Дальнейший съём влаги до кондиционной происходит за счёт эффективного испарения благодаря теплу, ранее аккумулированному в процессе его нагрева и сушки высокотемпературным теплоносителем, что составляет порядка 10–11 % экономии топлива.

После завершения процесса сушки зерно сбрасывается самотеком в нижнюю камеру отлёжки 7, при этом происходит перемешивание зерновой массы нижнего и верхнего слоев. В нижней камере осуществляется выравнивание влажности отдельных зерновок в массе за счет их контактирования друг с другом и перемещение внутренней влаги зерновки к ее поверхности. Этому способствует использование теплоты нагретого зерна, накопленной в процессе сушки.

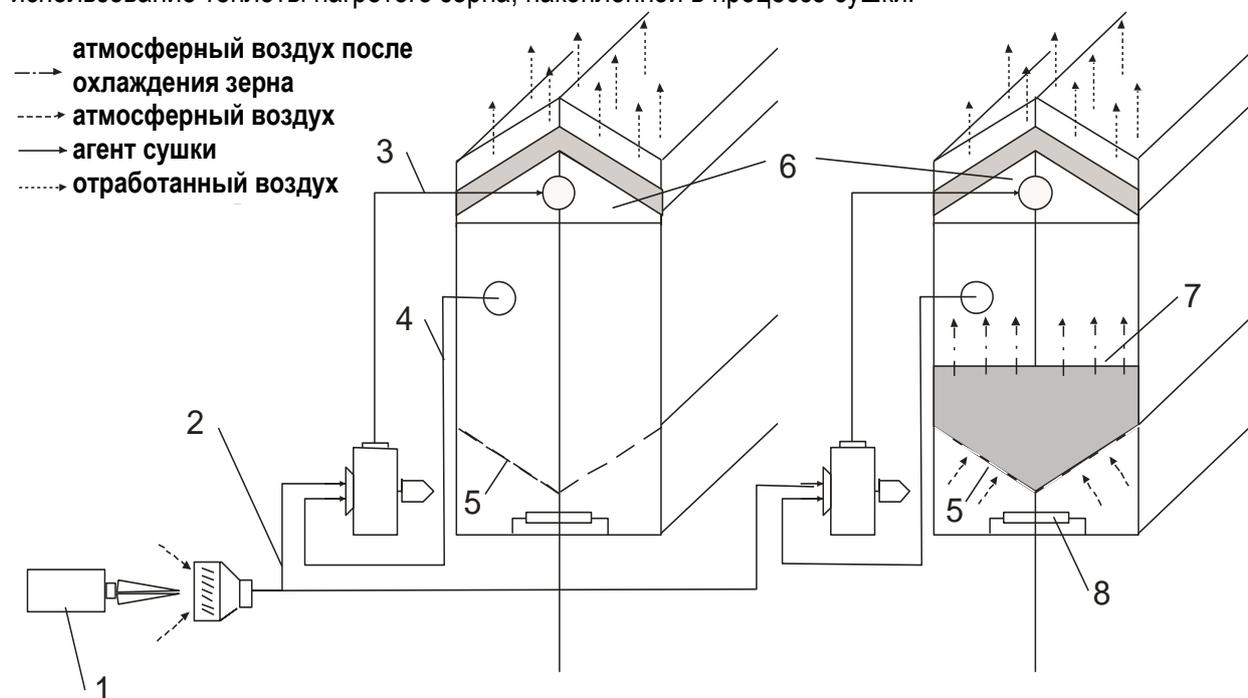


Рис. 1. Схема работы зерносушилки: 1 – теплогенератор; 2 – воздуховод; 3 – нагнетающий патрубок; 4 – всасывающий патрубок; 5 – перфорированное дно; 6 – камера сушки; 7 – камера отлежки; 8 – выгрузной транспортёр

В период отлежки в сушильную камеру 6 загружается очередная партия сырого зерна. Прощедшее отлежку зерно за счет создаваемого вентилятором разрежения в камере продувается атмосферным воздухом, который поступает через перфорированную поверхность днища камеры 5. Происходит досушивание зерна и его охлаждение до температуры окружающей среды. Атмосферный воздух, который частично насыщается влагой при досушивании и нагревается при охлаждении зерна, поступает в воздушный канал сушильной камеры и через нагнетающий патрубок 3 поступает в камеру сушки. При продувании свежей партии зерна, которое характеризуется, как правило, значительной неоднородностью по влажности, происходит выравнивание влажности всей партии зерна и частичное удаление влаги, находящейся в свободном состоянии на его поверхности. Стабилизация по влажности зерна, подаваемого на сушку, обеспечивает сокращение длительности сушки и

устойчивую работу сушилок и тем самым повышает их технико-экономические показатели. Разработан график ритмичной работы зерносушилки (рис. 2).

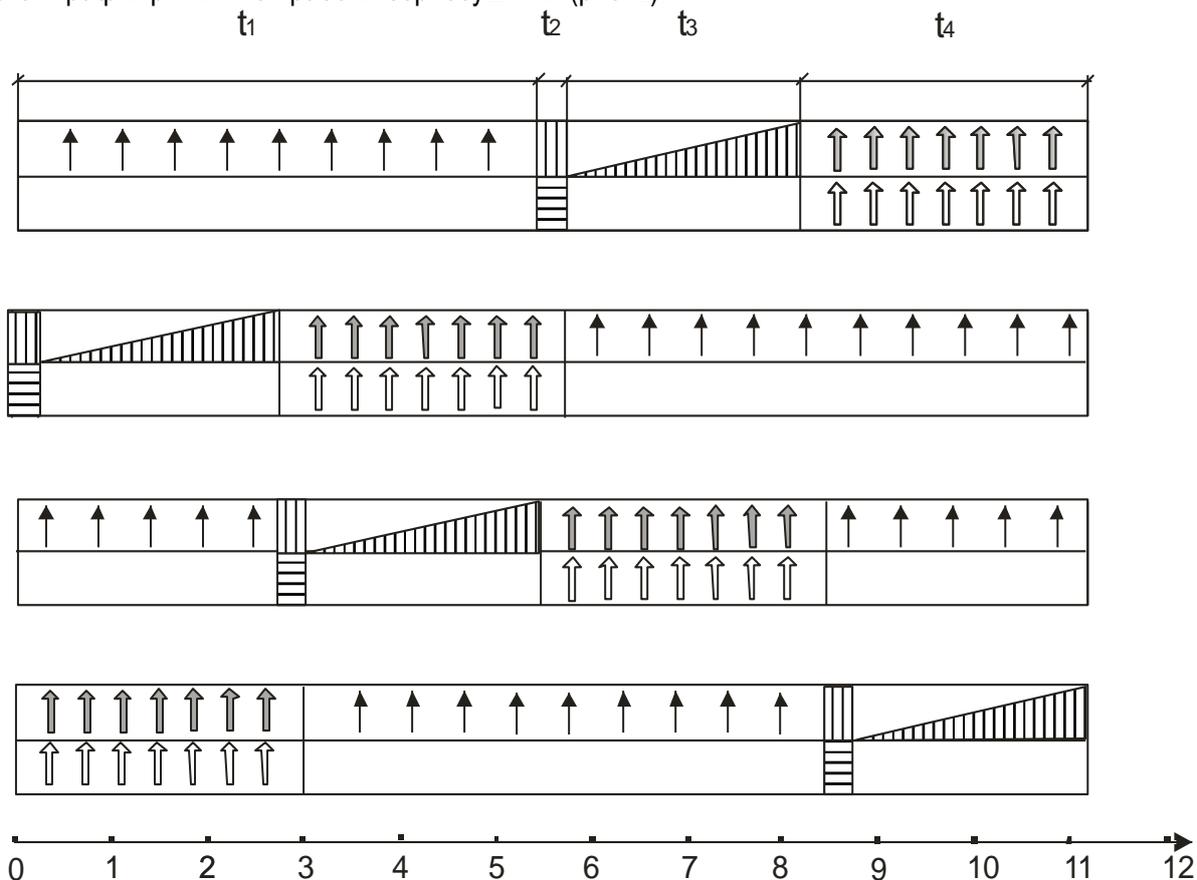


Рис. 2. График ритмичной работы сушилки: t_1 – сушка зерна; t_2 – разгрузка сушильной камеры и загрузка камеры отлёжки; t_3 – период отлёжки и загрузки сушильной камеры; t_4 – охлаждение сухого и предварительный прогрев (сушка) влажного зерна

Продолжительность одного оборота камеры, t_0 , равна

$$t_0 = t_{зск} + t_{ст} + t_{суш} + t_{рск} = t_{зксз} + t_{отл} + t_{охл} + t_{рксз}, \quad (1)$$

где $t_{зск}$ – загрузка сушильной камеры сырым зерном, ч;

$t_{ст}$ – период стабилизации, ч;

$t_{суш}$ – сушка агентом, ч;

$t_{рск}$ – разгрузка сушильной камеры, ч;

$t_{зксз}$ – загрузка камеры сухого зерна, ч;

$t_{отл}$ – время отлёжки, ч;

$t_{охл}$ – охлаждение сухого и предварительная сушка влажного зерна, ч;

$t_{рксз}$ – разгрузка камеры сухого зерна, ч.

Для ритмичной работы камеры подключаются поочередно со сдвигом в фазах сушки через равные интервалы времени $t_{инт}$, ч:

$$t_{\text{инт}} = \frac{t_0}{m}, \quad (2)$$

где m – число блоков в сушильном модуле, в данном случае – 4 блока.

Такое распределение сдвига фаз по времени позволяет постоянно пропускать агент сушки через одну из камер, т. е. обеспечивающий подогрев агента сушки теплогенератор работает постоянно. Таким образом, в течение одного оборота любого блока сушильного модуля повторяются однотипные циклы.

Выводы. Оптимальное сочетание технологических приемов, заложенных в разработанной технологической схеме сушки семенного зерна повышенной влажности, позволяет использовать их преимущественные стороны, которые заключаются в следующем:

1. Проведение сушки зерна за один пропуск до требуемых кондиций снижает энергетические затраты, необходимые на перемещение зерна через сушилку.

2. Температурный режим сушки семян в камерных сушилках значительно мягче по сравнению с шахтными, соответственно, меньшая интенсивность испарения влаги при сушке семян в насыпи способствует перемещению влаги внутри зерна преимущественно в виде жидкости. Это способствует переносу водорастворимых веществ в сторону зародыша, ускоряет послеуборочное дозревание семян, повышает потенциальную энергию их жизненных функций.

3. Эффективно применение комбинированной двухэтапной сушки, когда зерно не досушивается в сушильной камере на 1,5–2 % до заданного значения, а до кондиционной влажности его досушивают после 4–6-часовой отлежки при продувании через него наружного воздуха.

4. Простота конструкции зерносушилок позволяет организовать их производство в регионе, возможность формировать зерносушильные модули из сушильных блоков разной производительности, в зависимости от объемов производства семян.

Литература

1. Мельник Б.Е. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. – М.: Колос, 1980. – 148 с.
2. Манасян С.К. Камерная зерносушилка // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 2. – С. 166–170.
3. Голубкович А.В., Павлов А.С. Тепломассоперенос при двухэтапной сушке зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 4. – С. 26–29.

Literatura

1. Mel'nik B.E. Spravochnik po sushke i aktivnomu ventilirovaniyu zerna. – M.: Kolos, 1980. – 148 s.
2. Manasyan S.K. Kamernaya zernosushilka // Vestn. KrasGAU. – 2009. – № 2. – S. 166–170.
3. Golubkovich A.V., Pavlov A.S. Teplomassopereenos pri duvhehtapnoj sushke zerna // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. – 2010. – № 4. – S. 26–29.



**ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АКВАПОННОЙ
УСТАНОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМОВ ЕЕ РАБОТЫ**

Комбинированный аквапонно-гидропонный режим выращивания салата позволил получить достоверно большую массу растений в сравнении с аквапонным и гидропонным режимами их выращивания. Данный показатель превысил аналогичный на втором участке (где использовалась только аквапонная вода) на 28,0 % и на третьем участке (где использовался только гидропонный раствор) – на 10,9 %, или соответственно – на 40 и 15 г. Комбинированный аквапонно-гидропонный режим, таким образом, позволил получить с 1 м² площади установки 8,282 кг вегетативной массы растений салата, что на 2,761 кг больше, чем при традиционном режиме аквапоники (второй участок) и на 0,903 кг больше, чем в гидропонном режиме (третий участок). Уровень рентабельности производства вегетативной массы растений салата на первом участке составил 116,9 %, что на 85,7 и 22,9 % выше, чем на втором и третьем участках соответственно. Среднесуточный прирост живой массы клариевого сома в возрасте 30–75 сут в обеих группах бассейнов достоверно не отличался. В аквапонной установке в течение 45 сут было получено прироста живой массы гидробионтов на 456 г больше, чем в УЗВ. Это связано с большей сохранностью молоди клариевого сома в аквапонной установке – на 0,5 %. Прибыль от продажи продукции, произведенной в комбинированном режиме работы установки, составила в расчете на 1 м³ водной среды 879,92 руб., что на 66,94 руб., или на 8,2 % выше, чем от продажи продуктов, полученных в аквапонном режиме. Рентабельность производства также выше в первом варианте на 1,9 %.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, УЗВ, аквапоника, гидропоника, клариевый сом, растения салата, экологически чистые продукты.

A.V. Kovrigin, A.P. Khokhlova, N.A. Maslova

**THE STUDY OF THE OPERATION EFFICIENCY OF THE AUTOMATED AQUAPONIC
SYSTEM DEPENDING ON THE OPERATING MODE**

Combined aquaponic-hydroponic cultivation of lettuce allowed us to obtain a significantly large mass of plants in comparison with aquaponic and hydroponic models of cultivation. This figure is exceeded at the second site (where it was used only aquapony water) at 28,0 % and the third plot (where it was only used hydroponic solution) was 10,9 %, or respectively 40 and 15 g. Combined aquaponic-hydroponic mode, thus, allowed to obtain 1 m² of the installation 8,282 kg of vegetative mass of plants of lettuce, which is 2,761 kg more than in the traditional mode aquaponics (second plot) and on 0,903 kg more than in hydroponic mode (third phase). The level of profitability of production of vegetative mass of lettuce on the first plot has made 116,9 %, 85,7 and 22,9 % higher than the second and third plots respectively. The average daily weight growth of clarid catfish aged 30–75 days in both groups of basins were not significantly different. In aquaponic system within 45 days they received the increase of living mass of animals at 456 g more than in the fish recirculating system. This is due to higher preservation of juvenile clarid catfish in aquaponic install was 0,5 %. Profits from the sale of products generated in the combined operation of the system was calculated for 1 m³ of water environment 879,92 rubles, which is 66,94 rubles, or 8,2 % higher than from the sale of products obtained in aquaponic mode. Profitability is also higher in the first variant 1,9 %.

Key words: recirculating, fish recirculating system, aquaponics, hydroponics, airbreathing catfish, lettuce plants, organic products.

Введение. Аквапоника – это способ производства сельскохозяйственной продукции на основе симбиотического взаимодействия растений, гидробионтов и микроорганизмов в искусственно

созданных системах с целью получения экологически чистых кормов для животных и продуктов питания человека.

Аквапонные системы включают в себя две основные составляющие – аквакультуру и гидропонику.

Аквакультура – вид деятельности по разведению, содержанию и выращиванию рыб, других водных животных, растений и водорослей, осуществляемый под полным или частичным контролем человека с целью получения товарной продукции, пополнения промысловых запасов водных биоресурсов, сохранения их биоразнообразия и рекреации.

Гидропоника – способ выращивания растений на искусственных питательных средах без почвы. Основной причиной широкого распространения этой технологии оказалась высокая экономическая эффективность, получаемая как за счет повышения урожайности, так и вследствие значительной экономии ресурсов.

Аквапоника объединяет в себе преимущества обеих технологий и позволяет снижать себестоимость получаемой продукции за счет синергии взаимодействия гидробионтов, растений и микроорганизмов, а также автоматизации производственных процессов. Продукция аквапоники может использоваться как для кормления сельскохозяйственных животных [1, 2, 5, 6–8], так и в питании человека [4, 9]. Она позволяет в лучшей степени раскрыть генетический потенциал животных [10, 11]. Кроме того, в аквапонике практически не используются пестициды, а сами системы позволяют контролировать основные условия получения продукции (температуру, влажность, химический состав питательной среды, освещенность, режим подачи питательных растворов и т. п.). Это позволяет получать экологически чистую и относительно недорогую продукцию в течение всего года [3, 9].

Цель исследования: создать действующие элементы автоматизированной интенсивной технологии производства экологически чистой продукции аквакультуры и растениеводства в контролируемых условиях специализированных помещений.

Задачи исследования:

1. Разработать и создать действующую модульную комбинированную аквапонную установку (имеющую возможность работы в режиме аквагидропоники) с числовым программным микроконтроллерным управлением на базе имеющейся установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) для выращивания аквакультуры.

2. Изучить влияние различных режимов работы данной установки на количество и себестоимость получаемой продукции.

3. На основании проведенных исследований дать практические рекомендации по оптимизации аквапонного технологического процесса производства зеленых кормов для животных и продуктов питания человека в контролируемых условиях закрытых помещений.

Методы и результаты исследования. Для разработки элементов аквапонной технологии нами создана автоматизированная установка на базе имеющейся установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) для выращивания гидробионтов. Для получения растительной продукции создан модуль, состоящий из шкафа-купе, двух емкостей для питательных растворов (одна – для гидропонного раствора, вторая – для воды из УЗВ), емкостей для выращивания растений, электронного блока управления авторской разработки, электрических исполнительных устройств (насосы, фитолампы и пр.), труб различного диаметра, соединительной арматуры. Управление работой электрического оборудования осуществляется с помощью микроконтроллера ATmega 8.

В аквапонной установке выращивали клариевого сома и зеленую массу растений салата сорта Московский парниковый.

Схема исследований приведена в таблице 1. Как видно из таблицы 1, в ходе исследований установка для выращивания растений была разделена на три участка. На первом – для питания растений использовались как вода из УЗВ, так и гидропонный питательный раствор, на втором – только вода из УЗВ и на третьем – только гидропонный раствор. Прочие условия выращивания были одинаковы для всех участков и соответствовали рекомендациям по выращиванию салата сорта Московский парниковый.

Для предотвращения попадания остатков гидропонного раствора в УЗВ был разработан особый режим функционирования установки, при котором осуществлялась эффективная промывка емкостей с растениями отработанной водой, сбрасываемой ежедневно из УЗВ.

Часть установки замкнутого водоснабжения была подключена к установке по выращиванию растений. Другая часть УЗВ функционировала автономно. В обеих частях УЗВ выращивался клариевый сом при плотности посадки 200 особей на 1 м³ водной среды. Условия выращивания гидробионтов в обеих частях установки соответствовали технологическим нормам и были одинаковыми за исключением того, что вода из первой группы бассейнов использовалась для полива растений салата, после чего возвращалась в биофильтр УЗВ, где подогревалась до температуры 28 °С и далее поступала к гидробионтам.

Таблица 1

Схема проведения опыта

Показатель	Участок установки		
	Первый	Второй	Третий
Режим работы насоса подачи воды из УЗВ	30 мин работа, 45 мин отключен	30 мин работа, 15 мин отключен	Отключен
Режим работы насоса подачи питательного гидропонного раствора	15 мин работа, 60 мин отключен	Отключен	30 мин работа, 15 мин отключен
Продолжительность освещения растений, ч	12	12	12
Интенсивность освещения, люкс	6000	6000	6000
Температура в установке, °С	19	19	19
Продолжительность опыта, сут	45	45	45

В ходе опыта определяли следующие показатели:

- гидрохимические показатели опытных бассейнов
- вегетативная масса и товарное качество растений салата, собранного с 1 м² площади установки;
- среднесуточный прирост живой массы клариевого сома в возрасте 30–75 сут, выращенного в аквапонной установке в сравнении с выращенным в УЗВ за период проведения опыта;
- расход воды при работе аквапонной установки в сравнении с УЗВ;
- экономическая эффективность работы УЗВ и аквапонной установки.

Гидрохимические показатели опытных бассейнов соответствовали технологическим нормам. При этом существенных отличий по химическому составу в обеих группах бассейнов не наблюдалось за исключением содержания углекислого газа, концентрация которого в аквапонной установке была меньше в сравнении с УЗВ на 16,4 % и составила 17,8 мг/л. Однако в аквапонной установке имелась тенденция к уменьшению рН среды и количества азотистых соединений, а также к увеличению уровня растворенного кислорода.

Вегетативная масса и товарное качество аквапонного салата представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что средняя масса одного растения салата была достоверно выше на первом участке, где использовался комбинированный аквапонно-гидропонный режим выращивания растений. Данный показатель превысил аналогичный на втором участке (где использовалась только аквапонная вода) на 28,0 % и на третьем участке (где использовался только гидропонный раствор) – на 10,9 % или соответственно – на 40 и 15. Комбинированный аквапонно-гидропонный режим, таким образом, позволил получить с 1 м² площади установки 8,282 кг вегетативной массы растений салата, что на 2,761 кг больше, чем при традиционном режиме аквапоники (второй участок), и на 0,903 кг больше, чем в гидропонном режиме (третий участок).

Таблица 2

Вегетативная масса и товарное качество аквапонного салата

Показатель	Участок установки		
	Первый	Второй	Третий
Средняя масса одного растения салата на 45 суток выращивания, г	138±0,30	98±0,32	123±0,31
Количество растений на 1 м ² в 3-ярусной установке, шт.	60	60	60
Вегетативная масса растений салата в расчете на 1 м ² , кг	8,282±0,002	5,521±0,002	7,379±0,002
Товарное качество	Высокое	Среднее	Высокое

Среднесуточный прирост живой массы клариевого сома в возрасте 30–75 сут в обеих группах бассейнов достоверно не отличался и составил 4,72 г/сут в аквапонных бассейнах и в УЗВ – 4,70 г/сут. Однако отход рыбы в УЗВ был на 0,5 % выше, чем в аквапонной установке, и составил 3,5 %.

Расход воды как в аквапонной установке, так и в УЗВ лимитировался только необходимостью механической очистки фильтров от накопленного шлама и был практически идентичен – 0,48 м³/сут.

Экономическая эффективность выращивания растений салата при разных режимах работы аквапонной установки представлена в таблице 3. Данные таблицы 3 указывают, что максимальная прибыль от продажи вегетативной массы растений салата в расчете на 1 м² площади наблюдалась при комбинированном аквапонно-гидропонном режиме работы установки и составила 437,46 руб., что на 322,95 и 87,11 руб. больше, чем при функционировании соответственно в аквапонном и гидропонном режимах.

Уровень рентабельности производства вегетативной массы растений салата на первом участке составил 116,9 %, что на 85,7 и 22,9 % выше, чем на втором и третьем участках соответственно.

Таким образом, комбинированный режим работы установки экономически является наиболее эффективным.

Таблица 3

Экономическая эффективность выращивания растений салата при разных режимах работы аквапонной установки

Показатель	Участок установки		
	Первый	Второй	Третий
Общая вегетативная масса растений салата, полученных с 1 м ² аквапонной установки, кг	8,282	5,521	7,379
Себестоимость растений салата в расчете на 1 м ² , руб.	374,18	367,47	372,79
Выручка от продажи растений салата в расчете на 1 м ² , руб.	811,64	481,98	723,142
Прибыль от продажи вегетативной массы растений салата в расчете на 1 м ² , руб.	437,46	114,51	350,35
Уровень рентабельности производства вегетативной массы салата, %	116,9	31,2	94,0

В то же время классический аквапонный режим работы показал худшие результаты. Это связано как с более низкой массой полученной продукции, так и с худшим ее качеством.

В аквапонной установке в течение 45 сут было получено прироста живой массы гидробионтов на 456 больше, чем в УЗВ. Это связано с большей сохранностью молоди клариевого сома в аквапонной установке – на 0,5 %. Таким образом, прибыль от продажи рыбы составила в УЗВ 738,94 руб., что

на 48,13 руб., или 6,1 %, меньше, чем в аквапонной установке. Рентабельность производства клариевого сома в аквапонном режиме работы установки составила 22,8 %, что на 1,4 % превосходит аналогичный показатель работы УЗВ.

Таким образом, аквапонная схема производства клариевого сома оказалась экономически более эффективной в сравнении с УЗВ.

Экономическая эффективность получения аквапонной продукции (зеленой массы салата и клариевого сома) при разных режимах работы установки представлена в таблице 4.

Таблица 4

Экономическая эффективность получения аквапонной продукции (зеленой массы салата и клариевого сома) при разных режимах работы установки

Показатель	Комбинированный аквапонно-гидропонный режим работы	Аквапонный режим работы
Общая масса аквапонной продукции в целом в расчете на 1 м ³ водной среды УЗВ в течение 45 суток, кг	42,751	42,242
Себестоимость аквапонной продукции в целом в расчете на 1 м ³ водной среды УЗВ, руб.	3535,14	3538,84
Выручка от продажи аквапонной продукции в целом в расчете на 1 м ³ водной среды УЗВ, руб.	4415,06	4351,82
Прибыль от продажи аквапонной продукции в целом в расчете на 1 м ³ водной среды УЗВ, руб.	879,92	812,98
Рентабельность производства аквапонной продукции, %	24,9	23,0

Данные таблицы 4 указывают на увеличение экономической эффективности работы аквапонной установки при комбинированном режиме ее работы в сравнении с классическим аквапонным режимом. Так, прибыль от продажи продукции, произведенной в комбинированном режиме работы установки, составила в расчете на 1 м³ водной среды 879,92 руб., что на 66,94 руб., или на 8,2 %, выше, чем от продажи продуктов, полученных в аквапонном режиме. Рентабельность производства также выше в первом варианте на 1,9 %.

Таким образом, аквапонная установка показала лучшую экономическую эффективность работы в сравнении с УЗВ. При этом наилучший экономический результат был получен при комбинированном аквапонно-гидропонном режиме работы установки.

Заключение. На основании проведенных исследований было выяснено, что существенных отличий по гидрохимическим показателям аквапонной установки и УЗВ не наблюдалось, за исключением понижения уровня углекислоты. Однако в аквапонной установке имелась тенденция к уменьшению pH среды и количества азотистых соединений, а также к увеличению уровня растворенного кислорода. В результате прирост живой массы гидробионтов в аквапонной установке был выше на 456, или на 1,1 %, в течение 45 сут в сравнении с УЗВ. Рентабельность производства клариевого сома в аквапонном режиме работы установки составила 22,8 %, что также на 1,4 % превосходит аналогичный показатель работы УЗВ.

Аквапонный способ выращивания растений салата показал более низкие результаты по массе и качеству получаемой продукции в сравнении с гидропонным. Однако при комбинировании данных методов выращивания были получены наилучшие результаты как по количеству получаемой продукции, так и по ее товарному качеству, что позволило получить с 1 м² площади установки 8,282 кг вегетативной массы растений салата в течение 45 сут, что на 2,761 кг больше, чем при традиционном режиме аквапоники, и на 0,903 кг больше, чем в гидропонном режиме.

Расход воды в аквапонной установке практически не отличался от аналогичного показателя в УЗВ, но при этом была получена дополнительная продукция растениеводства при высоком уровне

рентабельности (116,9 %). Однако удельный вес данной продукции в структуре себестоимости был невысок. Поэтому мы считаем, что необходимо продолжить исследования по оптимизации работы созданной аквапонно-гидропонной установки с целью увеличения доли производимой вегетативной массы растений в структуре аквапонной продукции. Тем не менее, аквапонная установка показала более высокую рентабельность в сравнении с УЗВ на 3,5 %. Поэтому мы рекомендуем для установок замкнутого водоснабжения по выращиванию клариевого сома использовать метод аквапоники либо при наличии технических возможностей комбинировать методы аква- и гидропоники с целью получения дополнительной продукции растениеводства и повышения уровня рентабельности производства.

Литература

1. *Ковригин А.В.* Некоторые аспекты разработки инновационных технологий производства свинины в средних и малых сельскохозяйственных предприятиях России // Сб. науч. тр. научной школы профессора Г.С. Походни. Вып. 4 / под ред. Г.С. Походни. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2011. – С. 48–49.
2. *Ковригин А.В.* Оптимизация воспроизводительной функции хряков. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2014. – 80 с.
3. *Ковригин А.В.* Использование ветровой энергии для животноводства // Сб. науч. тр. научной школы профессора Г.С. Походни. Вып. 5 / под ред. Г.С. Походни. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2012. – С. 43–47.
4. *Кулаченко В.П.* Аквакультура: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2011. – 96 с.
5. *Маслова Н.А., Хохлова А.П.* Интенсификация воспроизводительной функции у свиноматок. – Белгород: Белгородская областная типография, 2014. – 201 с.
6. Повышение воспроизводительной способности свиней / *Г.С. Походня, П.П. Корниенко, А.В. Ковригин* [и др.]. – Белгород: Изд-во ГиК, 2013. – 180 с.
7. Повышение продуктивности свиней на промышленном комплексе / *Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, Н.А. Маслова* [и др.]. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2012. – 104 с.
8. *Походня Г.С., Ковригин А.В., Федорчук Е.Г.* Влияние продолжительности пастыбы хряков на их воспроизводительную функцию // Сб. науч. тр. научной школы профессора Г.С. Походни. Вып. 1 / под ред. Г.С. Походни. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. – С. 40–44.
9. Практикум по свиноводству / *Г.С. Походня, А.В. Ковригин, Е.Г. Федорчук* [и др.]. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2007. – 266 с.
10. Разработка элементов инновационной автоматизированной аквапонной технологии производства сельскохозяйственной продукции / *А.В. Ковригин, В.П. Кулаченко, Р.А. Исаев* [и др.] // Белгородский агромир. – 2015. – № 3. – С. 8–10.
11. *Хохлова А.П.* Эффективность использования симментальского и обракского скота при чистопородном разведении и скрещивании. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. – 159 с.

Literatura

1. *Kovrigin A.V.* Nekotorye aspekty razrabotki innovacionnyh tekhnologiy proizvodstva svininy v srednih i malyh sel'skohozyaystvennyh predpriyatiyah Rossii // Sb. nauch. tr. nauchnoy shkoly professora G.S. Pohodni. Vyp. 4 / pod red. G.S. Pohodni. – Belgorod: Izd-vo BelGS-HA, 2011. – S. 48–49.
2. *Kovrigin A.V.* Optimizaciya vosproizvoditel'noi funktsii hryakov. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2014. – 80 s.
3. *Kovrigin A.V.* Ispol'zovanie vetrovoi energii dlya zhivotnovotstva // Sb. nauch. tr. Nauchnoi shkoly professora G.S. Pohodni. Vyp. 5 / pod red. G.S. Pohodni. – Belgorod: Izd-vo BelGSHA, 2012. – S. 43–47.

4. *Kulachenko V.P.* Akvakul'tura: ucheb. posobie. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2011. – 96 s.
5. *Maslova N.A., Hohlova A.P.* Intensifikatsiya vosproizvoditel'noy funktsii u svinomatok. – Belgorod: Belgorodskaya oblastnaya tipografiya, 2014. – 201 s.
6. *Povyshenie vosproizvoditel'noy sposobnosti sviney / G.S. Pohodnya, P.P. Kornienko, A.V. Kovrigin [i dr.].* – Belgorod: Izd-vo GiK, 2013. – 180 s.
7. *Povyshenie produktivnosti sviney na promyshlennom komplekse / G.S. Pohodnya, E.G. Fedorchuk, N.A. Maslova [i dr.].* – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2012. – 104 s.
8. *Pohodnya G.S., Kovrigin A.V., Fedorchuk E.G.* Vliyanie prodolzhitel'nosti past'by hryakov na ih vosproizvoditel'nyuyu funktsiyu // Sb. nauch. tr. nauchnoi shkoly professora G.S. Pohodni. Vyp. 1 / pod red. G.S. Pohodni. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2008. – S. 40–44.
9. *Praktikum po svinovodstvu / G.S. Pohodnya, A.V. Kovrigin, E.G. Fedorchuk [i dr.].* – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2007. – 266 s.
10. *Razrabotka ehlementov innovacionnoj avtomatizirovannoi akvaponnoi tekhnologii proiz-vodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii / A.V. Kovrigin, V.P. Kulachenko, R.A. Isaev [i dr.] // Belgorodskiy agromir.* – 2015. – № 3. – S. 8–10.
11. *Hohlova A.P.* EHffektivnost' ispol'zovaniya simmental'skogo i obrakskogo skota pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2013.– 159 s.



УДК 532.593.7:556.557

*А.И. Пережилин, И.В. Берестов,
К.Х. Рахимов, А.А. Попова*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ГАШЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВОЛН НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ ПЛАВУЧИМИ ВОЛНОГАСИТЕЛЯМИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ*

В статье приводятся данные, позволяющие дать оценку абразионных процессов, наблюдаемых при формировании берегов водохранилищ. Обоснована необходимость снижения ветроволновой нагрузки на берега водохранилищ с помощью плавучих волногасителей. Установлены теоретические зависимости для определения величины волнового воздействия на плавучий волногаситель, учитывающие параметры волногасителя и волны, коэффициент гашения. Коэффициент гашения волны – это величина, показывающая отношение высоты волны за волногасителем к высоте подходящей волны, т. е. во сколько раз уменьшается высота волны после прохождения волногасителя; может находиться в пределах от 0 (происходит полное гашение) до 1 (гашение не происходит). Рассматриваются результаты экспериментальных исследований на моделях эффективности работы плавучих волногасителей различных конструкций для условий водохранилищ. Жесткие волногасители обеспечивают лучшее гашение волны (коэффициент гашения до 0,2), но представляют собой громоздкие массивы, и применение их сопряжено с определенными трудностями. Поэтому на кафедре использования водных ресурсов СибГТУ были разработаны конструкции плавучих волногасителей цилиндрического и ящичного типов из плавающей на акватории водохранилищ древесины. Коэффициент гашения, обеспечиваемый заякоренными волногасителями цилиндрического типа, достигает 0,6, а волногасителей ящичного типа – 0,5. Жесткое закрепление волногасителя позволяет увеличить эффективность диссипации энергии волн до 50 %. Учитывая масштабы, транспортную доступность, наличие трудовых ресурсов и строительных материалов, применение на водохранилищах разработанных плавучих волногасителей для защиты берега от размыва наиболее выгодно, и позволит не только снизить размыв, но и очистить акваторию от плавающей древесной массы.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках научного проекта № 05/15.*

Ключевые слова: водохранилище, ветровые волны, размыв берегов, плавучий волногаситель, диссипация, берегозащита.

A.I. Perezhilin, I.V. Berestov,
K.Kh. Rakhimov, A.A. Popova

STUDYING OF DISSIPATION OF WAVE ENERGY EFFECT ON THE WATER RESERVOIR FLOATING WAVE ABSORBERS OF DIFFERENT DESIGNS

The article presents the data to assess the abrasion processes observed during the formation of the reservoir banks. The necessity of reducing loading wind waves on the reservoir banks from floating wave absorbers was shown. Theoretical curves to determine the amount of wave action on floating wave absorber, taking into account the parameters wave of absorber and wave, extinction coefficient were established. Extinction coefficient wave is a value that indicates the ratio of wave heights up to and after of wave absorber, i.e. how many times the wave height decreases after passing wave absorber; may range from 0 (complete extinction occurs) to 1 (extinction does not occur). The results of experimental studies on the effectiveness of the models floating wave absorber different designs for reservoir conditions are given. Hard wave absorbers provide better extinction wave (extinction coefficient 0,2), but are bulky arrays and their use is associated with certain difficulties. Therefore, at the department of use water resources SibS-TU floating wave absorbers of cylindrical type and box-type, of floating wood on the water reservoirs have been developed. Extinction coefficient provided by anchored wave absorber cylindrical type is 0,6 and box-type is 0,5. Rigidly mounted wave absorber can increase the efficiency of energy dissipation of waves up to 50 %. Given the scope, accessibility, availability of labor and building materials, the use of designed floating wave absorber on reservoirs to protect the shore from erosion is most profitable, and will allow not only to reduce erosion but also to clear water area from floating wood pulps.

Key words: reservoir, wind waves, coastal erosion, floating wave absorber, dissipation, coastal protection.

Введение. Образование водохранилищ при строительстве водоподпорных плотин ГЭС, связанное с созданием огромных запасов воды за счет перераспределения стока и затоплением значительных территорий площади водосбора, оказывает мощное всестороннее влияние на окружающую среду, которое сказывается, как правило, по прошествии ряда лет.

Из всего многообразия проблем, создаваемых водохранилищами [1], наибольшую опасность представляет процесс формирования новой береговой линии (размыв берегов), приводящий к повышению количества поступающих загрязняющих веществ, засорению акватории древесиной, увеличению площади мелководных зон и интенсивному заилению водохранилища, а также безвозвратной потере земель и необходимости применения берегозащитных мероприятий или переноса объектов с берегов. Для этого, в соответствии с требованиями СанПиН 3907-85, специализированной проектной организацией разрабатывается прогноз берегообрушения на начальную стадию (10-летний период, когда происходит наиболее интенсивная берегопереработка) и конечную стадию с учетом волновой и оползневой переработки берегов [2], а процесс стабилизации берега растягивается на десятилетия.

При этом протяженность размываемых берегов на водохранилищах достигает 50–70 % и более от периметра береговой линии, а ежегодное отступление кромки берега составляет десятки и сотни метров [1], что обуславливает значительные финансовые затраты и определенные трудности при реализации берегозащитных мероприятий.

Цель исследований: определение величины волновой берегопереработки на водохранилищах и оценка эффективности работы плавучих волногасителей.

Для достижения поставленной цели были сформулированы **задачи:**

- 1) оценить масштабы волновой берегопереработки на водохранилищах;
- 2) рассмотреть возможные мероприятия по защите берегов от размыва;
- 3) провести теоретическое и экспериментальное исследование динамического воздействия

ветровых волн на плавучие волногасители и определить эффективность диссипации ими энергии волн.

Материалы и методы исследований. Материалами для исследования послужили данные о фактической и прогнозной переработке берегов на водохранилищах ГЭС Сибири и разработанные на кафедре использования водных ресурсов СибГТУ конструкции плавучих волногасителей из некондиционной древесины.

Производилось теоретическое определение зависимости величины гашения волны от параметров волногасителя и воспринимаемого динамического воздействия, экспериментальное (лабораторное) исследование на моделях эффективности работы плавучих волногасителей различных конструкций для условий водохранилищ.

Результаты исследований. Водоохранилища ГЭС характеризуются индивидуальным набором показателей (природно-климатических, инженерно-геологических, морфометрических и т. д.), что обуславливает различные масштабы проявления и развития на их берегах абразионно-эрозионных процессов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика водохранилищ ГЭС на Енисее и Ангаре

Показатель	Водоохранилище (год первого заполнения до нормального подпорного уровня)						
	Саяно-Шушенское (1990)	Майнское (1984)	Красноярское (1970)	Иркутское* (1959)	Братское (1967)	Усть-Илимское (1977)	Богучанское (2015)
Площадь зеркала водохранилища, км ²	621	11	2000	154	5470	1922	2326
Полный объем водохранилища, км ³	31,3	0,1	73,3	2,1	169,3	59,4	58,2
Величина сработки уровня, м	40	5	20	1	10	2	1
Протяженность водохранилища, км	312	22	380	55	570	302	375
Общая длина береговой линии, км	1364	47	1560	275	6036	2384	2430
Доля абразионно-размываемых берегов, %	9	98	71	38	41	26	32

* Только ангарская часть водохранилища (без учета подпора оз. Байкал).

На процесс переформирования берегов водохранилищ оказывают влияние гидрологические факторы (ветровое волнение, вдольбереговые течения, колебания уровня, ледовые явления и физико-химические свойства воды), инженерно-геологическое строение берегов (состав и прочность слагающих грунтов), морфология водохранилища, а также характер и плотность растительности на берегах. В сужениях, как правило, разрушение берегов незначительно в сравнении с участками расширений. Интенсивность берегопереработки при наполнении и эксплуатации водохранилища также различна. При этом даже в период эксплуатации водохранилища этот процесс является дискретным (сначала происходит его интенсификация, а затем постепенное затухание вплоть до полной стабилизации берегового профиля и положения кромки берега). Основной причиной абразии берегов водохранилищ являются ветровые волны. Ветроволновой режим, обуславливаемый географическим расположением, ветровым режимом и морфологией акватории, как для различных водохранилищ, так и для отдельных их участков характеризуется значительным разнообразием [1].

Рассмотрим данный вопрос на примере Богучанского водохранилища, заполнившегося до отметки нормального подпорного уровня в июне 2015 года.

Богучанское водохранилище (четвертое в Ангарском каскаде), протяженностью по средней линии 375 км, площадью зеркала 2326 км², максимальной шириной 15 км и глубиной до 75 м, располагается в нижнем течении реки Ангары. Протяженность береговой линии – 2430 км, из которых 1388 км – берега заливов. В районе водохранилища долина Ангары имеет сложное геологическое строение, и по морфологическим условиям акватория подразделяется на пять районов (три сужения и два расширения) (рис. 1). Сложная конфигурация водохранилища определяет большое разнообразие параметров ветрового волнения. Высота волны, в зависимости от скорости ветра, продолжительности и направления (длины разгона), будет достигать 1,1–4,0 м [3].

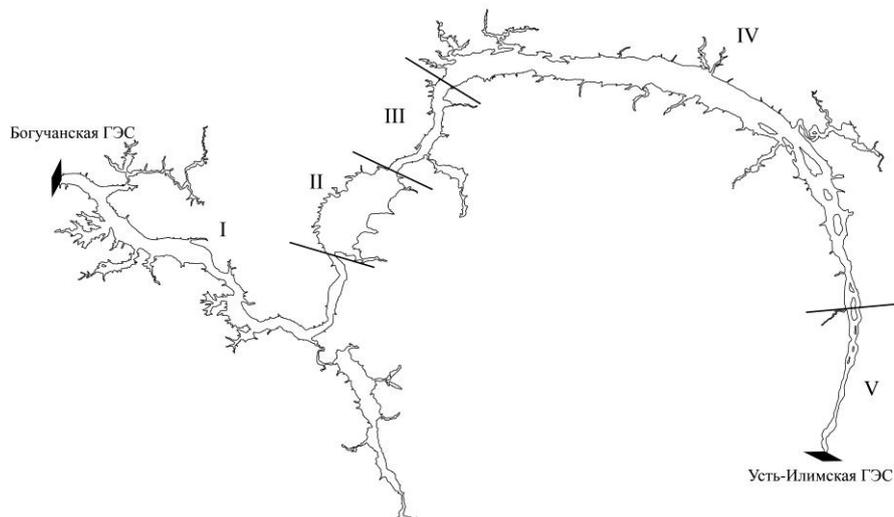


Рис. 1. Морфологические районы Богучанского водохранилища:
I – приплотинный; II – Тургеневское расширение; III – Кутарейское сужение;
IV – Кежемское расширение; V – Невонское сужение

В соответствии с прогнозом формирования берегов, выполненным в работе [3], абразионные берега имеют протяженность 766 км (табл. 2). Таким образом, суммарная потеря земель за счет размыва берегов Богучанского водохранилища за 10 лет может составить 48,1 км², что свидетельствует о необходимости проведения берегозащитных мероприятий.

Таблица 2

Морфометрическая характеристика ложа Богучанского водохранилища

Район	Длина, км	Средняя ширина, км	Длина береговой линии, км	Энергия волнения, тыс. тм	Протяженность абразионных берегов, км	Средняя величина отступления берега, м	
						за 10 лет	за 100 лет
I	117	5,7	1043	289	287	59	110
II	28	10,9	161	492	73	67	122
III	31	2,6	208	226	39	31	93
IV	163	5,5	933	307	355	70	134
V	36	1,3	85	47	12	19	77
Итого	375	–	2430	–	766	–	–

Не вдаваясь подробно в вопросы теории волн и их динамического воздействия на объекты, достаточно полно рассмотренные в работе [4], отметим, что более 90 % волновой энергии сосредоточено в верхних слоях.

Стационарные волноломы и берегоукрепительные сооружения полностью воспринимают

энергию волны и защищают берег от размыва, но сами в процессе работы разрушаются и требуют ремонта, а также являются дорогостоящими в строительстве и обслуживании. К тому же, учитывая величину колебания уровней воды на водохранилищах (см. табл. 1), значительно увеличивается зона берегозащиты.

При этом для достижения эффекта защиты берега достаточно снизить энергию волн до неразмывающих значений для данного вида грунта (значения норм размыва для различных отложений приведены в работе [3]), чего можно достичь применением различных плавучих волногасителей (диссипаторов): жестких, эластичных, пористых и др. Также необходимо учитывать положительную роль растительности на берегах (включая полузагипленные деревья) и постепенное гашение волн на естественных мелководьях.

Набегающие на плавучие сооружения волны частично отражаются, поглощаются и частично проходят под преградой и обтекают ее. Величину гашения волны можно оценить коэффициентом $\beta = h_{ост}/h$, значение которого находится в диапазоне от 0 до 1 (при $\beta = 0$ наблюдается полное гашение волны, а при $\beta \approx 1$ – гашение волны не происходит) (рис. 2) [5].

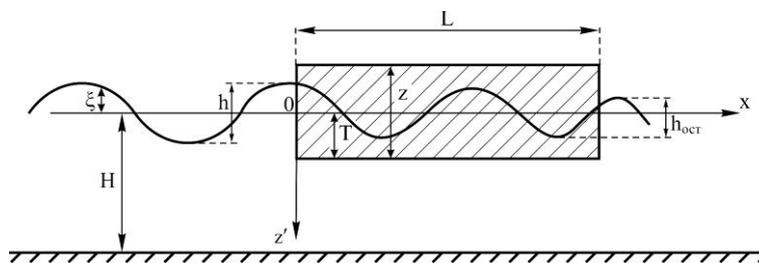


Рис. 2. Расчетная схема: H – глубина воды; z и T – высота и осадка плавучего объекта (волногасителя); h и $h_{ост}$ – высота волны до и после волногасителя; ξ – ордината точек профиля волны; L – длина волногасителя

Несомненно, чем больше коэффициент гашения, тем большую энергию (нагрузку) воспринимает плавучий волногаситель, и ее необходимо знать для проведения прочностного расчета конструкций волногасителей и якорных устройств.

При проектировании в строительстве силы воздействия ветровых волн на гидротехнические сооружения могут быть определены по методике, изложенной в СНиП 2.06.04-82* [6], но для случая плавучих волногасителей расчетные величины значительно превышают экспериментальные [5], что вероятнее всего связано со значительными коэффициентами запаса, жестким (неподвижным) закреплением объектов, а также исключением противодействия от волны за объектом.

В соответствии с математическими зависимостями, полученными в работе [5], величина силового воздействия, воспринимаемая волногасителем, определится как разность сил волнового давления на носовую F_1 и кормовую F_2 поверхности ($\Delta F = F_1 - F_2$), которые для случая $h \leq z$ могут быть определены по формулам

$$F_1 = \rho g B \xi \left(T + \frac{\xi}{2} - \frac{\text{sh}[-k(H - T - \xi)] - \text{sh}[-k(H - T)]}{k \cdot \text{ch}(kH)} \right);$$

$$F_2 = \rho g B \xi_1 \left(T + \frac{\xi_1}{2} - \frac{\text{sh}[-k(H - T - \xi_1)] - \text{sh}[-k(H - T)]}{k \cdot \text{ch}(kH)} \right),$$

где ρ – плотность воды;
 g – ускорение свободного падения;
 B – ширина волногасителя;

ξ – высота волны у передней грани волногасителя ($\xi = h/2 + \Delta h$, где h – высота подходящей волны,

Δh – высота отраженной от передней грани волны (изменение высоты волны у передней грани тела за счет ее частичного отражения незначительно и для практических расчетов ею можно пренебречь [4]));

ξ_1 – высота волны у задней грани волногасителя ($\xi_1 = 0,5h_{осм}\cos\sigma t$ – уравнение профиля волны за телом, $h_{осм}$ – высота волны за телом после ее гашения, $\sigma = 2\pi/t$ – угловая скорость, t – период волны);

T – осадка волногасителя;

H – глубина воды;

k – волновое число ($k = 2\pi/\lambda$, где λ – длина волны).

При $h > z$ носовая часть волногасителя будет полностью погружаться в воду, и поэтому необходимо учитывать дополнительную вертикальную нагрузку.

Результаты исследования работы жестких волногасителей (жестко закрепленных и свободно заякоренных, гладких и с шероховатостями, различных габаритов) [7] показывают на их большую эффективность в гашении волн. Для жестко зафиксированного волногасителя с шероховатостями нужна меньшая длина, по сравнению с заякоренным или без шероховатостей (чтобы погасить волну в два раза ($\beta = 0,5$), необходим: жестко зафиксированный волногаситель с элементами шероховатости длиной $L = 0,87\lambda$ и без шероховатостей – $L = 1,30\lambda$, заякоренный с шероховатостями – $L = 1,54\lambda$ и без шероховатостей – $L = 2,33\lambda$; при увеличении длины волногасителя эффект гашения возрастает; увеличение высоты и расстояния между шероховатостями позволяет снизить длину волногасителя). Однако жесткие волногасители представляют собой громоздкие массивы, применение которых будет сопряжено с определенными трудностями.

В связи с этим, на кафедре использования водных ресурсов СибГТУ были разработаны оптимальные для условий водохранилищ конструкции волногасителей [8–10], создаваемые из плавающей на их акватории древесины с помощью устройства [11]. Значения силы давления волны на волногаситель определялись в зависимости от коэффициента гашения волны при различных параметрах воздействующих на него волн. В качестве исходных данных, характеризующих волногаситель (осадка T и ширина B), были взяты параметры используемых в Ангаро-Енисейском бассейне лесосплавных пучков. Значения высоты и длины волны, а также глубин приняты для условий Богучанского водохранилища в соответствии с источником [3]. Коэффициент гашения, обеспечиваемый заякоренными волногасителями цилиндрического типа, достигает $\beta = 0,6$, а волногасителей ящичного типа – $\beta = 0,5$, что свидетельствует о их большей эффективности [5].

Жесткое закрепление волногасителя позволяет увеличить эффективность диссипации энергии волн до 50 % [7], но такое крепление в условиях водохранилищ из-за высокой амплитуды колебания уровней воды требует постоянного отслеживания и регулировки высоты установки.

Выводы. Применение на водохранилищах плавучих волногасителей для защиты берега от размыва, учитывая масштабы, транспортную доступность, наличие трудовых ресурсов и строительных материалов, наиболее выгодно (менее трудоемко, технологически просто и экономически целесообразно). На водохранилищах ГЭС Сибири могут быть использованы разработанные на кафедре использования водных ресурсов СибГТУ плавучие волногасители [8–10], что позволит не только снизить величину размыва берегов, но и очистить акваторию от плавающей древесной массы.

После заполнения водохранилища необходимо проводить исследования и устанавливать достоверность (оправдываемость) составленных прогнозов, так как от этого, в конечном итоге, будет зависеть эффективность и степень исполнения защитных мероприятий, запроектированных на прогнозных данных.

Литература

1. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А. Водоохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2015. – 209 с.
2. СанПиН 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ. – М., 1985.

3. Богучанское водохранилище. Подземные воды и инженерная геология / Ю.Б. Тржцинский, А.А. Горюнов, Б.М. Шенькман [и др.]; отв. ред. М.М. Одинцов. – Новосибирск: Наука, 1979. – 158 с.
4. Корпачев В.П. Теоретические основы водного транспорта леса. – М.: Академия естествознания, 2009. – 237 с.
5. Динамическое воздействие ветровых волн на плавучие волногасители из некондиционной древесины / В.П. Корпачев, А.И. Пережилин, А.А. Андрияс [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–4. – С. 840–844.
6. СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). – Утв. Постановление Госстроя СССР от 15.06.1982 г. № 161; введен с 1.01.1984 г. взамен СНиП II-57-75. – М., 1984.
7. Результаты экспериментальных исследований диссипации энергии волн на водохранилищах жесткими волногасителями / В.П. Корпачев, Г.А. Гайдуков, А.И. Пережилин [и др.] // Вестн. Моск. гос. ун-та леса. Лесной вестник. – 2013. – № 1 (93). – С. 73–76.
8. Сооружение для диссипации волновой энергии и защиты береговой полосы от размыва: пат. 116156 Рос. Федерация / Корпачев В.П., Губин И.В., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Тихненко М.А., Гайдуков Г.А.; № 2011152574/13; заявл. 22.12.2011; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14. – 1 с.
9. Сооружение для диссипации волновой энергии и защиты береговой полосы от размыва: пат. 116157 Рос. Федерация / Корпачев В.П., Губин И.В., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Тихненко М.А., Гайдуков Г.А.; № 2011152575/13; заявл. 22.12.2011; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14. – 2 с.
10. Сооружение для диссипации волновой энергии и защиты береговой полосы от размыва: пат. 125585 Рос. Федерация / Гайдуков Г.А., Корпачев В.П., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Гайдукова А.Ф., Малинин Л.И., Злобин А.А., Казанцев Р.А., Маличков А.В. – № 2012144187/13; заявл. 16.10.2012; опубл. 10.03.2013, Бюл. № 7. – 2 с.
11. Устройство для формирования плавучего волногасителя на акватории водохранилища: пат. 2503772 Рос. Федерация / Гайдуков Г.А., Слепцов И.С., Пережилин А.И., Гайдукова А.Ф., Корпачев В.П., Чеботарев М.С., Андрияс А.А., Злобин А.А. – № 2012129929/13; заявл. 13.07.2012; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. – 7 с.

Literatura

1. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A. Vodohranilishcha GEHS Sibiri. Problemy proektirovaniya, sozdaniya i ekspluatatsii. – Krasnoyarsk: Izd-vo SibGTU, 2015. – 209 s.
2. SanPiN 3907-85. Sanitarnye pravila proektirovaniya, stroitel'stva i ekspluatatsii vodohranilishch. – М., 1985.
3. Boguchanskoe vodohranilishche. Podzemnye vody i inzhenernaya geologiya / YU.B. Trzhcinskij, A.A. Goryunov, B.M. SHen'kman [i dr.]; отв. ред. М.М. Odincov. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 158 s.
4. Korpachev V.P. Teoreticheskie osnovy vodnogo transporta lesa. – М.: Akademiya estestvoznaniya, 2009. – 237 s.
5. Dinamicheskoe vozdeistvie vetrovyh voln na plavuchie volnogasiteli iz nekonditsionnoi drevesiny / V.P. Korpachev, A.I. Perezhilin, A.A. Andriyas [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – № 6–4. – S. 840–844.
6. SNiP 2.06.04-82*. Nagruzki i vozdejstviya na gidrotekhnicheskie sooruzheniya (volnovye, ledovye i ot sudov). – Utv. Postanovlenie Gosstroya SSSR ot 15.06.1982 g. № 161; vveden s 01.01.1984 g. vzamen SNiP II-57-75. – М., 1984.
7. Rezul'taty ehksperimental'nyh issledovaniy dissipatsii ehnergii voln na vodohranilishchah zhestkimi volnogasitelyami / V.P. Korpachev, G.A. Gajdukov, A.I. Perezhilin [i dr.] // Vestn. Mosk. gos. un-ta lesa. Lesnoi vestnik. – 2013. – № 1 (93). – S. 73–76.
8. Sooruzhenie dlya dissipatsii volnovoj ehnergii i zashchity beregovoi polosy ot razmyva: pat. 116156 Ros. Federatsiya / Korpachev V.P., Gubin I.V., Andriyas A.A., Perezhilin A.I., Tinenko M.A., Gaidukov G.A.; № 2011152574/13; zayavl. 22.12.2011; opubl. 20.05.2012, Byul. № 14. – 1 s.

9. Sooruzhenie dlya dissipatsii volnovoј ehnergii i zashchity beregovoј polosy ot razmyva: pat. 116157 Ros. Federaciya / Korpachev V.P., Gubin I.V., Andriyas A.A., Perezhilin A.I., Tihnenko M.A., Gaidukov G.A.; № 2011152575/13; zayavl. 22.12.2011; opubl. 20.05.2012, Byul. № 14. – 2 s.
10. Sooruzhenie dlya dissipatsii volnovoј ehnergii i zashchity beregovoј polosy ot razmyva: pat. 125585 Ros. Federaciya / Gaidukov G.A., Korpachev V.P., Andriyas A.A., Perezhilin A.I., Gaidukova A.F., Malinin L.I., Zlobin A.A., Kazantsev R.A., Malichkov A.V. – № 2012144187/13; za-yavl. 16.10.2012; opubl. 10.03.2013, Byul. № 7. – 2 s.
11. Ustroistvo dlya formirovaniya plavuchego volnogasitelya na akvatorii vodohranilishcha: pat. 2503772 Ros. Federaciya / Gajdukov G.A., Slepcev I.S., Perezhilin A.I., Gajdukova A.F., Korpachev V.P., Shebotarev M.S., Andriyas A.A., Zlobin A.A. – № 2012129929/13; zayavl. 13.07.2012; opubl. 10.01.2014, Byul. № 1. – 7 s.



УДК 631.371:621.3(571)

**В.И. Мурко, В.Н. Делягин,
М.П. Баранова, С.Н. Шахматов**

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ СИБИРИ

Целью данной работы являлась демонстрация возможности использования в качестве источника получения энергии местных доступных и недорогих ресурсов. Одна из разработанных и применяемых технологий – это получение суспензионных водоугольных топлив (ВУТ). Данная технология позволяет создавать эффективные и надежные системы производства качественной тепловой энергии в непосредственной близости от локальных потребителей с учетом их конкретных запросов. Инвестиционная привлекательность обусловлена компактностью и высокой экологичностью. Использование ВУТ позволяет решить ряд вопросов, связанных с транспортировкой угля в ряде случаев более экономичным видом транспорта – трубопроводным. При этом исключаются потери, связанные с ухудшением качества топлива: процессами окисления, выветривания, пыления, смерзания и т. п., и это тоже важный элемент энерго- и ресурсосбережения при транспортировке энергоносителей, при создании или модернизации энергетических систем и комплексов. Свойства ВУТ зависят от природы угля, которая меняется в зависимости от степени метаморфизма. Другим направлением использования местного сырья является эффективное применение углей низкой степени метаморфизма – бурых углей. Проведенные исследования показали, что технология получения и использования суспензионных водоугольных топлив вполне может быть успешно применена в сельском хозяйстве Сибири, поскольку угольные месторождения и предприятия по углепереработке распределены равномерно по всей территории Сибири. Результаты опытно-промышленных испытаний разработанных теплогенераторов показали, что даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2500 ккал/кг) ВУТ из различных марок углей Красноярского края возможно получение значения КПД более 80 %, при снижении себестоимости 1 Гкал – минимум от 30 до 300 % по сравнению со сжиганием угля или жидкого нефтяного топлива. В процессе испытаний в подобранных расчетных стационарных режимах было определено, что котел устойчиво работает на нерасчетном топливе, средняя температура слоя – 1000–1100 °С; возможно устойчивое горение в топочной камере на режимах от 100 до 25 % нагрузки и ручном регулировании; унос из топочной камеры мелкий, незначительный, видимые дымовые выбросы из дымовой трубы отсутствуют.

Ключевые слова: диверсификация, технологический комплекс, суспензионное водоугольное топливо, котельная, отходы углеобогащения.

THE DIVERSIFICATION OF ENERGY SOURCES IN AGRICULTURE OF SIBERIA

The aim of this work was to demonstrate possible use of energy sources of local available and inexpensive resources. One of the developed and applied technologies is coal-water slurry fuels (CWF) production. This technology allows creating efficient and reliable production of high quality thermal energy near local consumers with their specific demands. Investment attraction is defined by the compactness and high environmental safety. The WCF using allows solving a number of issues related to the transportation of coal; in some cases it is more economical to do it by pipeline. This excludes losses connected with the fuel quality deterioration: the processes of oxidation, weathering, dusting, freezing, etc., and it is also an important element of energy saving resource during the energy source transportation, creating or developing energy-related systems and complexes. The WCF properties depend on the origins of coal, which varies according to the metamorphism degree. Another way of using local raw materials is the effective employment of low-grade metamorphism coals, i. e. brown coals. The research showed that the technology of production and use of coal-water slurry fuels may be successfully applied in agriculture of Siberia because of the coalfields and enterprises for coal processing being distributed evenly throughout the whole territory of Siberia. The results of experimental-industrial tests of developed heat generators have shown that at low values of the lowest CWF combustion heat (2500 kcal/kg) from different Krasnoyarsk region's coals it is possible to obtain efficiency values over 80 %, reducing the cost price of 1 Gcal min from 30 to 300 % in comparison with coal or liquid petroleum fuels burning. During testing process of selected calculated steady-state modes it was determined that the boiler is stable working on estimated fuel, the average level temperature is 1000–1100 °C; stable combustion is possible in the combustion chamber on the modes from 100 to 25 % load and manual regulation; the emission from the combustion chamber is small, insignificant and there is no visible smoke from the chimney.

Key words: diversification, technological complex coal-water fuel, boiler, suspension waste coal.

Введение. Для повышения производительности труда и роста доходов населения требуется более интенсивное снабжение энергией. Поэтому энергетическая политика и технология для сельских районов должны способствовать использованию сочетания рентабельных источников энергии, работающих на местных ископаемых видах топлива, и возобновляемых источниках энергии. Достижение устойчивого развития сельских районов самым тесным образом связано со структурами спроса на энергию и ее предложения, осуществлением и стимулированием процесса экологически безопасной перестройки системы энергоснабжения сельских хозяйств. Это предполагает переход к диверсифицированным и структурированным источникам энергии путем обеспечения альтернативных новых и возобновляемых источников энергии. Необходимо также активизировать исследования и разработки по диверсификации источников и мероприятия по энергосбережению энергии, принимая во внимание необходимость эффективного использования энергии и разработки экологически безопасных технологий.

Цель исследований: демонстрация возможности использования в качестве источника получения энергии местных доступных и недорогих ресурсов.

Объекты, методы и результаты исследований. Одна из разработанных и применяемых технологий – это получение суспензионных водоугольных топлив (ВУТ). Данная технология позволяет создавать эффективные и надежные системы производства качественной тепловой энергии в непосредственной близости от локальных потребителей с учетом их конкретных запросов. Инвестиционная привлекательность обусловлена компактностью и высокой экологичностью. Использование ВУТ позволяет решить ряд вопросов, связанных с транспортировкой угля в ряде случаев более экономичным видом транспорта – трубопроводным. При этом исключаются потери, связанные с ухудшением качества топлива: процессами окисления, выветривания, пыления, смерзания и т. п., и

это тоже важный элемент энерго- и ресурсосбережения при транспортировке энергоносителей, при создании или модернизации энергетических систем и комплексов. Свойства ВУТ зависят от природы угля, которая меняется в зависимости от степени метаморфизма. Другим направлением использования местного сырья является эффективное применение углей низкой степени метаморфизма – бурых углей. Данные угли привлекательны относительной дешевизной и возможностью надежных поставок на длительный период, что может решить ряд проблем, связанных с развитием энергетики городов и регионов Сибири.

Для эффективного сжигания таких топлив требуется разработка специальных технологий и технических средств. В этом случае успешно применяется технология низкотемпературного вихревого сжигания в адиабатических камерах сгорания, которые либо встраиваются в топочное пространство существующих или вновь разрабатываемых котлов, либо устанавливаются рядом с действующим котлоагрегатом [1–3].

При этом, конструкции топочных камер должны учитывать не только низкую реакционную способность ВУТ, но и то, что при распылении ВУТ длина факела достигает 2,5 м и более, а время нахождения частиц твердой фазы ВУТ в камере сгорания составляет от 1 до 4 с. Опыт работы с теплогенераторами показал, что при тепловой мощности более 2,0 (3,0) МВт топочная камера встраивается в топочное пространство котла без увеличения его размеров. При тепловой мощности менее 2,0 (3,0) МВт требуется установка отдельно стоящей (выносной) топочной камеры [4].

Ниже представлены результаты работы экспериментальных и промышленных котлов на суспензионном водоугольном топливе и местных бурых углях.

Предприятием ЗАО «НПП «Сибэкотехника» разработаны и испытаны конструкции вихревых топочных камер сжигания различной мощности (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика работы теплогенераторов

Показатель	Технологический комплекс			
	Котельная ш. «Заречная», г. Ленинск-Кузнецкий	Теплогенератор в СИБИМЭ СО, п. Краснообск Новосибирской обл.	Котельная Хилари Ассетс, г. Темиртау, Казахстан	Котельная в г. Черепаново, Новосибирская обл.
Теплопроизводительность, Гкал/ч	0,50÷0,58	0,25	0,55÷0,58	0,5
Расход топлива, л/ч	120÷130	55	130÷140	110÷220
Температура в топке, °С	950÷1000	950	900÷980	950÷1050

В процессе опробования и эксплуатации указанных теплогенераторов использовались ВУТ с характеристиками, представленными в таблице 2.

В качестве исходного сырья использовался как угольный концентрат (теплогенератор в СИБИМЭ СО, п. Краснообск Новосибирской обл.), так и угольные шламы.

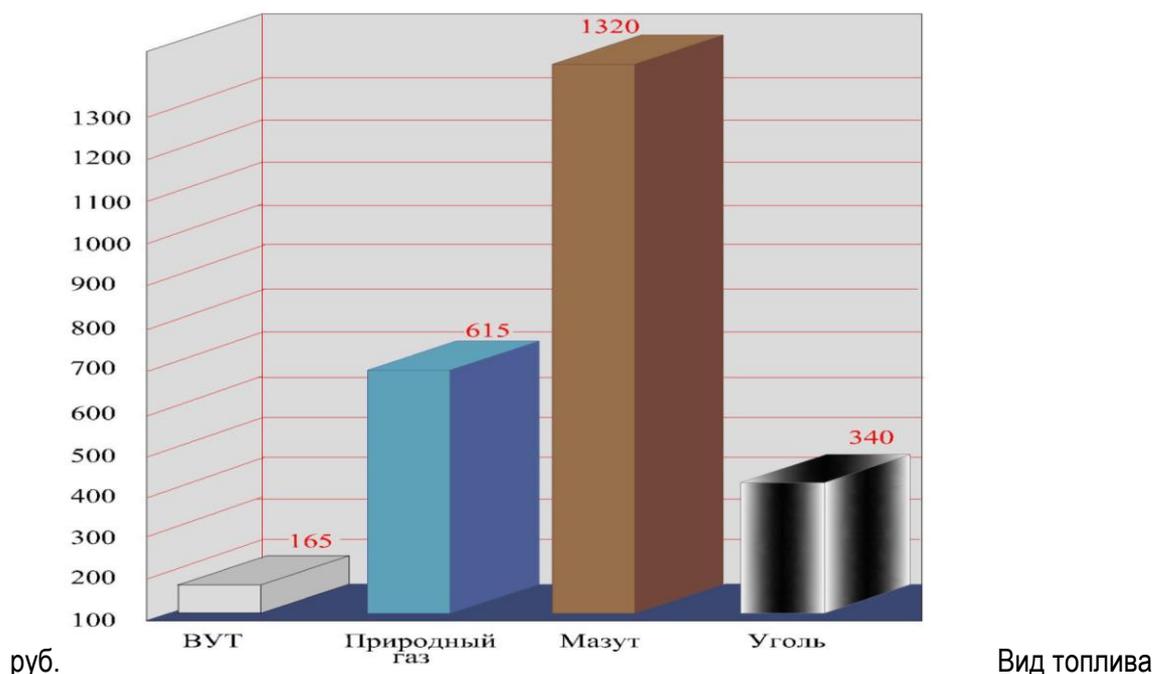
Результаты опытно-промышленных испытаний разработанных теплогенераторов показали, что даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2 500 ккал/кг) ВУТ из различных марок углей возможно получение значения КПД более 80 %. При этом себестоимость 1 Гкал снижается на 30–300 % по сравнению со сжиганием угля или жидкого нефтяного топлива.

Характеристика топлива, сжигаемого в теплогенераторах

Показатель	Технологический комплекс			
	Котельная ш. «Заречная», г. Ленинск-Кузнецкий	Теплогенератор в СибИМЭ СО, п. Краснообск Новосибирской обл.	Котельная Хиллари Ассетс, г. Темиртау, Казахстан	Котельная в г. Черепаново, Новосибирская обл.
Влага общая, %	40÷42	42÷43	36÷37	38÷43
Зольность (на сухое), %	26÷29	8,2÷8,5	43÷44	30÷45
Выход летучих, %	41,1÷43,6	42,3÷43,1	19,8÷20,2	6÷42
Размер частиц, мкм	0÷500	0÷500	0÷500	0÷500

На рисунке представлена диаграмма затрат на топливную составляющую при производстве 1 Гкал тепловой энергии при использовании различных видов топлива.

На территории Красноярского края существует достаточно много разного масштаба бурого угольных месторождений. Бурый уголь из-за низкой степени метаморфизма теряет энергетические свойства при хранении, отличаются и невысокой низшей теплотой сгорания.



Затраты на топливо при производстве 1 Гкал тепловой энергии

В настоящее время в г. Барнауле создан котельный завод (ООО «ПроЭнергоМаш») по производству специализированных котлов с вихревой системой сжигания «Торнадо», позволяющих эффективно сжигать местные, в том числе забалластированные, топлива.

Для определения возможности работы котла КВ-1,2-105 ШпВТ с топкой «Торнадо» производства ООО «ПроЭнергоМаш» на буром угле разреза «Чулымский» (Красноярский край) были проведены специальные испытания. Уголь имел следующие характеристики: влажность – 43,2 %; зольность – 11,3 %; низшая теплота сгорания – 2 820 ккал/кг; насыпная плотность – 868 кг/м³.

Результаты испытаний представлены в таблице 3. Следует отметить, что относительно низкие температуры воды на выходе из котла обусловлены тем, что испытания проводились в осенний период при температуре наружного воздуха +1–0 °С.

В процессе испытаний в подобранных расчетных стационарных режимах было определено следующее:

- котел устойчиво работает на нерасчетном топливе, средняя температура слоя 1000–1100 °С;
- возможно устойчивое горение в топочной камере на режимах от 100 до 25 % нагрузки и ручном регулировании;
- унос из топочной камеры мелкий, незначительный, видимые дымовые выбросы из дымовой трубы отсутствуют;
- коэффициент избытка воздуха за котлом 1,4–1,6;
- температура за котлом не превышает 120 °С.

Таблица 3

Результаты испытаний

Параметр	Числовое значение	
	Диапазон	Среднее
Температура воды на входе в котел, °С	34–65	48
Температура воды на выходе из котла, °С	до 70	–
Давление воды, МПа	0,44–0,54	0,5
Общее количество выработанного тепла, Гкал	–	0,350
Температура уходящих газов, °С	41–87	64
Температура горячего слоя над решеткой в топке на колоснике, °С	1000–1100	1050
Разрежение в топке, мм.вод.ст.	1,5–3,0	2,4
Состав дымовых газов за котлом:		
CO ₂ , %	14	
O ₂ , %	13	
CO, мг/м ³	185	
NO, мг/м ³	110	
SO ₂ , мг/м ³	320	
Коэффициент избытка воздуха за котлом	–	1,6
Теплота сгорания топлива	–	2820

Примечание. Контрольные условия сжигания: масса поданного угля – 150 кг; количество шлака – 17,5; количество уноса – 1,5 кг.

Выводы. Проведенные исследования показали, что технология получения и использования суспензионных водоугольных топлив вполне может быть успешно применена в сельском хозяйстве Сибири, поскольку угольные месторождения и предприятия по углепереработке распределены равномерно по всей территории Сибири.

Результаты опытно-промышленных испытаний разработанных теплогенераторов показали, что даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2 500 ккал/кг) ВУТ из различных марок углей Красноярского края возможно получение значения КПД более 80 % при снижении себестоимости 1 Гкал минимум от 30 до 300 % по сравнению со сжиганием угля или жидкого нефтяного топлива.

Применение технологии низкотемпературного вихревого сжигания в адиабатических камерах сгорания имеет инвестиционную привлекательность, обусловленную компактностью с высокими показателями надежности и высокой экологичностью.

Литература

1. Использование водоугольного топлива в энергообеспечении АПК / В.Н. Делягин, Н.М. Иванов, В.И. Мурко [и др.] // Росинформагротех. – М., 2013. – 92 с.
2. Использование водоугольного топлива в тепловых процессах АПК / В.И. Мурко, В.Н. Делягин, Н.М. Иванов [и др.] // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/1. – С. 239–242.
3. Гидротранспортные топливно-энергетические комплексы. Российско-кыргызское научно-техническое сотрудничество в области теплоэнергетики / В.И. Мурко, А.К. Джундубаев, М.П. Баранова [и др.]. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2015. – 250 с.
4. Environmentally clean technology of fine waste coalutilization / V.I. Murko, V.I. Fedyaev, H.L. Aynetdinov [et al.] // The 17th International Coal Preparation Congress. – Turkey, 2013. – P. 679–682.

Literatura

1. Ispol'zovanie vodougol'nogo topliva v ehnergoobespechenii APK / V.N. Delyagin, N.M. Ivanov, V.I. Murko [i dr.] // Rosinformagrotekh. – M., 2013. – 92 s.
2. Ispol'zovanie vodougol'nogo topliva v teplovyh processah APK / V.I. Murko, V.N. Delyagin, N.M. Ivanov [i dr.] // Polzunovskiy vestnik. – 2011. – № 2/1. – S. 239–242.
3. Hidrotransportnye toplivno-ehnergeticheskie komplekсы. Rossiisko-kyrgyzskoe nauchno-tekhnicheskoe sotrudnichestvo v oblasti teploehnergetiki / V.I. Murko, A.K. Dzhundubaev, M.P. Baranova [i dr.]. – Krasnoyarsk: Izd-vo SFU, 2015. – 250 s.
4. Environmentally clean technology of fine waste coalutilization / V.I. Murko, V.I. Fedyaev, H.L. Aynetdinov [et al.] // The 17th International Coal Preparation Congress. – Turkey, 2013. – P. 679–682.



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.147.2:638.16

А.Н. Федосова, М.В. Каледина

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА С МЕДОМ НА ОСНОВЕ КОНЦЕНТРАТА НАТУРАЛЬНОГО КАЗЕИНА

В работе показана возможность использования нетрадиционного сырья – концентрата натурального казеина (КНК) – для производства востребованных на рынке молочных десертов. Цель исследования – использование продукта фракционирования молока яблочным пектином концентрата натурального казеина в натуральной форме для разработки нового функционального продукта, обогащенного натуральным пчелиным медом. Изучены технологические свойства КНК. Установлено, что он относительно термостойчив (выдерживает тепловую обработку до 80 °С), хорошо взбивается при температуре 4–6 °С (взбитость 50–60 %) после предварительной выдержки при этой температуре 12–16 ч, добавление меда положительно влияет на структуру взбитого КНК и снижает вероятность отделения сыворотки при хранении. Определены доза и способ внесения наполнителя и натурального меда в продукт на основе КНК «смузи ягодный с медом»: мед в количестве 3 % от массы продукта вносят в КНК до тепловой обработки, подготовленный наполнитель вносят в предварительно взбитый КНК при температуре 20–22 °С в соотношении 2:1. Для рецептуры продукта также подобрана доля сухого пектина в наполнителе с сахаром, равная 1 % по массе. Технология и рецептура продукта представлены в статье.

Ключевые слова: пектин, натуральный мед, фракционирование, флокуляция, концентрат натурального казеина (КНК), сывороточно-пектиновая фракция (СПФ), смузи.

A.N. Fedosova, M.V. Kaledina

DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL PRODUCT WITH HONEY ON THE BASIS OF THE CONCENTRATE OF NATURAL CASEIN

The paper investigates the possibility of use of nonconventional raw materials – the natural casein concentrate (NCC) – for production of the milk desserts demanded in the market. The purpose of the study is to use product of the fractionation of milk by apple pectin – natural casein concentrate in natural form for the development of new functional product enriched with natural bee honey. The technological properties of NCC were studied. It was determined that NCC is relatively thermostable (withstands heat treatment at the temperature up to 80 °C), beats well at the temperature of 4–5 °C (overrun 50–60 %) after storage within 12–16 hours, adding honey has a positive effect on the structure of the beaten NCC and reduces the likelihood of the separation of whey during storage. The dose and way of introduction of a filler and natural honey in a product «smoothie berry with honey» based on NCC were defined. The honey was added in NCC in amount of 3 % of the product mass before thermal treatment. The prepared filler was added in previously shaken up NCC at the temperature 20–22 °C in the ratio 2:1. In addition, the dose of dry pectin for a filler was found to a formulation of product to be equal 1 % of filler weight. The formulation and technology of a product «berry smoothie with honey» are presented in the paper.

Key words: pectin, natural honey, fractionation, flocculation, natural casein concentrate (NCC), whey-pectin fraction, smoothie.

Введение. Главные приоритеты в направлении создания новых пищевых продуктов сформулированы в «Основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».

Основной задачей государственной политики в области здорового питания является расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности.

В настоящее время практически всем слоям взрослого населения развитых стран известна незаменимая роль белков в питании. При этом не менее важным является источник пищевого белка, его биологическая полноценность, переваримость и коэффициент эффективности его использования организмом.

Максимально возможный коэффициент эффективности пищевого белка (цельный белок куриного яйца) составляет 3,9. Для концентрата натурального казеина (КНК), выделенного из полидисперсной системы молока путем его флокуляции яблочным пектином, коэффициент эффективности его использования организмом достаточно высокий и составляет 3,1 [3].

Фундаментальные исследования в области фракционирования и концентрирования белков молочного сырья природными биополимерами, в том числе и яблочным пектином, изложены в ряде научных трудов [3–5].

В исследовании для разработки нового продукта в качестве сырья использовался раствор КНК, выделенный из обезжиренного молока с помощью яблочного пектина отечественного производства.

В рецептуре продукта использовался также натуральный пчелиный мед. Выбор данного компонента обоснован высокой пищевой ценностью меда и приятными органолептическими показателями. В нем обнаружено свыше 400 различных веществ, жизненно важных для организма человека. Натуральный мед относится к разряду функциональной пищи, необходимой для оптимальной работы всего организма. Он широко используется в народной медицине как общеукрепляющее, тонизирующее, восстанавливающее силы средство [1].

Цель и задачи исследования: разработка нового функционального белкового продукта на основе КНК с использованием натурального меда в качестве подсластителя ягодных добавок и пектина.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:** при фракционировании молока обеспечить максимально возможный выход сырья (КНК); изучить технологические свойства КНК и выбрать вид возможного продукта, сочетаемого с медом и ягодами; разработать рецептуру и технологию предлагаемого продукта применительно к промышленным условиям.

Методы и результаты исследования. Объекты исследований: пастеризованное обезжиренное молоко, пектин, изготовленный в Белгородской области по ТУ 9199-012-01014470-04 «Пектин яблочный, биологически активная добавка к пище», пчелиный мед натуральный Белгородской области, раствор КНК, замороженные ягоды торговой сети, свекловичный сахар-песок.

Для получения физико-химических и микробиологических результатов исследований использовались стандартные и опубликованные в специальной литературе методы [6].

Измерение pH осуществляли на pH-метре/иономере марки ИПЛ-201 (МУЛЬТИТЕСТ «Семико»).

Измерение содержания сухих веществ осуществляли методом высушивания до постоянной массы при температуре 102...105 °С.

Содержание казеина и сывороточных белков определяли рефрактометрическим методом с помощью рефрактометра марки ИРФ-464.

Взбивание раствора КНК проводили на лабораторном диспергаторе марки IKARW 20 digital при скорости работы мешалки 2000 об/мин.

Органолептические показатели продукта были представлены посредством дегустационной оценки экспертов по 10-балльной шкале.

Научная работа проводилась в лаборатории молока и молочных продуктов Белгородского аграрного университета имени В.Я. Горина.

Получение и технологические свойства КНК

Для выделения (флокуляции) казеина из обезжиренного молока использовали 5 %-й водный раствор яблочного пектина. Раствор готовили путем растворения порошка пектина в горячей воде 70...72 °С при непрерывном перемешивании с последующим его охлаждением. Раствор имел желтоватый цвет, освежающий яблочный запах, кисловато-терпкий вкус, рН раствора – $2,5 \pm 0,04$. Консистенция раствора при температуре 4...6 °С однородная, практически не текучая, при температуре 20...22 °С раствор представлял собой густую однородную жидкость. Срок использования раствора пектина составлял не более 48 ч. Для фракционирования использовали пастеризованное при температуре 74 ± 2 °С обезжиренное молоко.

Оптимизация параметров процесса фракционирования обезжиренного пастеризованного молока пектином российского производства была проведена нами ранее [7].

Для эффективной флокуляции казеина на одну тонну обезжиренного молока требовалось 6...7 кг сухого порошка пектина, что в среднем составляет 110 кг 5 %-го водного раствора. Смешивание компонентов можно проводить при любой температуре в интервале 8...50 °С, при условии одинаковой температуры компонентов в момент смешивания. Фракционирование проводилось путем отстаивания в поле гравитационных сил в течение 30...60 мин. Продолжительность разделения молока на фракции зависела от температуры, с повышением температуры процесс протекал быстрее. Казеин вытеснялся пектином в нижнюю часть емкости в виде концентрированного раствора ярко-белого цвета, по консистенции идентичного 30 %-м сливкам.

В конце процесса фракционирования плотность раствора КНК составляла 1055...1060 кг/м³, слой сывороточно-пектиновой фракции (СПФ) становился прозрачным. Раствор КНК отделяли путем слива.

Для сывороточно-пектиновой фракции нами разработаны рецептуры и технология пудингов с медом [2].

Технологическая характеристика полученного раствора концентрата натурального казеина. Цвет раствора КНК насыщенно белый. Вкус слегка кисловатый. Кислотность титруемая – 45 ± 2 °Т, активная – рН $6,3 \pm 0,04$. Выход КНК в среднем составлял 20 % к массе смеси. Содержание сухих веществ в растворе КНК 23...25 %.

Раствор КНК сохранял гомогенность при нагреве до 80 °С, при 85 °С появлялись единичные хлопья денатурированного белка, при 90 °С происходил процесс явной денатурации.

Ориентируясь в выборе возможного продукта на взбитый сладкий десерт с медом, изучили способность к взбиванию раствора КНК и при различном содержании в нем меда и свекловичного сахара. Взбивание проводилось на лабораторном диспергаторе (скорость вращения лопастей – 2000 об/мин).

Исследование показало, что полученный раствор КНК способен образовывать густую пенную структуру только после предварительной значительной по времени выдержки (16...20 ч) в охлажденном виде при температуре 4...6 °С. Раствор КНК образовывал устойчивую пену с максимальным увеличением объема пены в 1,5...1,6 раза уже за три минуты.

Способность раствора КНК к взбиванию можно объяснить, с одной стороны, сближением агрегатов мицелл казеин-кальций-фосфатного комплекса (ККФК) в концентрированном растворе и усилением их мицеллярного взаимодействия, что приводит к образованию структурированной системы, характеризующейся повышенной вязкостью [6].

С другой стороны, при понижении температуры растворимость газов увеличивается, что также способствует пенообразованию. Взбитый раствор КНК представлял собой густую однородную белково-воздушную пену.

Для исследования устойчивости структуры при хранении взбитый раствор КНК наливали в три одинаковых стеклянных стакана по 100 см³ и помещали в холодильник (4...6 °С) на 24 ч. По истечению срока в пробах наблюдалось заметное снижение высоты слоя пены.

Необходимым технологическим свойством взбитого продукта является способность длительное время сохранять исходную структуру.

Растворимые в воде углеводы (мед, свекловичный сахар) обладают высокой гидрофильностью и должны повышать устойчивость пены. Ориентируясь на потребителей среднего достатка, изучали долю меда не выше 3 %, а высокая сладость меда позволит снизить и содержание сахара в продукте.

КНК смешивали с медом и сахаром отдельно и в виде их смеси (соотношение 1:1) в количестве от 1 до 3 % к массе раствора КНК, выдерживали при температуре 4...6 °С в течение 16...20 ч, далее взбивали и разливали в стеклянные стаканы по 100 см³, измеряли высоту пены, помещали в холодильник (температура 4...6 °С) и через 24 ч снова измеряли высоту взбитой смеси и её состояние.

Введение в КНК меда и сахара не влияло на объем пены, их влияние на стабильность структуры взбитого раствора КНК представлено в таблице 1.

Таблица 1

Влияние меда и сахара на стабильность структуры взбитого раствора КНК

Время хранения, ч	Изменение объема смеси через 24 ч выдержки при температуре 4...6 °С, %						
	Раствор КНК, контроль	Массовая доля меда, г/100 г смеси			Массовая доля сахара, г/100 г смеси		
		1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0
Старт	Объем смеси перед взбиванием 100 см ³						
24	25±2	0	0	0	18±2	19±2	21±2

Результаты эксперимента в пробах со смесью меда и сахара в соотношении сахаров 1:1 практически не отличались от проб только с медом (см. табл. 1).

Более высокую способность меда, в сравнении с сахаром, стабилизировать структуру взбитого раствора КНК можно объяснить числом структурных единиц (молей) моносахаридов в меде и их высокой способностью гидратироваться, суммарная доля глюкозы и фруктозы в меде составляет 70...78 % [1].

Способность КНК в смеси с медом давать устойчивую пену определила выбор вида нового продукта – смузи, приготовленный на КНК с медом.

Смузи – прохладный десерт из измельченных кусочков фруктов и ягод с добавлением молока, йогурта, мороженого, меда, яиц, сахара, льда и других компонентов. Смузи содержит пищевые волокна, витамины, антиоксиданты. Биологическую ценность смузи можно дополнительно повысить введением в его состав КНК.

Для разработки рецептуры продукта использовались ягодные и фруктовые наполнители: клубника, слива, вишня и ассорти (черная смородина, клубника, вишня). Наполнители предварительно подготавливали следующим образом. Замороженные ягоды и фрукты дефростируют, смешивали с сахарным песком в количестве 30 % к массе, затем смесь нагревали до 95 °С, быстро охлаждали до 20...22 °С и вносили в КНК.

Отмечено, что объем и устойчивость пены значительно выше при введении наполнителя в холодный предварительно взбитый раствор КНК. Долю наполнителя в продукте определили экспериментально (табл. 2).

Для рецептуры продукта выбрано соотношение массы наполнителя и массы КНК, равное 2:1.

Чтобы предупредить возможность синерезиса на весь срок реализации продукта (7 сут), наполнитель стабилизировали яблочным пектином. Такая добавка обеспечит продукту дополнительные функциональные свойства.

Таблица 2

Влияния доли ягод на консистенцию и органолептические показатели КНК

Органолептические показатели смеси	Масса ягодного наполнителя в 100 г КНК, г			
	70	100	200	300
Цвет	Бледный слабовыраженный	Не достаточно насыщенный	Насыщенный, характерный вид у ягод	Насыщенный, характерный вид у ягод
Консистенция	Густая, не текучая	Густая, не текучая	Густая, не текучая	Несвязанная, рыхлая
Вкус продукта	Заметный вкус ягод	Заметный вкус ягод	Явный вкус ягод	Излишний вкус ягод

Массовую долю пектина в наполнителе подбирали экспериментально. Пектин в сухом виде вносили в горячий (80 °С) наполнитель с сахаром при непрерывном перемешивании до полного его растворения. Полученную консистенцию анализировали после охлаждения до температуры 20...25 °С и выдержки в течение 2 ч (табл. 3).

Таблица 3

Влияние доли пектина на консистенцию наполнителя

Показатель	Содержание сухого пектина в 100 г наполнителя, г				
	0 (контроль)	0,5	1,0	1,5	2,0
Консистенция	Жидкая, свободная влага	Жидкая, свободная влага	Густая, удерживает влагу	Густая, удерживает влагу	Очень плотная

Для рецептуры продукта выбрана доля сухого пектина в наполнителе с сахаром, равная 1 % по массе.

На основании проведенных исследований разработана рецептура функционального белкового продукта с медом, ягодным наполнителем и пектином (смузи) на основе концентрата натурального казеина, выделенного из обезжиренного молока с помощью яблочного пектина (табл. 4).

Таблица 4

Рецептура смузи ягодного с медом на основе КНК

Компонент	Масса, кг
Концентрат натурального казеина, сухие вещества 25 %	320
Наполнитель ягодный с содержанием сахара 30 %	640
Яблочный пектин, сухие вещества 95 %	10
Мед натуральный, сухие вещества 83 %	30
<i>Итого масса продукта</i>	1000

Примечание. Содержание влаги в продукте не более 70 %.

Высшую оценку (10 баллов) по решению дегустационной комиссии получили варианты смузи с клубникой и ассорти (клубника, вишня, черная смородина). Смузи с вишней или сливой при хранении частично отделял влагу.

Технология смузи белкового с медом на основе КНК

В свежеполученный раствор КНК, плотностью не менее 1060 кг/м³, вносили натуральный мед, из расчета 3 % его содержания в продукте. После растворения меда (10...15 мин) смесь пастеризовали при температуре 76...78 °С с выдержкой 20 с, охлаждали до комнатной температуры, помещали в холодильник (температура 4...6 °С) и выдерживали при данной температуре не менее 12...16 ч. Холодную смесь КНК с медом взбивали до увеличения объема не менее 1,5 раза (скорость 2000 об/мин, продолжительность 3 мин). Взбитый КНК с медом смешивали с ягодным наполнителем комнатной температуры (20...22 °С), фасовали и охлаждали до температуры до 4...6 °С. Срок реализации продукта при хранении в охлажденном виде – 7 сут.

Полученный продукт имел нежную воздушную консистенцию, с приятным ощущением кусочков ягод. Наличие КНК обеспечивало по ощущениям сливочный вкус при отсутствии жира в продукте. Содержание компонентов в 100 г продукта представлено в таблице 5.

Таблица 5

Содержание компонентов в 100 г смузи ягодного с медом

Компонент	Содержание в продукте, не менее, г
Белок	6,5
Ягоды	45
Сахар	19
Натуральный мед	3,0

Заключение. Для разработки нового функционального продукта в качестве молочного сырья выбран концентрат натурального казеина (КНК), выделенный из обезжиренного молока путем его вытеснения и концентрирования в виде раствора яблочным пектином российского производства. Термоустойчивость КНК, способность к взбиванию и его сочетаемость с ягодными наполнителями определили вид разрабатываемого продукта – «смузи ягодный с медом». Включение в рецептуру натурального меда, ягод и пектина позволили придать продукту хорошие потребительские качества и усилить функциональные свойства. Практическая значимость работы определена разработанной рецептурой и технологией продукта.

Литература

1. Даников Н.В. Целебный мёд. – М.: Эксмо-Пресс, 2012. – 255 с.
2. Каледина М.В., Федосова А.Н., Мартынова И.А. Разработка рецептур и технологии пудингов с медом на основе сывороточно-пектиновой фракции // Современные достижения биотехнологии: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Минск; Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 268 с.
3. Концентраты белков молока: выделение и применение / В.И. Трухачев, В. В. Молочников, Т.А. Орлова [и др.]. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 152 с.
4. Молочников В.В. Безотходная технология переработки молока с применением полисахаридов. – М.: Агропромиздат, 2007. – 320 с.
5. Орлова Т.А. Биотехнологические принципы производства функциональных молочных продуктов с применением полисахаридов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Ставрополь, 2009. – 31 с.

6. Тепел А. Химия и физика молока / пер. с нем. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 836 с.
7. Федосова А.Н., Каледина М.В. Функциональные молочные продукты с медом на основе фракционирования молочного сырья пектином // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.

Literatura

1. Danikov N.V. Celebny myod. – М.: Eksmo-Press, 2012. – 255 s.
2. Kaledina M.V., Fedosova A.N., Martynova I.A. Razrabotka receptur i tekhnologii pudingov s medom na osnove syvorotochno-pektinovoj frakcii // Sovremennye dostizheniya biotekhnologii: mat-ly IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Minsk; Stavropol': Izd-vo SKFU, 2014. – 268 s.
3. Koncentraty belkov moloka: vydelenie i primenenie / V.I. Truhachev, V.V. Molochnikov, T.A. Orlova [i dr.]. – Stavropol': AGRUS, 2009. – 152 s.
4. Molochnikov V.V. Bezothodnaya tekhnologiya pererabotki moloka s primeneniem polisaharidov. – М.: Agropromizdat, 2007. – 320 s.
5. Orlova T.A. Biotekhnologicheskie principy proizvodstva funkcional'nyh molochnyh produktov s primeneniem polisaharidov: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Stavropol', 2009. – 31 s.
6. Тепел А. Химиya i fizika moloka / per. s nem. Fil'chakovej. – SPb.: Professiya, 2012. – 836 s.
7. Fedosova A.N., Kaledina M.V. Funkcional'nye molochnye produkty s medom na osnove frakcionirovaniya molochnogo syr'ya pektinom // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 4.



УДК 664.68

Н.Н. Тупсина, Н.В. Присухина

КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ

Цель данного исследования – разработать новые виды кондитерских изделий с использованием сушеной клюквы для повышения пищевой ценности готовых изделий. У большинства населения России в организме снижена концентрация необходимых макро- и микронутриентов, а также витаминов. В связи с этим, является актуальным проведение комплексных исследований по разработке кондитерских изделий с использованием местного растительного сырья. На кафедре ТХКиМП ИПП Красноярского государственного аграрного университета разработана рецептура ириса с различной дозировкой сушеной клюквы. Клюква в изделие добавлялась в количестве 8, 10, 12, 14 и 16 %. Готовые изделия исследовали по основным показателям качества. По результатам органолептической и физико-химической, а также дегустационной оценки наилучшим образцом выбран ирис с дозировкой клюквы в количестве 14 %. Расчет пищевой ценности показал, что в разработанном изделии увеличивается количество витаминов В₁ и РР; минеральных веществ: К, Mg, P, Са, Na, белка, а также неусвояемых углеводов, которые способствуют улучшению работы ЖКТ. На основании полученных данных можно сделать вывод, что использование сушеной клюквы в производстве ириса позволяет получить новый вид ириса повышенной пищевой ценности, расширить ассортимент кондитерских изделий.

Ключевые слова: клюква, пищевая ценность, ирис, кондитерские изделия.

N.N. Tipsina, N.V. Prisukhina

THE CONFECTIONERY OF HIGH NUTRITION VALUE

The purpose of this work was to develop new types of confectionery with the use of a dried cranberry for increase of a nutrition value of finished products. Most of the population of Russia needs macro-, micronutrients, and also vitamins. In this regard, researches are carrying out complex studies on the de-

velopment of confectionery with the use of local vegetable raw materials. The scientists of Krasnoyarsk state agrarian university studied the iris compounding with various dosage of a dried cranberry. The additive was used in the quantity of 8, 10, 12, 14 and 16 %. Finished products were investigated by the main indicators of quality. By the results of an organoleptic and physical and chemical, and also tasting assessment the iris with a cranberry dosage of 14 % was chosen as the best sample. Calculation of a nutrition value showed that in the developed product the amount of B1 and PP vitamins, mineral substances increases: K, Mg, P, Ca, Na, protein, and also indigestible carbohydrates which promote improvement of work of a gastrointestinal tract. Taking into account the data given above it is possible to draw a conclusion that the use of a dried cranberry in the food products containing iris allows to receive a new type of products of high nutrition value, to expand the range of confectionery.

Key words: *cranberry, nutrition value, iris, confectionery.*

Введение. Исследования, проведенные институтом питания РАМН, выявили глубокий дефицит витамина С (в 3,5–6 раз меньше физиологической нормы), витаминов группы В (В₁, В₂, В₆) более, чем у 50 % обследованных детей. Недостаточная обеспеченность фолиевой кислотой выявлена у 36 % детей (в северных районах дефицит достигает 64 %); витаминов группы Е – у 47 % (в ряде регионов составляет 87 %).

У большинства населения России снижена концентрация кальция, железа и других микронутриентов, в том числе фтора, цинка, йода и особенно эссенциального микроэлемента – селена, являющегося важным элементом антиоксидантной защиты организма. Дефицит пищевых волокон достигает 50 %. В связи с этим в последнее время все большее внимание в кондитерской промышленности стали уделять разработке и выпуску изделий лечебно-профилактического назначения, в состав которых вводятся препараты биологически активных веществ или природные компоненты, способные повысить их пищевую ценность (подварки из овощей и плодов, фруктово-ягодные порошки и т. д.) [1]. В частности клюква является эффективным средством профилактики раннего старения, помогает бороться с простудными и инфекционными заболеваниями [2].

В сушеных ягодах клюквы содержание белков составляет 0,07 г, жиров – 1,37 г, углеводов – 82,36 г, пищевых волокон – 5,7 г, полиненасыщенных жирных кислот – 0,658 г; витаминов: Е – 1,07 мг, В₁ – 0,007 мг, В₂ – 0,016 мг, В₄ – 4 мг, В₅ – 0,217 мг, В₆ – 0,038 мг, С – 0,2 мг, РР – 0,99 мг, К – 3,8 мкг; минеральных веществ: кальция – 10 мг, магния – 5 мг, натрия – 3 мг, калия – 40 мг, фосфора – 8 мг, железа – 0,53 мг, цинка – 0,11 мг, меди – 80 мкг, марганца – 0,265 мг, селена – 0,5 мкг [3].

Цель исследования: разработать новые виды кондитерских изделий с использованием сушеной клюквы для повышения пищевой ценности готовых изделий.

Задачи исследования:

- 1) изучить пищевую ценность и свойства клюквы сушеной;
- 2) разработать новые виды кондитерских изделий с ее использованием;
- 3) рассчитать пищевую ценность разработанных изделий.

Объекты исследования: клюква, собранная в Туруханском районе, высушенная в естественных условиях при температуре 18–20 °С, ирис с добавлением клюквы.

Методы исследования: содержание редуцирующих веществ определяли феррицианидным методом по ГОСТ 8756.13-87, массовую долю жира – по ГОСТ 5899-85, определение влаги и сухих веществ – по ГОСТ 5900-73.

На кафедре ТХКиМП ИПП Красноярский ГАУ разработана рецептура ириса с использованием сушеных ягод клюквы.

Рецептура представлена в таблице 1.

Таблица 1

Рецептура ириса (контрольный образец)

Сырье	Содержание сухих веществ на 100 г продукта, %	Расчет сырья на загрузку, г (контрольный образец)		Количество сырья на загрузку, г (с добавлением клюквы)	
		В натуре	Сухие вещества	В натуре	Сухие вещества
Молоко сгущенное	74,0	100	74,0	100	74,0
Сахар-песок	99,85	77,1	77,1	66,3	66,2
Патока	78,0	51,9	51,1	51,9	51,1
Масло сливочное	84,0	17,8	15,0	17,8	15,0
Соль	69,5	0,454	0,43	0,454	0,43
Эссенция ванильная	–	0,908	–	0,908	–
Клюква сушеная	84,0	–	–	10,8	9,077
<i>Итого</i>	–	248,162	217,63	248,162	215,81
<i>Выход</i>	84,0	214,97	213,27	214,97	211,5

Ирис готовили по стандартной технологии. Процесс приготовления ириса с клюквой состоит из следующих стадий: подготовка сырья и рецептурной смеси; приготовление сиропа, уваривание ирисной массы, охлаждение, формование и упаковка [4].

Готовые изделия исследовались по основным показателям качества. Результаты представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Органолептические показатели качества ириса

Показатель	Образец изделия					
	Контроль	8 %	10 %	12 %	14 %	16 %
Вкус и запах	Характерен ирису	Характерен ирису, с привкусом клюквы				
Поверхность	Сухая, не липкая	Сухая, не липкая с отчетливым присутствием клюквы				
Форма	Прямоугольная					
Структура	Аморфная					
Консистенция	Полутвердая					

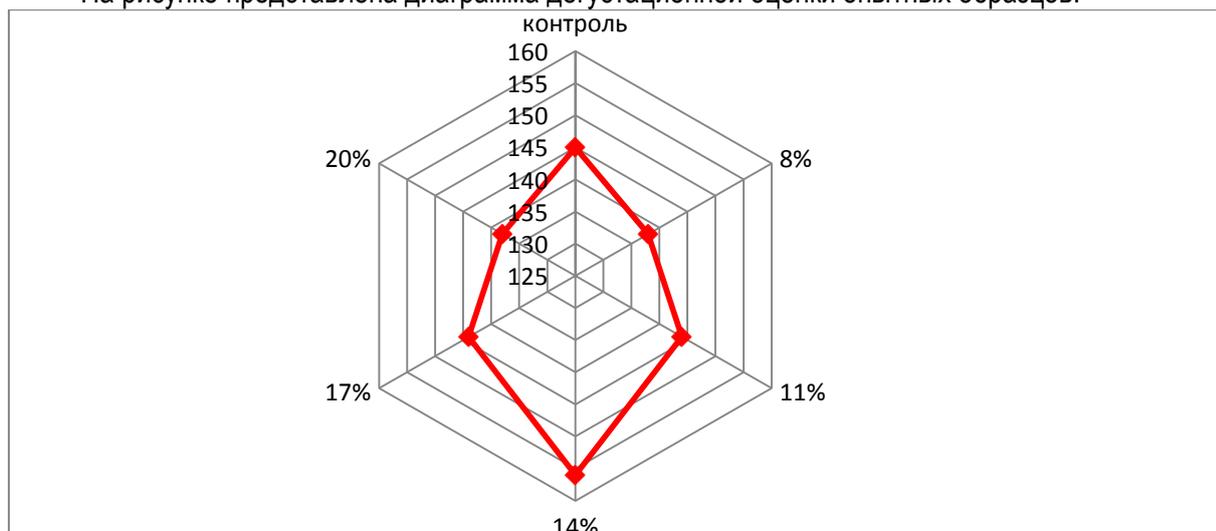
Таблица 3

Физико-химические показатели ириса

Показатель	Образец изделия					
	Контроль	8 %	10 %	12 %	14 %	16 %
Влажность, %	8,5	8,5	8,5	8,45	8,43	8,42
Массовая доля жира, г	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Редуцирующие вещества, %	14	14	14,1	14,1	14,12	14,13

Из таблицы 3 видно, что с увеличением дозировки клюквы незначительно увеличивается количество редуцирующих веществ, а также уменьшается влажность готовых изделий.

На рисунке представлена диаграмма дегустационной оценки опытных образцов.



Дегустационная оценка образцов

По результатам исследований лучшим образцом по органолептической, физико-химической и дегустационной оценке определен ирис с добавлением 14 % клюквы. Показатели качества остаются в пределах ГОСТа. Но при дальнейшем увеличении добавляемой сушеной клюквы ухудшается внешний вид и вкус готовых изделий, что снижает потребительскую активность.

Результаты расчета пищевой ценности приведены в таблице 4.

Таблица 4

Пищевая ценность ириса

Показатель	Ирис (контрольный образец)		Ирис (с добавлением клюквы)		Отклонения
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовле- творения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовле- творения суточной потребности, %	
1	2	3	4	5	6
Химический состав, г:					
белки	7,34	8,53	7,42	8,72	+
жиры	15,42	15,12	15,57	15,26	-
усвояемые углеводы	75,23	19,7	77,13	20,19	+
неусвояемые углеводы	-	-	0,62	31,0	+
Минеральные вещества, мг:					
Fe	0,4	3,3	0,4	3,3	0
K	372,04	18,6	373,12	18,7	+
Mg	34,08	8,52	34,62	8,66	+
P	224,3	18,69	225,16	18,7	+
Ca	314,01	39,25	324,09	40,5	+
Na	134,8	11,23	135,12	11,25	+

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
Витамины, мг:					
В ₁	0,12	7,1	0,13	7,65	+
В ₂	0,44	22,0	0,42	21,0	–
РР	0,19	1,26	0,304	1,6	+
С	0,6	0,86	0,6	0,86	0
А	0,08	0,008	0,08	0,008	0
Органические кислоты, г	0,2	0,6	0,3	0,7	+
Энергетическая ценность, ккал	469,06	16,9	478,01	17,22	+

Из таблицы 4 видно, что при внесении сушеной клюквы в качестве добавки в ирис в готовом изделии увеличивается количество витаминов В₁ и РР, минеральных веществ: К, Mg, Р, Са, Na, белка, а также неусвояемых углеводов, которые способствуют улучшению работы ЖКТ.

Выводы. Использование сушеной клюквы в производстве ириса позволяет получить новый вид ириса повышенной пищевой ценности, расширить ассортимент кондитерских изделий.

Литература

1. Матвеева Т.В., Корячкина С.Я. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий. – Орел, 2012. – 947 с.
2. Изосимова И.В. Научно-практические основы рационального использования ягод брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) и клюквы (*Oxycoccus palustris*): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2004.
3. URL: <http://prodgid.ru/poleznye-svoystva/yagody/klyukva-sushenaya>.
4. Драгилев А.И. Производство конфет и ириса: учеб. пособие. – М.: Московские учебники, 2003. – 368 с.

Literatura

1. Matveeva T.V., Koryachkina S.YA. Fiziologicheski funkcional'nye pishchevye ingredienty dlya hlebobulochnyh i konditerskih izdeliy. – Orel, 2012. – 947 s.
2. Izosimova I.V. Nauchno-prakticheskie osnovy racional'nogo ispol'zovaniya yagod brusniki (*Vaccinium vitis-idaea*) i klyukvy (*Oxycoccus palustris*): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Krasnoyarsk, 2004.
3. URL: <http://prodgid.ru/poleznye-svoystva/yagody/klyukva-sushenaya>.
4. Dragilev A.I. Proizvodstvo konfet i irisa: ucheb. posobie. – M.: Moskovskie uchebniki, 2003. – 368 s.



**МИКРОФЛОРА КОНСЕРВИРОВАННОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАСЫЩЕННОГО РАССОЛА В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА**

С помощью прямой микроскопии и метода культивирования были изучены численность и биологическое разнообразие микроорганизмов в двух образцах папоротника *Pteridium aquilinum*, консервированного с помощью насыщенного раствора соли. Первый образец хранился 3 месяца после засола, второй – 15 месяцев после засола. В обоих образцах не обнаружено мицелиальных грибов, дрожжей и спорообразующих бактерий. Общее число аэробных и факультативно анаэробных бактерий, способных к росту на питательном агаре (пептон – 9,0 г/л, гидролизат казеина – 8,0 г/л, дрожжевой экстракт – 3,0 г/л, NaCl – 5,0 г/л, Na₂HPO₄ – 2,0 г/л, pH 7,2 ± 0,2), составило 4400 ± 937 КОЕ мл⁻¹ в первом образце и 4950 ± 992 КОЕ мл⁻¹ во втором образце. Общее число бактериальных клеток, подсчитанных с помощью фазово-контрастной микроскопии, составило соответственно 2,556 ± 0,385 миллионов и 0,878 ± 273 миллионов на 1 мл. Бактериальные клетки – палочковидные, подвижные и неподвижные. Культивирование в среде с высокой концентрацией соли показало, что данные бактерии способны расти аэробно в присутствии 15–36 % NaCl с оптимумом в районе 20–25 % NaCl, и с оптимальной температурой роста +37 °C или выше. Всё это позволяет идентифицировать данных бактерий как экстремально галофильных архей, принадлежащих к семейству Halobacteriaceae (домен Archaea, царство Euryarchaeota, тип Euryarchaeota, класс Halobacteria, порядок Halobacteriales). Все галобактерии в образцах находятся в рассоле, в то время как ткани папоротника остаются стерильными.

Ключевые слова: консервирование, засолка, галофильные археи, Halobacteriaceae.

S.V. Khizhnyak, G.A. Demidenko, E.Y. Muchkina

**MICROFLORA OF CANNED VEGETABLES WHEN USING SATURATED
SALT BRINE AS A PRESERVATIVE**

The number and biological diversity of microorganisms in two samples of preserved using saturated salt brine fern *Pteridium aquilinum* was studied by direct microscopy and cultivation method. The first sample was stored for 3 months and the second sample was stored for 15 months after salting. No filamentous fungi, yeasts and spore forming bacteria were found in both samples. Total number of aerobic and facultative anaerobic bacteria able to grow on nutrition agar (peptone – 9,0 g/L, casein hydrolysate – 8,0 g/L, yeast extract – 3,0 g/L, NaCl – 5,0 g/L, Na₂HPO₄ – 2,0 g/L, pH 7,2±0,2) was 4400 ± 937 CFU ml⁻¹ in the first sample and 4950 ± 992 CFU ml⁻¹ in the second sample. The total number of bacterial cells counted using phase-contrast microscopy was 2,556 ± 0,385 millions and 0,878 ± 273 millions per ml, respectively. The bacterial cells are rod-shaped, motile or non-motile. Cultivation in the culture media containing high salt concentration showed that these bacteria are able to grow aerobically at 15–36 % NaCl with the optimal concentration in between 20–25 % NaCl, and with the optimal growth temperature +37 °C or higher. All these facts allow us to identify these bacteria as extremely halophilic archaea belonging to the family Halobacteriaceae (domain Archaea, kingdom Euryarchaeota, phylum Euryarchaeota, class Halobacteria, order Halobacteriales). All the halobacteria in the samples are localized in the brine, whereas tissues of fern remain sterile.

Key words: preservation, salting, halophilic archaea, Halobacteriaceae.

Введение. Несмотря на развитие разнообразных технологий консервирования, засолка остаётся одним из распространённых способов сохранения пищевых продуктов во всём мире [4]. Метод основан главным образом на создании осмотического стресса за счёт снижения водного потенциала, что предотвращает развитие сапротрофных микроорганизмов, вызывающих порчу продукта при хранении [1]. Кроме этого, соль может снижать растворимость кислорода, взаимодействовать с клеточными ферментами, а также вынуждать микробные клетки расходовать дополнительную энергию на вывод ионов натрия, что также способствует снижению скорости роста микроорганизмов в солёной продукции [6]. Тем не менее, при длительном хранении солений в них наблюдается

развитие галофильных и галотолерантных бактерий и микроскопических грибов, вызывающих помутнение рассола, изменение цвета, снижение вкусовых качеств продукта, уменьшение содержания биологически ценных веществ [2].

Цель исследования: изучение микрофлоры растительной продукции, консервированной с использованием насыщенного раствора поваренной соли на примере папоротника-орляка *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования были образцы папоротника-орляка солёного производства ООО «Курагинский промхоз». Данное предприятие осуществляет промышленные заготовки папоротника в Курагинском и Каратузском районах для последующей реализации на территории Российской Федерации и экспорта в Японию и Китай. Особенности технологии консервирования является использование насыщенных солевых растворов, что достигается наличием в готовой продукции некоторого количества нерастворившейся соли в рассоле. В исследованиях использовали два образца продукции – свежий образец (заготовка в мае-июне 2015 г., хранение после засолки – 3 месяца) и прошлогодний образец (заготовка в мае-июне 2014 г., хранение после засолки – 15 месяцев). В прошлогоднем образце наблюдалось ухудшение органолептических показателей в сравнении со свежим – размягчение стеблей и изменение их цвета с зелёного на бурый.

Общую численность и морфологическое разнообразие микроорганизмов в рассоле, в гомогенате стеблей папоротника и в жидких средах определяли прямым счётом с использованием фазово-контрастной микроскопии. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли высевом на ПД-агар (пептон ферментативный, сухой для бактериологических целей – 9,0 г/л; гидролизат казеина ферментативный, неглубокой степени расщепления – 8,0; дрожжевой экстракт – 3,0; хлорид натрия – 5,0; натрий гидроортофосфат – 2,0; агар микробиологический – 10,5 г/л, рН 7,2±0,2) производства ОАО «Биомед» им. И.И. Мечникова, в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов». Скорость роста микроорганизмов рассола при разной концентрации NaCl определяли по числу клеток в микроколониях на агаровых слайдах и по числу клеток в жидкой среде после инкубирования при температурах +28 и +37 °С в течение 14–48 ч в зависимости от варианта эксперимента. Для агаровых слайдов использовали ПД-агар с добавлением соответствующего количества NaCl, в качестве жидкой среды использовали среду того же состава без агара. Время генерации определяли как $t/\log_2(N)$, где t – время инкубирования, N – число клеток в микроколониях (в случае высева рассола на агаровые слайды) или отношение численности клеток в среде после инкубирования к стартовой численности клеток (в случае использования жидких сред).

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты прямых микроскопических исследований образцов и анализа КМАФАнМ суммированы в таблице 1.

Таблица 1

Результаты микроскопических исследований и анализа КМАФАнМ образцов папоротника солёного

Показатель	Свежий		Прошлогодний	
	рассол	гомогенат стеблей	рассол	гомогенат стеблей
Общая численность бактерий, тыс. клеток на 1 см ³	2556,2±385,5	Не выявлены	878,7±273,4	Не выявлены
Бактериальные споры и спорообразующие бактерии	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены
Мицелиальные грибы	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены
Одноклеточные грибы	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены
КМАФАнМ, тыс. КОЕ на 1 см ³	4,400±0,937	Не выявлены	4,950±0,992	Не выявлены

Как видно из представленных данных, несмотря на достаточно высокую общую численность бактерий в рассоле ($2556 \cdot 10^3$ клеток на 1 см³ для свежего образца, и $879 \cdot 10^3$ клеток на 1 см³ для

прошлогоднего образца), микроорганизмы, традиционно вызывающие порчу консервированной растительной продукции (мицелиальные грибы и дрожжи), в исследуемых образцах не выявлены. КМАФАнМ рассола ($4,40-4,95 \cdot 10^3$ КОЕ на 1 см^3) на 1-2 порядка ниже допустимых СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» значений для растительной продукции (10^4-10^5 КОЕ/г в зависимости от вида продукции и способа употребления). Ткани папоротника в обоих образцах оказались практически стерильными, микроорганизмы в тканях не выявлены ни высевами, ни прямой микроскопией.

Бактерии, присутствующие в растворе, представлены подвижными галофильными палочками не менее чем двух морфологических типов (рис. 1).

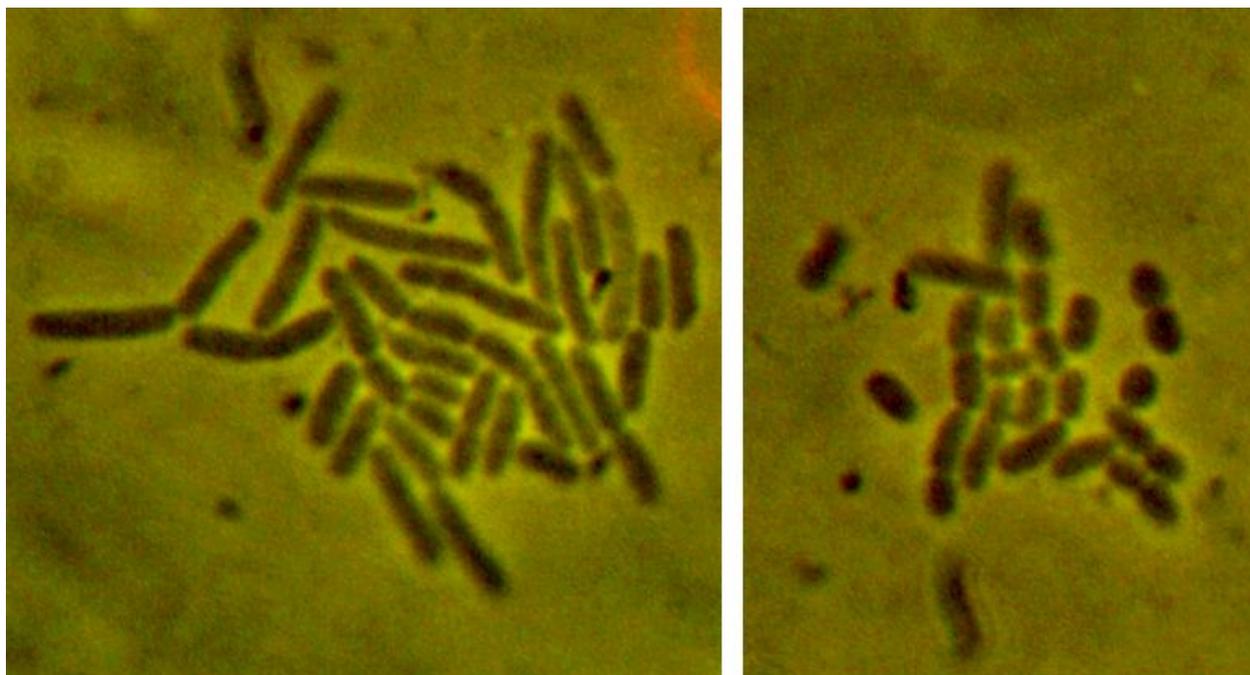


Рис. 1. Галофильные бактерии, выделенные из рассола (микроколони на агаровых слайдах в присутствии 15 % NaCl, фазовый контраст, масляная иммерсия)

Данные бактерии способны расти в диапазоне концентраций NaCl в среде от 15 до 36 %, при этом оптимальная для роста концентрация NaCl, очевидно, лежит несколько ниже 25 %, а оптимальная температура соответствует мезофильным микроорганизмам (рис. 2, табл. 2). Анализ роста при различных концентрациях NaCl в сочетании с температурными характеристиками позволяет идентифицировать данные микроорганизмы как представителей семейства *Halobacteriaceae* Gibbons 1974, относящегося к домену Archaea (Археи), царство Euryarchaeota, тип Euryarchaeota, класс Halobacteria, порядок Halobacteriales. Ранее архей относили к бактериям из-за прокариотического строения клетки, однако, начиная с 90-х годов XX века, домен Археи, наряду с доменами Бактерии (Bacteria) и Эукариоты (Eukarya), рассматривается как одна из трёх главных эволюционных ветвей живых организмов [7].

Семейство *Halobacteriaceae* объединяет экстремально галофильных архей, способных к росту при концентрации соли 20–36 % и обитающих в солёных и гиперсолёных водоёмах [5]. Наиболее вероятный путь попадания данных архей в солёную продукцию – соль, используемая при приготовлении рассолов. Представителей *Halobacteriaceae* нередко выделяют из солевых отложений, причём есть данные, что они способны сохраняться в каменной соли до 200 млн лет [3].



Рис. 2. Рост микроорганизмов рассола в жидкой среде при концентрации NaCl 36 % (фазовый контраст, масляная иммерсия)

Таблица 2

Влияние температуры и концентрации NaCl на рост бактерий, выделенных из рассола (приведены усреднённые значения)

Показатель	Время генерации, ч
При +28 °С (15 % NaCl, агаризованная среда)	4,3
При +37 °С (15 % NaCl, агаризованная среда)	2,2
При +37 °С (25 % NaCl, жидкая среда)	5,5
При +37 °С (30 % NaCl, жидкая среда)	16,3
При +37 °С (36 % NaCl, жидкая среда)	57,0

Таким образом, можно констатировать, что использование насыщенных солевых растворов при консервировании растительной продукции делает её безопасной в микробиологическом плане и полностью предотвращает развитие мицелиальных и одноклеточных микроскопических грибов. Однако даже максимально высокая концентрация соли не препятствует развитию в продукции экстремально галофильных архей, численность которых через 3 месяца после засолки может достигать свыше $2 \cdot 10^6$ клеток на 1 см^3 рассола. При этом в случае хранения солёной продукции в тёплом помещении галофильные археи в течение суток могут давать до шести генераций, что соответствует увеличению их численности в 64 раза каждые 24 ч. В этой связи для улучшения сохранности солёной продукции можно рекомендовать хранение при температурах ниже минимальной температуры роста мезофильных микроорганизмов (+8...+10 °С) либо применение дополнительных консервантов, эффективных против *Halobacteriaceae*.

Выводы

1. Использование насыщенного раствора поваренной соли при консервировании растительной продукции полностью предотвращает развитие мицелиальных и одноклеточных грибов, а также мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, нормируемых СанПиН 2.3.2.1078-01.

2. Микрофлора продукции, консервированной с использованием насыщенного рассола, представлена экстремально галофильными археями семейства *Halobacteriaceae*. Через три месяца после засолки численность архей в рассоле достигает $2,556 \cdot 10^6$ клеток на 1 см^3 , через 15 месяцев после консервирования снижается до $0,879 \cdot 10^6$ клеток на 1 см^3 .

3. Наиболее эффективным способом предотвращения развития галофильных архей является хранение продукции при температуре $+8...+10 \text{ }^\circ\text{C}$. В качестве альтернативы пониженной температуре можно рекомендовать поиск безопасных для здоровья человека антимикробных средств, избирательно подавляющих развитие архей.

Литература

1. Davidson P.M., Taylor T.M., Schmidt S.E. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds // Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 4th Edition. – American Society for Microbiology, Washington, DC., 2012. – P. 765–801.
2. Doan T., Babu D., Buescher R. Inhibition of Yeast in Commercial Pickle Brines // Journal of Food Research. – 2012. – Vol. 1, № 3. – P. 295–301.
3. Fredrickson J.K., Chandler D.P., Onstott T.C. Potential for preservation of Halobacteria and their macromolecular constituents in brine inclusions from bedded salt deposits // Proc SPIE. – 1997. – № 3111. – P. 318–329.
4. Henney J.E, Taylor C.L, Boon C.S. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. – Washington, DC: National Academies Press, 2010. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK50956>.
5. Oren A. Life at High Salt Concentrations // Prokaryotes. – 2006. – № 2. – P. 263–282.
6. Shelef L.A., Seiter J. Indirect and miscellaneous antimicrobials // Antimicrobials in food. 3rd ed. – Boca Raton, FL: Taylor and Francis, 2005. – P. 573–598.
7. Woese C.R., Kandler O., Wheelis M.L., Kandler, Wheelis. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1990. – Vol. 87, № 12. – P. 4576–4579.

Litetatura

1. Davidson P.M., Taylor T.M., Schmidt S.E. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds // Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 4th Edition. – American Society for Microbiology. Washington, DC., 2012. – P. 765–801.
2. Doan T., Babu D., Buescher R. Inhibition of Yeast in Commercial Pickle Brines // Journal of Food Research. – 2012. – Vol. 1. – № 3. – P. 295–301.
3. Fredrickson J.K., Chandler D.P., Onstott T.C. Potential for preservation of Halobacteria and their macromolecular constituents in brine inclusions from bedded salt deposits // Proc. SPIE. – 1997. – № 3111. – P. 318–329.
4. Henney J.E, Taylor C.L, Boon C.S. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. – Washington, DC: National Academies Press, 2010. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK50956>.
5. Oren A. Life at High Salt Concentrations // Prokaryotes. – 2006. – № 2. – P. 263–282.

6. Shelef L.A., Seiter J. Indirect and miscellaneous antimicrobials // Antimicrobials in food. 3rd ed. – Boca Raton, FL: Taylor and Francis, 2005. – P. 573–598.
7. Woese C.R., Kandler O., Wheelis M.L., Kandler, Wheelis. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1990. – Vol. 87. – № 12. – P. 4576–4579.



УДК 664

Е.Ю. Чеботарева, М.А. Янова, Е.Я. Мучкина

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПШЕНИЧНОЙ И ЯЧМЕННОЙ МУЧКИ ЗЕРНА ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Целью исследований являлось расширение ассортимента хлебобулочных изделий за счет разработки новых рецептур с использованием композитных смесей повышенной пищевой ценности на основе муки из алейронового слоя зерна пшеницы и ячменя. Исследования проводились по стандартным методикам в лаборатории НИИЦ по контролю качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов, а также на кафедре технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета. В статье представлены результаты исследования по разработке рецептур пшеничного хлеба. Расчет рецептур изделий проводили из расчета выхода готовой продукции в натуре 200 г. После расчетов из составленных смесей провели лабораторные выпечки хлеба. Для улучшения пищевой ценности хлеба определяли оптимальные дозировки экструдированной пшеничной и ячменной муки, в том числе неэкструдированной пшеничной и ячменной муки. Приведены данные по органолептическим и физико-химическим показателям качества готовых изделий. Для оценки качественных характеристик готовых изделий использовалась тридцати-балльная шкала, включающая балльную оценку пяти качественных характеристик: формы, поверхности, вида в изломе, запаха и вкуса. Наилучшими показателями обладали образцы пшеничного хлеба с использованием в мучной композитной смеси десяти процентов ячменной экструдированной алейроновой муки и пятнадцати процентов пшеничной экструдированной алейроновой муки. По результатам дегустационной оценки данные образцы набрали наибольшее количество баллов. Выполненный комплекс исследований позволил обосновать возможность использования композитных смесей повышенной пищевой ценности на основе пшеничной и ячменной алейроновой муки зерна в хлебобулочном производстве.

Ключевые слова: хлебопекарная промышленность, хлеб, рецептура, пшеница, ячмень, алейроновый слой, показатели качества, композитные смеси.

Е.Ю. Chebotareva, М.А. Yanova, Е.Я. Muchkina

BAKERY PRODUCTS DEVELOPMENT WITH THE COMPOSITE WITH A MIXTURE OF WHEAT FLOUR AND BARLEY FLOUR GRAIN

The aim of research was to expand the range of bakery products through the development of new formulations using the composite mixtures of increased nutritional value based polish discharge of the aleurone layer of wheat and barley. The studies were conducted according to standard procedures in the laboratory NIITs on quality control of agricultural raw materials and foodstuffs of Krasnoyarsk state agrarian university, as well as at the Department of Technology of storage and processing of grain of Krasnoyarsk state agrarian university. The article presents the results of the investigation on the development of

formulations of wheat bread. Calculation of products formulations were carried out on the basis of the output of finished products in the nature of 200 g. After calculation of compounding conducted laboratory bread to improve the nutritional value of bread is determined the optimal dosage of extruded wheat and barley flour, including wheat nonextruded and barley flour. Organoleptic and physical and chemical quality indicators have been given. In order to assess qualitative characteristics of finished products we used thirty-point scale, which includes five point score qualitative characteristics: shape, surface, type in a break, smell and taste. The best indicators had samples of wheat bread using flour composite mixture of 10% of the extruded barley aleurone polish discharge and 15% of the extruded wheat aleurone polish discharge. As a result of tasting these samples were with the highest score. Performance of a complex research allowed justifying the use of composite mixtures of high nutritional value, based on wheat and barley aleurone polish discharge of grain in bakery production.

Key words: *baking industry, bread, recipe, wheat, barley, aleurone layer, quality indicators and composite mixture.*

Введение. Решением проблемы здоровой пищи в свете современных теорий является разработка и создание продуктов здорового питания. Это предполагает использование в качестве наполнителей и пищевых добавок таких продуктов естественного происхождения, которые при ежедневном потреблении оказывают регулирующее действие на организм человека, позволяя использовать его как скрытый резерв в экологически неблагоприятных условиях жизни [1].

В производстве пищевой продукции исключительно важную роль играют пищевые добавки. Они являются естественными и необходимыми компонентами и составными частями любого пищевого продукта. Наиболее широко используются 60 видов различных типовых пищевых добавок, которые систематизированы в зависимости от их назначения в шесть групп, из которых первую группу составляют добавки, способствующие повышению пищевой (питательной) ценности пищевых продуктов: белковые композиты, микроэлементы, мультидобавки и др. [1, 2].

Одним из перспективных направлений в хлебопекарной промышленности является использование готовых композитных смесей с добавлением пшеничной и ячменной муки, в том числе муки, подвергнутой экструзионной обработке. В пищевой индустрии ее актуально использовать при разработке новых продуктов питания с программируемыми свойствами. Экструзионные продукты имеют высокие потребительские свойства, хорошую усвояемость, низкую обсемененность микроорганизмами, обладают повышенной устойчивостью к окислению и предназначены для самых широких слоев населения. Производство экструдантов для пищевых целей в России пока занимает далеко не первые места.

В настоящее время стремительно развивается производство специализированных продуктов питания, в том числе продуктов питания, свободных от определенных ингредиентов, присутствие которых в пище не рекомендовано по определенным медицинским показаниям (аллергены, некоторые типы белков, олигосахаридов, полисахаридов и др.). Принимая во внимание успехи нутригеномики и нутригенетики, следует отметить тенденцию возрастания индивидуальных диет, что влечет за собой расширение рынка специализированных продуктов питания [3].

Цель исследования: расширение ассортимента хлебобулочных изделий за счет разработки новых рецептур с использованием композитных смесей повышенной пищевой ценности на основе муки из алейронового слоя пшеницы и ячменя.

Задачи исследования:

- определение оптимальных дозировок пшеничной и ячменной муки, в том числе экструдированной пшеничной и ячменной муки;
- изучение физико-химических показателей готовых изделий;
- оценка качественных характеристик готовых изделий посредством дегустации.

Методы и результаты исследования. Исследования проводились по стандартным методикам в лаборатории НИИЦ по контролю качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет» [4–6].

Для расширения отечественного ассортимента хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью на кафедре технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета были проведены исследования по разработке рецептур пшеничного хлеба на основе композитных смесей из пшеничной и ячменной алейроновой муки.

За основу была принята рецептура хлеба из пшеничной муки 1-го сорта по ГОСТ 27842-88 [7], представленная в таблице 1.

Таблица 1

Рецептура хлеба из пшеничной муки 1 сорта

Сырье	В натуре, г	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	г
Мука пшеничная	143	14,5	85,5	122,3
Дрожжи	2,2	75	25	0,55
Соль поваренная пищевая	1,9	3,5	96,5	1,83
Сахар	4,29	0,15	99,85	4,28

Было принято технологическое решение о замене части пшеничной муки 1-го сорта на пшеничную и ячменную алейроновую муку с целью повышения пищевой ценности и содержания биологически активных веществ в продукте.

Для улучшения пищевой ценности хлеба определяли оптимальные дозировки пшеничной и ячменной муки, в том числе экструдированной пшеничной и ячменной муки. Для достижения поставленной задачи производили расчет рецептур с использованием 5, 10, 15, 20, 25 % муки, после расчетов проводили лабораторные выпечки. Расчет рецептур изделий проводили из расчета выхода готовой продукции в натуре 200 г. После расчетов из составленных смесей провели лабораторные выпечки хлеба, качество которого оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям, а также провели дегустационную оценку новых изделий.

Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки 1-го сорта с пшеничной и ячменной алейроновой мукой приведены в таблицах 2–5.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки 1-го сорта «Саянский пшеничный» с заменой части муки на пшеничную алейроновую муку

Показатель	Контроль	Образец				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Влажность мякиша, % не более	41,0	39,71	39,54	39,46	39,88	39,94
Кислотность, град. не более	2,53	2,53	2,54	2,51	2,51	2,53
Пористость мякиша, % не менее	68,12	68,42	69,20	69,73	68,25	68,0

Таблица 3

Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки 1-го сорта «Кавказский пшеничный» с заменой части муки на экструдированную пшеничную алейроновую мучку

Показатель	Контроль	Образец				
		№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Влажность мякиша, % не более	41,0	38,23	37,34	36,44	37,26	37,43
Кислотность, град. не более	2,53	2,51	2,63	2,62	2,59	2,57
Пористость мякиша, % не менее	68,12	69,50	70,76	71,26	71,18	70,58

Таблица 4

Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки 1-го сорта «Саянский ячменный» с заменой части муки на ячменную алейроновую мучку

Показатель	Контроль	Образец				
		№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15
Влажность мякиша, % не более	41,0	38,98	38,45	38,42	38,27	37,94
Кислотность, град. не более	2,53	2,32	2,13	2,45	2,32	2,44
Пористость мякиша, % не менее	68,12	69,77	70,65	70,12	69,84	69,87

Таблица 5

Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки 1-го сорта «Кавказский ячменный» с заменой части муки на экструдированную ячменную алейроновую мучку

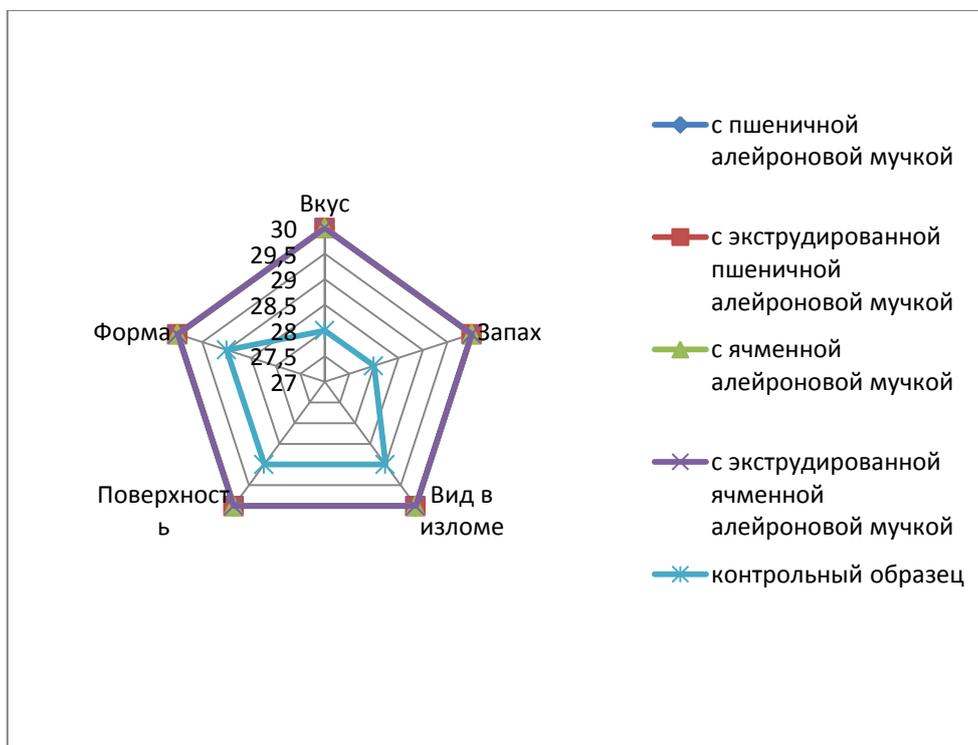
Показатель	Контроль	Образец				
		№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20
Влажность мякиша, % не более	41,0	37,0	36,73	36,85	37,1	36,92
Кислотность, град. не более	2,53	2,23	2,14	2,16	2,26	2,24
Пористость мякиша, % не менее	68,12	70,54	71,7	71,55	71,28	70,58

При добавлении пшеничной мучки 5 % – образец № 1, 10 % – образец № 2, 15 % – образец № 3, 20 % – образец № 4, 25 % – образец № 5; пшеничной экструдированной мучки 5 % – образец № 6, 10 % – образец № 7, 15 % – образец № 8, 20 % – образец № 9, 25 % – образец № 10; ячменной мучки 5 % – образец № 11, 10 % – образец № 12, 15 % – образец № 13, 20 % – образец № 14, 25 % – образец № 15; ячменной экструдированной мучки 5 % – образец № 16, 10 % – образец № 17, 15 % – образец № 18, 20 % – образец № 19, 25 % – образец № 20.

В исследуемых образцах, с заменой части муки на пшеничную и ячменную алейроновую мучку (см. табл. 2–5) наблюдается незначительное колебание кислотности, уменьшение влаги и увели-

чение пористости мякша, вследствие того, что по сравнению с мукой алейроновая мука имеет более низкую влажность после дополнительного отбора ее из отрубей.

Результаты органолептической оценки пшеничного хлеба с повышенной пищевой ценностью по всем вариантам эксперимента представлены на рисунке.



Профильная диаграмма дегустационной оценки хлеба

Для оценки качественных характеристик готовых изделий использовалась 30-балльная шкала, включающая балльную оценку пяти качественных характеристик: формы, поверхности, вида в изломе, запаха и вкуса. По 30-балльной шкале отличное качество изделий соответствовало суммарной оценке 25–30 баллов, хорошее качество – в 15–25 баллов, удовлетворительное качество – в 15–10 баллов.

Выводы. По результатам дегустационной оценки можно сделать вывод, что образцы с добавлением 15 % алейроновой пшеничной муки и экструдированной пшеничной муки, а также 10 % процентов ячменной муки, в том числе экструдированной муки, имеют в совокупности показатели наилучшие характеристики. Данные образцы набрали наибольшее количество баллов – 30.

Образцы с добавлением экструдированной муки имели ясно выраженные привкус и запах экструдированного зерна, что придавало изделиям приятный вкус и аромат. Определено, что для хлеба наилучшими органолептическими показателями обладают образцы с добавлением пшеничной муки № 3, 8, имеющие в рецептуре 15 % пшеничной муки и пшеничной экструдированной муки; а также образцы № 12 и 17, имеющие в рецептуре 10 % ячменной муки и ячменной экструдированной муки.

Таким образом, применение в производстве хлеба пшеничной и ячменной муки, в том числе экструдированной муки, позволяет расширить ассортимент хлебобулочных изделий, повысить пищевую ценность и качество готовой продукции. Выполненный комплекс исследований позволил обосновать возможность использования алейроновой муки из зерна злаковых культур в хлебобулочном производстве. Полученные изделия соответствуют требованиям нормативной документации и могут быть внедрены в производство. При разработке рецептур нового ассортимента продук-

тов рекомендуется заменять 15 % муки пшеничной пшеничной экструдированной мукой, а также 10 % ячменной муки – экструдированной ячменной мукой зерна.

Литература

1. Рыбакова Г.Р., Дойко И.В. Функциональные добавки: учеб. пособие / Краснояр. гос. торг.-экон. ин-т. – Красноярск, 2006. – 138 с.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 672 с.
3. Корячкина С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры. – Орел: Труд, 2006. – 480 с.
4. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. – М.: Стандартинформ, 2006.
5. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – М.: Стандартинформ, 1996.
6. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – М.: Стандартинформ, 2006.
7. ГОСТ 27842-88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006.

Literatura

1. Rybakova G.R., Doiko I.V. Funkcional'nye dobavki: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. tovg.-ekon. in-t. – Krasnoyarsk, 2006. – 138 s.
2. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. Pishchevaya himiya. – 5-e izd., ispr. i dop. – SPb.: GIORD, 2012. – 672 s.
3. Koryachkina S.YA. Novye vidy muchnyh i konditerskih izdeliy. Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury. – Orel: Trud, 2006. – 480 s.
4. GOST 21094-75. Hleb i hlebobulochnye izdeliya. Metod opredeleniya vlazhnosti. – M.: Standartinform, 2006.
5. GOST 5669-96. Hlebobulochnye izdeliya. Metod opredeleniya poristosti. – M.: Standartinform, 1996.
6. GOST 5670-96. Hlebobulochnye izdeliya. Metody opredeleniya kislotnosti. – M.: Standartinform, 2006.
7. GOST 27842-88. Hleb iz pshenichnoj muki. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2006.



УДК 664

М.А. Янова, Н.А. Колесникова, Е.Я. Мучкина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Рациональное питание играет важнейшую роль при обеспечении оптимального роста и развития человека. Неправильное питание приводит к нарушению процессов обмена веществ в организме, ослаблению иммунитета, возникновению хронических заболеваний, преждевременному старению. Здоровый образ жизни, включающий правильное питание, – самый дешевый и рациональный способ укрепления здоровья человека, возможность не тратить деньги на лечение в будущем. Рекомендации мировых организаций медицины и здоровья по вопросу питания иллюстрирует так называемая пищевая пирамида. В её основе находятся продукты из злаковых

культур, такие как хлеб, крупы и макаронные изделия. Просо, а именно из него производится пшенная крупа и мука, возделывается во многих регионах России, в том числе и в Красноярском крае. В статье изучается химический состав семян проса и рассматривается возможность его использования в производстве мучных хлебобулочных и кондитерских изделий. Просо – одна из старейших зерновых культур, возделываемая во многих регионах России, в том числе и в Красноярском крае. Из проса вырабатывают пшеничную крупу и муку. По данным Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР) по доле потребления круп пшено занимает пятое место после риса, гречки, геркулеса и гороха. Также пшено занимает одно из первых мест по вкусовым качествам и пищевым достоинствам. Пшено считается одной из наиболее питательных и наименее аллергенных зерновых культур. Пшено является источником некоторых витаминов (особенно группы В), крахмала, аминокислот, минеральных элементов и клетчатки. Пшено легко усваивается организмом и оказывает на него общеукрепляющее воздействие. Анализ представленных данных подтверждает, что пшено является продуктом повышенной пищевой ценности и рекомендовано для использования при производстве мучных хлебобулочных и кондитерских изделий.

Ключевые слова: просо, пшено, химический состав проса.

М.А. Yanova, N.A. Kolesnikova, E.Y. Muchkina

THE STUDY OF MILLET AND ITS PROCESSED PRODUCTS

Good nutrition plays a vital role in ensuring optimal growth and development. Improper diet leads to disruption of metabolic processes in the body, weakening the immune system, the emergence of chronic diseases and premature aging. A healthy lifestyle, including proper diet, is the cheapest and rational way of improving human health, the ability not to spend money for treatment in the future. Recommendations of world organizations medicine and health on the question of food illustrates the so-called food pyramid. Its basis is the products from cereals, such as bread, cereals and pasta. Millet, namely it is made of millet and wheat is cultivated in many regions of Russia, including Krasnoyarsk region. This article examines the chemical composition of seeds of millet and the possibility of its use in production of flour bakery and confectionery products. Millet is one of the oldest cereal crops cultivated in many regions of Russia, including in Krasnoyarsk region. Produced from millet millet cereals and flour. According to the Institute of conjuncture of agrarian market (ICARUS) by the share of consumption of groats millet ranks fifth after rice, buckwheat, oats and peas. Also millet is one of the first places in terms of taste and nutritional advantages. Millet is considered one of the most nutritious and the least allergenic grains. Also millet is one of the first places in terms of taste and nutritional advantages. Millet is a source of some vitamins (especially B group), starch, amino acids, minerals and fiber. Millet is easily digested and has a restorative effect. The analysis of the presented data confirms that wheat is a product of high nutritional value and are recommended for use in the production of bakery and flour confectionery.

Key words: millet, millet chemical composition.

Введение. Рациональное питание играет важнейшую роль при обеспечении оптимального роста и развития человека, его трудоспособности, при адаптации к различным факторам окружающей среды [4]. Неправильное питание приводит к нарушению процессов обмена веществ в организме, ослаблению иммунитета, возникновению хронических заболеваний, преждевременному старению. Здоровый образ жизни, включающий правильное питание, – самый дешевый и рациональный способ укрепления здоровья человека, возможность не тратить деньги на лечение в будущем [5, 2]. Рекомендации мировых организаций медицины и здоровья по вопросу питания иллюстрирует так называемая пищевая пирамида. В её основе находятся продукты из злаковых культур, такие как хлеб, крупы и макаронные изделия.

Просо, а именно из него производится пшеничная крупа и мука, возделывается во многих регионах России, в том числе и в Красноярском крае [3].

Цель исследований: изучение химического состава семян проса и оценка его потребительских свойств и биологической ценности.

Задачи исследований: изучить химический состав семян проса и рассмотреть возможность его использования в производстве мучных хлебобулочных и кондитерских изделий.

Объект и методы исследований. Объектом исследований является зерно проса.

Просо является одной из старейших зерновых культур. Средняя его урожайность в Красноярском крае в период с 2011 г. составляет 12,2 ц/га. В 2014 г. в Канском районе Красноярского края валовый сбор проса составил 925 т, что в 3,9 раза больше по сравнению с 2013 г. (236 т). Из проса вырабатывается пшеничная крупа и мука. В процессе переработки удаляются твердые, хрупкие пленки (лузга), богатые клетчаткой, пентозанами, минеральными веществами, в том числе солями кремния, и почти не содержащие питательных веществ. Пленки имеют жесткую структуру, не меняющую своих свойств в процессе обработки. Все это делает их не пригодными даже для кормовых целей. Обычно лузга перерабатывается на топливо и удобрения.

По данным Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР), по доле потребления круп пшенично занимает пятое место после риса, гречки, геркулеса и гороха [1]. Пшено считается одной из наиболее питательных и наименее аллергенных зерновых культур. Также пшено занимает одно из первых мест по вкусовым качествам и пищевым достоинствам. По содержанию белка пшено превосходит рис и ячмень, а по содержанию жира впереди проса только овсяная крупа. На 100 г пшена приходится 13,8 % белка, 3,5 % жира, 19,9 % углеводов, 3,25 г золы и 8,67 г воды. Пшено является источником некоторых витаминов (особенно группы В), крахмала, аминокислот, минеральных элементов и клетчатки. В частности в нём содержится биотин, тиамин, никотиновая кислота, фолиевая кислота, витамины В₆, В₂ и В₃ [5]. На рисунке 1 представлено процентное содержание витаминов в 100 г пшена от необходимой суточной нормы.

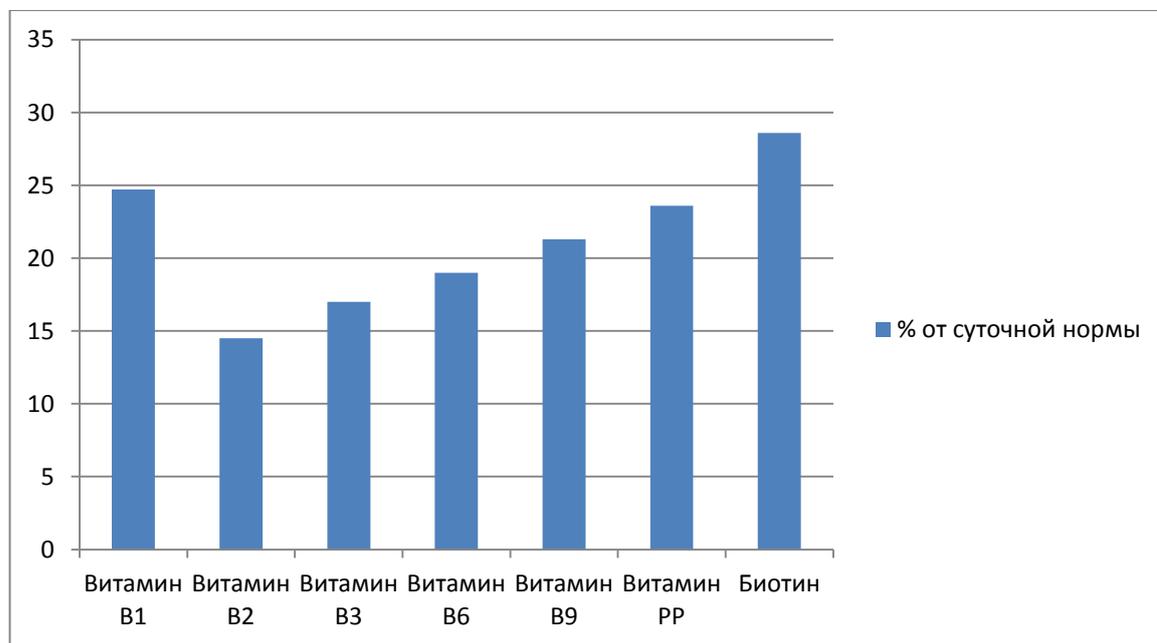


Рис. 1. Процентное содержание витаминов в 100 г пшена от суточной нормы

Пшено содержит много макро- и микроэлементов, таких как марганец, медь, железо, цинк, хром, калий и др. [6]. Содержание некоторых минеральных элементов, в наибольшей степени удовлетворяющих суточную потребность организма, представлено на рисунке 2.

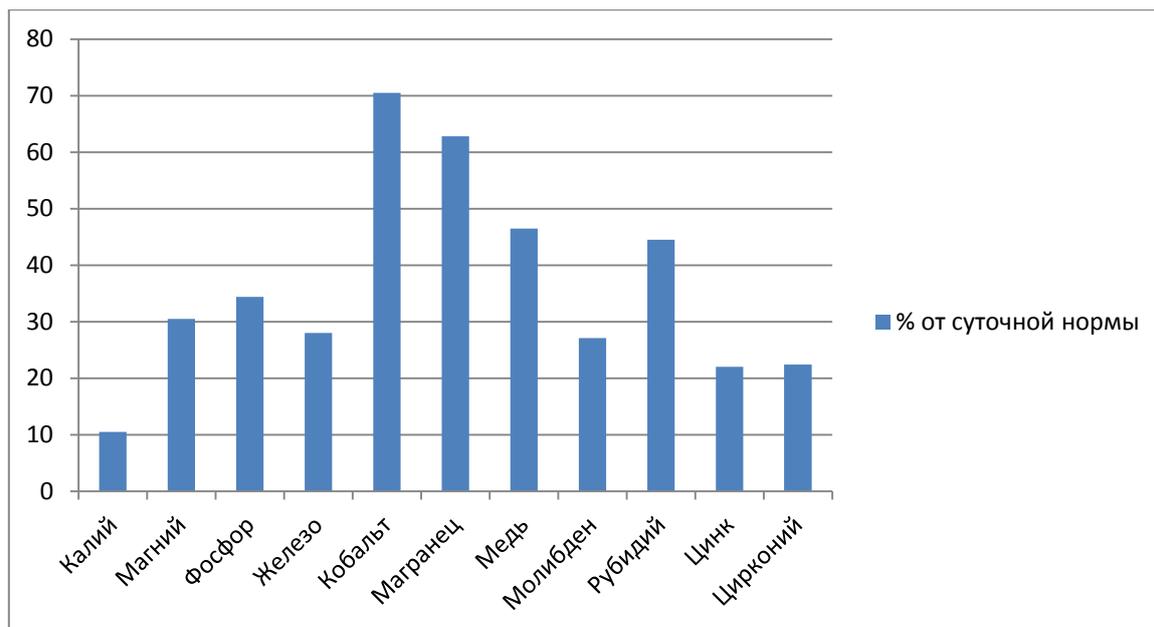


Рис. 2. Процентное содержание минеральных элементов в 100 г пшена от суточной нормы

Помимо этого пшено содержит незаменимые и заменимые аминокислоты: лейцин, валин, изолейцин, пролин и глутаминовая кислота и др.

Содержание незаменимых аминокислот представлено на рисунке 3.

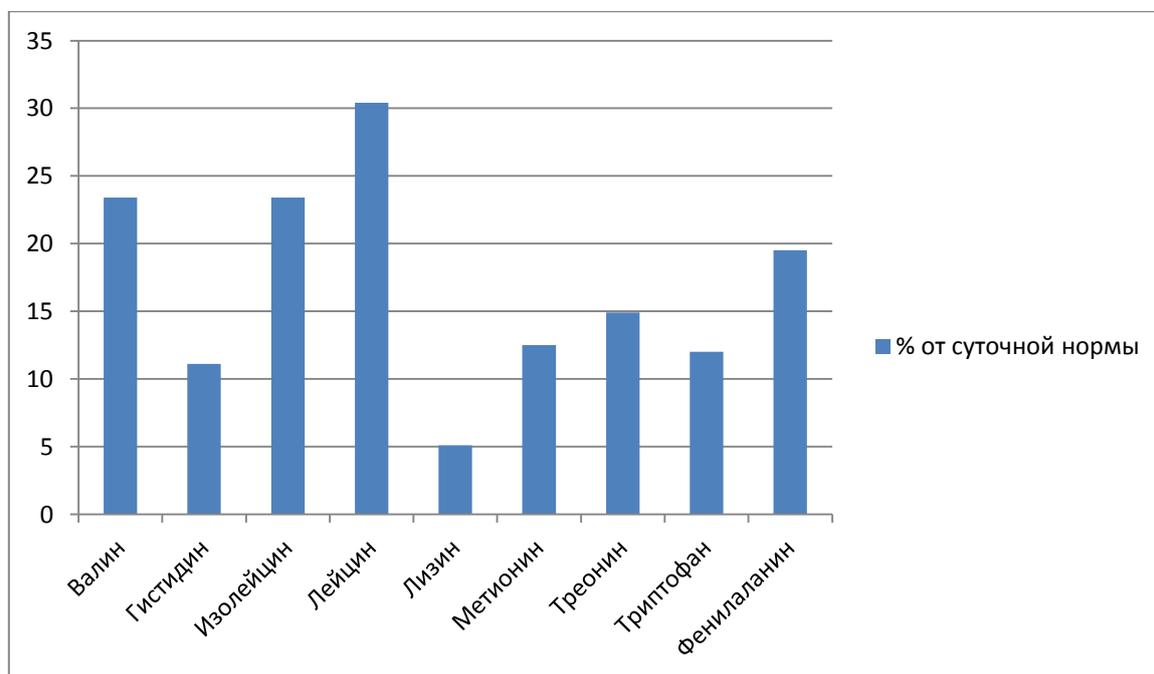


Рис. 3. Процентное содержание незаменимых аминокислот в 100 г пшена от дневной нормы

Содержание заменимых аминокислот представлено на рисунке 4.

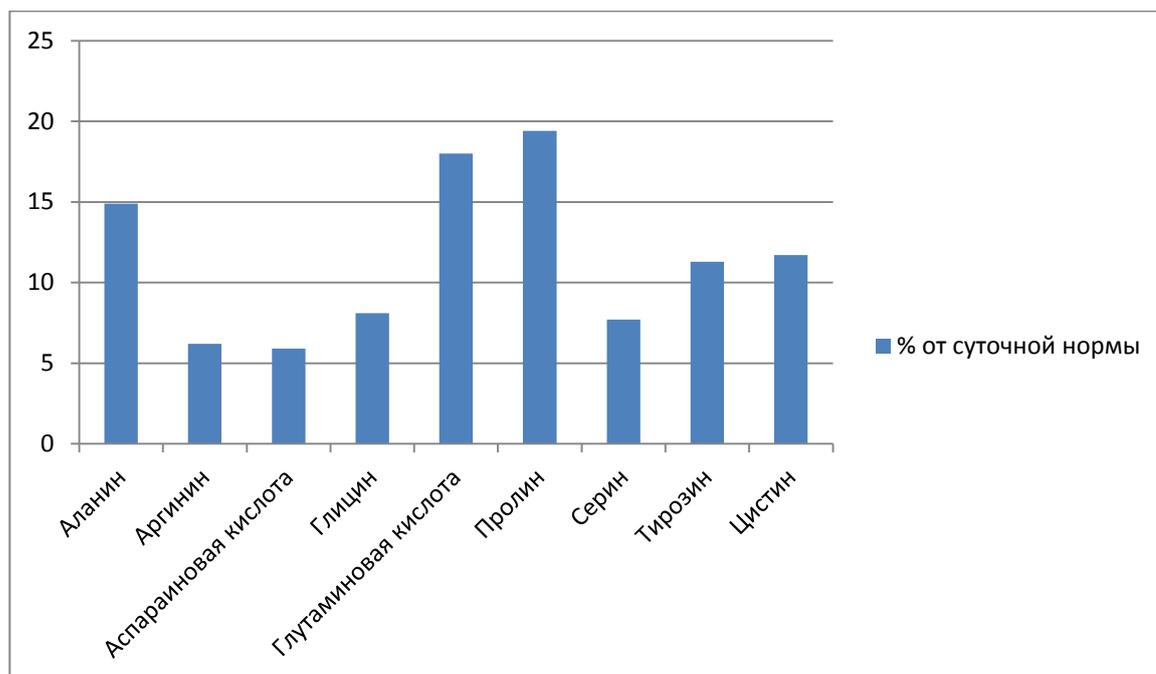


Рис. 4. Процентное содержание заменимых аминокислот в 100 г пшена от дневной нормы

Пшено легко усваивается организмом и оказывает на него общеукрепляющее воздействие, способствует выведению из него токсинов, антибиотиков и жировых клеток, способствует укреплению поврежденных костей и заживлению ран. Кроме этого пшено не содержит глютена, что дает возможность использовать его в питании людей, больных целиакией.

Но, несмотря на все полезные свойства, употребление большого количества пшена противопоказано людям с пониженной кислотностью желудка.

Заключение. Анализ представленных данных подтверждает, что пшено является продуктом повышенной пищевой ценности и рекомендовано для использования при производстве мучных хлебобулочных и кондитерских изделий.

Исследование рынка Красноярского края показало отсутствие продуктов переработки зерна проса от местных производителей. Большая часть товаров представлена предприятиями Алтая, юга страны и средней части России. Увеличение производства зерна проса в Красноярском крае открывает широкие перспективы для разработки новых технологий продуктов питания из зерна проса, что позволит расширить ассортимент хлебобулочной продукции.

Литература

1. Барсукова Н.В., Решетников Д.А., Красильников В.Н. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – Вып. 1.
2. Батурин А.К., Мендельсон Г.И. Питание и здоровье: проблемы XXI века // Пищевая промышленность. – 2005. – № 5.
3. Волкова А.В. Состояние рынка круп и влияние сорта проса на потребительские свойства пшена // Изв. Самарской гос. с.-х. академии. – 2013. – № 4. – С. 81–85.
4. Игнатьев В.А. Факторы здорового образа жизни в семье, на работе и в школе. – URL: http://pfcop.opitanii.ru/articles/good_live_factors.shtml.
5. Мусина О.Н., Щетинин М.П. Поликомпонентные продукты на основе комбинирования молочного и зернового сырья. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2010. – 244 с.
6. URL: <http://www.pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/psheno>.

Literatura

1. Barsukova N.V., Reshetnikov D.A., Krasil'nikov V.N. Pishchevaya inzheneriya: tekhnologii bezglyutenovykh muchnykh izdelii // Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv. – 2011. – Vyp. 1.
2. Baturin A.K., Mendel'son G.I. Pitanie i zdorov'e: problemy XXI veka // Pishchevaya promyshlennost'. – 2005. – № 5.
3. Volkova A.V. Sostoyanie rynka krup i vliyanie sorta prosa na potrebitel'skie svoystva pshena // Izv. Samarskoi gos. s.-h. akademii. – 2013. – № 4. – S. 81–85.
4. Ignat'ev V.A. Factory zdorovogo obraza zhizni v sem'e, na rabote i v shkole. – URL: http://pfcop.opitanii.ru/articles/good_live_factors.shtml.
5. Musina O.N., Shchetinin M.P. Polikomponentnye produkty na osnove kombinirovaniya molochnogo i zernovogo syr'ya. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2010. – 244 s.
6. URL: <http://www.pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/psheno>.



УДК 641.55

Г.А. Демиденко, Н.И. Чепелев, Н.Н. Типсина,
Е.А. Струпан, В.В. Шуранов

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье рассмотрено влияние термической обработки на снижение содержания нитратов в овощных культурах (капусты и свеклы) пригородной зоны г. Красноярск. Хозяйства АПК, расположенные в районах пригородной зоны г. Красноярск, являются основными поставщиками овощной продукции для жителей краевого центра. Вся продукция капусты и свеклы этих хозяйств имеет содержание нитратов, превышающее уровень ПДК. Среди представителей высших растений выделяется группа семейств, аккумулирующих значительное количество нитратов. Среди семейств, охватывающих овощные культуры, наибольшей способностью к накоплению нитратов отличаются: из семейства листовые – капуста, а из семейства корнеплодные – свекла. Разработка технологии снижения содержания нитратов в овощной продукции актуальна повсеместно и способствует решению вопросов продовольственной безопасности населения. Исследование термической обработки разных сортов свеклы и капусты, выращенных в условиях пригородной зоны такого крупного промышленного центра, как город Красноярск, является пионерным. Цель исследования заключается в применении режимов термической обработки овощей (свеклы и капусты), выращенных в пригородной зоне г. Красноярск, для снижения содержания в них нитратов.

Ключевые слова: термическая обработка, нитраты, содержание, овощные культуры, капуста, свекла, лабораторный эксперимент.

G.A. Demidenko, N.I. Chepelev, N.N. Tipsina,
E.A. Strupan, V.V. Shuranov

THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON SAFETY OF VEGETABLE PRODUCTION

In this paper the influence of heat treatment on the reduction of nitrate content in vegetable crops (cabbage and beets) suburban area of Krasnoyarsk is studied. Agricultural farms, located in suburban area of Krasnoyarsk are the main suppliers of vegetables for the inhabitants of the city. All products are cabbage and beets, these farms have nitrate levels exceeding the MCL. Among the representatives of the

higher plants there is a group of families that accumulate significant amount of nitrates. Among families covering the vegetable crops, the highest ability to accumulate nitrate is different from the family of leaf – cabbage, and from the family of root – beets. Development of technologies for reduction of nitrate content in vegetable products is universally relevant and contributes to solving issues of food security of the population. The study of thermal processing of different varieties of beets and cabbage, grown in the suburban area of this major industrial centre, the city of Krasnoyarsk, is pioneer. The purpose of the study is the use of heat treatment of vegetables (beets and cabbage) grown in suburban area of Krasnoyarsk city to reduce the content of nitrates.

Key words: *heat treatment, nitrates, contents, vegetable cultures, cabbage, beet, laboratory experiment.*

Введение. Посредством питания осуществляется связь организма человека и животных со средой обитания. Недостаточное и избыточное питание приводит к нарушению обмена веществ. В рацион полноценного питания входят обязательные компоненты пищи: вода, минеральные вещества и витамины.

Растения – один из основных источников питания человека и животных, а овощные культуры широко используются в их пищевом рационе. Проблема загрязнения растениеводческой продукции нитратами, избыточное потребление которых может привести к ряду серьезных заболеваний, приобрела особую остроту в настоящее время [1, 2].

Среди представителей высших растений выделяется группа семейств, аккумулирующих значительное количество нитратов. Среди семейств, охватывающих овощные культуры, наибольшей способностью к накоплению нитратов отличаются следующие культуры: из семейства листовые – капуста, а из семейства корнеплодные – свекла [1].

Хозяйства АПК, расположенные в районах пригородной зоны г. Красноярска, являются основными поставщиками овощной продукции для жителей краевого центра. Вся продукция капусты и свеклы этих хозяйств имеет содержание нитратов, превышающее уровень ПДК.

Разработка технологии снижения содержания нитратов в овощной продукции актуальна повсеместно и способствует решению вопросов продовольственной безопасности населения. Исследование термической обработки разных сортов свеклы и капусты, выращенных в условиях пригородной зоны такого крупного промышленного центра, как город Красноярск, является приоритетной.

Цель исследования: применение режимов термической обработки овощей (свеклы и капусты), выращенных в пригородной зоне г. Красноярска, для снижения содержания в них нитратов.

Задачи исследования:

- 1) анализ содержания нитратов в продукции разных сортов капусты и свеклы в хозяйствах пригородной зоны г. Красноярска;
- 2) характеристика режимов термической обработки овощей (свеклы и капусты);
- 3) оценка влияния термической обработки разных сортов капусты и свеклы на содержание в них нитратов.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются овощные культуры открытого грунта: листовые (капуста) и корнеплодные (свекла), накапливающие повышенное содержание нитратов в пригородной зоне г. Красноярска.

Капуста – овощная культура, семейства капустовых, род одно-, дву- и многолетних растений. Выращивают повсеместно.

Свекла – овощная, кормовая и сахароносная культура, семейства маревых, род одно-, дву- и многолетних растений. Выращивают повсеместно.

Основным методом исследования является термическая обработка и термический анализ, позволяющие определить температуры и время воздействия на овощи (свеклу и капусту) для получения безопасной продукции питания [3]. Планирование эксперимента основывалось на установлении оптимальных режимов термической обработки капусты и свеклы для снижения уровня нитратов ниже ПДК.

Лабораторный эксперимент выполнен в Инновационной лаборатории «Микроэкологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Институте агроэкологических технологий

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». Изучены образцы разных сортов капусты и свеклы Березовского района. Уровень гидротации – соотношение овощного продукта к воде (ОВ : вода): для капусты – 1:2; для свеклы – 1:4. В начале эксперимента все образцы были доведены до кипения в бессолевой среде. Повторность трехкратная.

Методы экологического мониторинга позволяют дать оценку фактического состояния объектов природной среды, в том числе под влиянием факторов антропогенного воздействия [4, 5]. Определение нитратов в овощной продукции выполнялось ионометрическим методом (ГОСТ 4329-77.4), основанным на извлечении нитратов раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода. Для ускорения анализа можно использовать сок анализируемой продукции, разбавленный раствором алюмокалиевых квасцов [5]. В полученной суспензии измеряют концентрацию нитрат ионов. Измерения проводят при помощи ионометра ИН-002 в соответствии с Дополнениями к СанПиН № 4722-88 и выполняют обработку результатов анализа [6].

Результаты исследования и их обсуждение. Накопления нитратов в различных овощных культурах носят наследственно закрепленный характер, т. е. они обладают сортовой спецификой, выявленной у ряда видов культур (табл. 1).

Таблица 1

Сорта капусты и свеклы с различным уровнем нитратов в урожае 2012–2014 гг.

Культура	Сорта с низким содержанием нитратов	Сорта с высоким содержанием нитратов
Капуста	Цветная, брюссельская, кольраби	Капуста листовая: Ранняя, Подарок, Слава
Свекла	Свекла листовая (Мангольд)	Свекла корнеплодная: Бордо, Египетская плоская, Цилиндрическая, Столовая

Данные таблицы 1 показывают, что сорта капусты листовой и свеклы корнеплодной, выращенные в условиях пригородной зоны г. Красноярска, характеризуются высоким содержанием нитратов в урожае 2012–2014 гг. Сортовые различия по накоплению нитратов обусловлены реакцией на условия окружающей среды, режимом минерального питания, разной продолжительностью периода вегетации сорта, генетически закрепленным уровнем нитратредуктазы [7], а также вносимых доз азотосодержащих удобрений.

В капусте и свекле, выращенных в пригородных районах г. Красноярска, отмечается превышение содержания нитратов по сравнению с ПДК в 1,5–2 раза (табл. 2).

Анализ таблицы 2 показал, что повышенное содержание нитратов в капусте и свекле наблюдается во всех исследуемых районах и междусортные вариации небольшие. Используются высокоурожайные сорта, способные к аккумуляции нитратов, и повышение вносимых доз азотосодержащих удобрений, как неорганических, так и органических, усиливает процесс накопления.

Экспериментальные исследования термической обработки капусты и свеклы в образцах Березовского района позволили определить оптимальные режимы для получения безопасной овощной продукции (табл. 3).

Таблица 2

Содержание нитратов в овощной продукции до использования термического метода, мг/ГК

Культура, сорт	Район исследования				ПДК
	Емельяновский	Березовский	Манский	Сухобузимский	
Капуста:					900
Ранняя	1258.7	1577.4	1178.9	1243.7	
Подарок	1208.9	1305.3	1152.6	1197.6	
Слава	1101.5	1253.7	1097.2	1152.4	
Свекла:					1400
Бордо	1945.2	2802.9	1842.3	2167.4	
Цилиндрическая	1902.3	1606.4	1634.6	1856.1	
Столовая	1809.8	1437.5	1588.2	1679.9	
Египетская плоская	1723.6	1534.3	1575.8	1529.5	

Таблица 3

Оптимальные режимы термической обработки капусты и свеклы в бессолевого среде для образцов Березовского района исследования

Культура, сорт	Температура, °С			Время воздействия, мин			Уровень гидротации (соотношение ОП:вода)		Среднее содержание нитратов, ПДК, мг/кг
	60	80	100	20	45	60	1:4	1:2	
Капуста:									900
Ранняя			+	+				+	527.6
Подарок		+		+				+	415.2
Слава	+					+		+	387.3
Свекла:									1400
Бордо		+			+		+		832.1
Цилиндрическая		+				+	+		643.6
Столовая		+			+		+		531.5
Египетская плоская		+		+			+		438.8

Анализ таблицы 3 показал, что капуста сорта Ранняя, аккумулирующая наибольшее количество нитратов в культуре, уменьшает их содержание ниже уровня ПДК при уровне гидротации 1:2; температуре – 100 °С; времени воздействия – 20 мин. Сорт Слава – при том же уровне гидротации; температуре – 60 °С; времени воздействия – 60 мин.

Свекла сорта Бордо, аккумулирующая наибольшее количество нитратов в культуре, уменьшает их содержание ниже уровня ПДК при уровне гидротации 1:4; температуре – 80 °С; времени воздействия – 45 мин. Сорт Египетская плоская – при том же уровне гидротации; температуре – 80 °С; времени воздействия – 20 мин.

Выводы

1. Анализ содержания нитратов в продукции разных сортов капусты во всех районах исследования показал их различия в зависимости от сроков созревания. Раннеспелые сорта капусты (например Ранняя) накапливают большее содержание нитратов, чем позднеспелые сорта (например Слава). Сорта свеклы также имеют определенные различия между собой по содержанию нитратов в продукции, и можно построить следующий убывающий ряд: Бордо > Цилиндрическая > Столовая > Египетская плоская.

2. Режимы термической обработки свеклы и капусты зависят от сорта и сроков созревания продукции. Продукция из раннеспелых сортов капусты (например Ранняя) снижает содержание нитратов ниже уровня ПДК в результате термической обработки при температуре 100 °С и времени воздействия 20 мин. Продукция из позднеспелых сортов капусты (например Слава) снижает содержание нитратов ниже уровня ПДК в результате термической обработки при температуре 60 °С и времени воздействия 60 мин.

Свекла сортов Бордо и Столовая уменьшает содержание нитратов ниже уровня ПДК при температуре 80 °С; времени воздействия 45 мин. Сорт Цилиндрическая – при температуре 80 °С; времени воздействия 60 мин. А сорт Египетская плоская – температуре 80 °С; времени воздействия 20 мин.

3. При воздействии термической обработки на овощную продукцию (капуста, свекла) наблюдается уменьшение содержания нитратов до предельно допустимых концентраций (ПДК) во всех исследуемых образцах.

Тем самым разработанные режимы термической обработки овощной продукции способствуют решению вопросов продовольственной безопасности населения.

Литература

1. Кретович В.Л. Регуляция процессов ассимиляции нитратов // Усвоение и метаболизм азота у растений. – М.: Наука, 1987. – С. 172–184.
2. Тощев В.В., Мамаев Л.К. Агроэкологический мониторинг в зонах техногенного воздействия // Агрохимия. – 2006. – № 5. – С. 3–11.
3. Горовой В.И., Есейчик В.И., Хиль Г.Н. Основные направления использования вторичных ресурсов на предприятиях пищевой промышленности // Пищевая промышленность. – М.: Изд-во Агро-НИИТЭ, 2007. – С. 14–17.
4. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Мониторинг окружающей среды. – Красноярск, 2013. – 154 с.
5. Глунцов Н.М. Ионметрический экспресс – метод определения нитратного азота в овощной продукции // Применение удобрений в тепличном хозяйстве. – М.: Московский рабочий, 1987. – С. 35–42.
6. СанПиН 42-123-4619-88. Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения. – М., 1988.
7. Соколов О.А. Как уменьшить содержание нитратов в овощах? // Экология и жизнь. – 1998. – № 2. – С. 53–55.

Literatura

1. Kretovich V.L. Regulyatsiya processov assimilyacii nitratov // Usvoenie i metabolizm azota u rasteniy. – М.: Nauka, 1987. – S. 172–184.
2. Toshchev V.V., Mamaev L.K. Agroekologicheskiy monitoring v zonah tekhnogennoy vozdeystviya // Agrohimiya. – 2006. – № 5. – S. 3–11.

3. Gorovoi V.I., Eseychik V.I., Hil' G.N. Osnovnye napravleniya ispol'zovaniya vtorykh resursov na predpriyatiyah pishchevoi promyshlennosti // Pishchevaya promyshlennost. – M.: Izd-vo Agro- NIITEH, 2007. – S. 14–17.
4. Demidenko G.A., Fomina N.V. Monitoring okruzhayushchey sredy. – Krasnoyarsk, 2013. – 154 s.
5. Gluncov N.M. Ionometricheskii ehkspress – metod opredeleniya nitratnogo azota v ovoshchnoi produkcii // Primenenie udobrenij v teplichnom hozyajstve. – M.: Moskovskiy rabochiy, 1987. – S. 35–42.
6. SanPiN 42-123-4619-88. Dopustimye urovni sodержaniya nitratov v produktah rastitel'nogo proiskhozhdeniya. – M., 1988.
7. Sokolov O.A. Kak umen'shit' sodержanie nitratov v ovoshchah? // Ekologiya i zhizn'. – 1998. – № 2. – S. 53–55.



УДК 574.24

В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина,
Н.И. Селиванов, Н.И. Чепелев

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ЗЕРНА И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Разработка и внедрение инновационных технологий приготовления кормов в условиях хозяйств, позволяющих не только сокращать удельные издержки на кормовые рационы, но и повышать конверсию кормов, является актуальной проблемой. В связи с этим целью исследований стала сравнительная оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов. В исследованиях использовалась пшеница сорта Новосибирская-15, ячмень сорта Ача, овес сорта Сельма, прессованное сено в рулонах, зеленая масса люцерны, жом. Анализ энергетической ценности зерновых культур показал увеличение количества обменной энергии после экструдирования на 8–11 %. Сено смешивали с зерном пшеницы в соотношении 50:50. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и сена составляет 13,23 МДж/кг, что на 21 % выше исходной смеси и превышает энергетическую ценность зерна пшеницы на 3 %. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны – 14,3 МДж/кг, что больше на 8,5 % по сравнению с эструдатом смеси пшеницы с сеном. Жом смешивали с измельченным зерном пшеницы в различных пропорциях для определения качества готовой продукции и величины энергетического дохода в зависимости от влажности исходной смеси и количества вносимого жома. После экструдирования максимальное значение обменной энергии в корме из смеси пшеницы и жома люцерны отмечено при внесении в смесь 13 % жома и составляет 14,228 МДж/кг сухого вещества, минимальное – 14,137 МДж/кг – при внесении 28 % жома. По сравнению с исходными смесями пшеницы и жома, в указанных пропорциях обменная энергия повысилась на 10,8 и 14,5 % соответственно. Энергетический доход от применения технологии экструдирования пшеницы составил 0,486 МДж/кг, с включением 10 % зеленой массы люцерны составил 0,321 МДж/кг. При экструдировании пшеницы с добавлением различного количества жома из люцерны отмечено увеличение энергетического дохода в ряду увеличения содержания жома в смеси. Наиболее эффективным способом является применение в качестве растительной добавки 16 % жома люцерны в составе смеси.

Ключевые слова: зерно, сено, растения, жом, экструдирование, обменная энергия, полезная энергия.

V.V. Matyushev, I.A. Chaplygina,
N.I. Selivanov, N.I. Chepelev

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE PRODUCTION OF EXTRUDED FEED BASED ON A MIXTURE OF GRAINS AND PLANT COMPONENTS

Development and implementation of innovative technologies of fodder production in farms, allowing not only to reduce unit costs for feed rations, but also to increase the conversion of feed, is an important issue. In this regard the aim of the research is the comparative evaluation of the efficiency of production of extruded feed based on a mixture of grain and vegetable components. In the studies wheat varieties Novosibirsk-15, barley variety Acha, oats varieties Selma, pressed hay rolls, green mass of alfalfa, beet pulp were used. Analysis of the energy value of cereals showed an increase of the exchange energy extrusion at 8–11 %. Hay was mixed with wheat in the ratio 50:50. The exchange energy is obtained from a mixture of extrudate wheat and hay is 13,23 MJ/kg, which is 21 % above the starting mixture and exceeds the energy value of wheat by 3 %. The exchange energy is obtained from a mixture of extrudate of wheat grain and green mass of alfalfa – 14,3 MJ/kg, an increase of 8,5 %, compared to the extrudate of the mixture of wheat hay. The pulp was mixed with milled wheat grain in various proportions, to determine the quality and magnitude of energy income, depending on the moisture content of the raw mixture and the amount of insertion of the pulp. After extrusion, the maximum value of metabolizable energy in the feed of a mixture of wheat pulp and alfalfa are noted when included in a mixture of 13 % pulp and is 14,228 MJ/kg dry matter, the minimum 14,137 MJ/kg in order to make a 28 % pulp. Compared with the original blends of wheat and bagasse in the proportions, the exchange energy increased by 10,8 and 14,5 % respectively. Energy income from application of the technology of extrusion of wheat was 0,486 MJ/kg, with the inclusion of 10 % of green mass of alfalfa amounted 0,321 MJ/kg the product of wheat with the addition of various quantities of pulp, alfalfa noted showed an increase in energy income in a number increase the amount of pulp in the mixture. The most effective method is the use of 16% sugar beet pulp alfalfa in the mixture as a plant supplement.

Key words: grain, hay, plants, pulp, extrusion, exchange-valued energy, useful energy.

Введение. В настоящее время одной из важнейших проблем животноводства является низкая эффективность производства животноводческой продукции, обусловленная низким качеством кормов по основным питательным, минеральным и биологически активным веществам и высокими затратами труда и средств на ее получение [1, 2].

Общемировые современные тенденции роста цен на корма неизбежно приведут к увеличению производственных затрат в животноводстве.

В современных условиях ведения животноводства большое значение приобретает рациональное расходование зерна, направляемого на фуражные цели. Наиболее эффективно фуражное зерно используется в виде комбикормов, сбалансированных по протеину, аминокислотам и другим биологически активным веществам [3].

Прогрессивной технологией является экструдирование комбикормов и их компонентов, обеспечивающее высокую сохранность кормов и повышенную продуктивность животных. Применение экструдирования кормов и совершенствование технологии его производства является важной народно-хозяйственной задачей [4].

Простым и эффективным способом повышения питательной ценности и качества зернового корма является технология экструдирования смеси зерна и соломы. Недостатком данного способа является низкое содержание питательных веществ в растительной добавке (солома). В технологии экструдирования кормов целесообразно использовать сено или другие компоненты, превосходящие по своей питательности все другие корма или зеленую массу растений [5].

Поэтому разработка и внедрение инновационных технологий приготовления кормов в условиях хозяйств, позволяющих не только сокращать удельные издержки на кормовые рационы, но и повышать конверсию кормов, является актуальной проблемой [3].

Цель исследований: сравнительная оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов.

Условия и методы исследований. Исследования проводились на базе «Учебно-опытного хозяйства «Миндерлинское»» Сухобузимского района Красноярского края. На территории учебно-опытного хозяйства расположен цех для производства экструдированных кормов мощностью 0,3 т в час.

В исследованиях использовалась пшеница сорта Новосибирская-15, ячмень сорта Ача, овес сорта Сельма, прессованное сено в рулонах, зеленая масса люцерны, жом. Изготовление кормовых экструдатов осуществлено на экструдере марки ЭТР-700/45 КФСО. Анализ исходного сырья и готовой продукции проводился по стандартным методикам в НИИЦ ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» и ФГБУ ГЦАС «Красноярский».

Энергетический доход (ΔE), как энергетический эквивалент эффективности различных видов производства, определяли из выражения

$$\Delta E = E_1 - E, \quad (1)$$

где E_1 – энергетическая ценность единицы заготовленного корма, МДж/т;

E – удельные энергозатраты на получение корма, МДж/т.

Для сравнительной оценки процесса (или объекта) иногда недостаточно просто определить, дает ли она энергетический доход. Процессы, дающие некоторое количество энергетического дохода, могут оказаться неконкурентоспособными по отношению к другим процессам, у которых величина энергии больше. Сравнивая процессы между собой, можно рассчитать для них коэффициент энергетической эффективности, который равен отношению произведенной энергии корма (E_1) к энергии, затраченной в процессе производства (E):

$$\eta_{\text{ЭЭ}} = \frac{E_1}{E}. \quad (2)$$

Если коэффициент энергетической эффективности больше единицы, то имеет место энергетический доход [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ энергетической ценности зерновых культур показал увеличение количества обменной энергии после экструдирования на 8–11 %. Обменная энергия экструдированного зерна пшеницы увеличилась на 1,34 МДж/кг, ячменя – на 1,33, овса – на 1,03 МДж/кг. В полученных экструдатах отмечено изменение в содержании основных питательных веществ. Так, количество сырой клетчатки в экструдатах, как и содержание сырого жира, уменьшалось на 10–20 %, при одновременном увеличении содержания сахаров на 15–22 %.

В связи с тем, что наибольшее содержание обменной энергии среди экструдированных зерновых культур приходится на пшеницу, именно ее и использовали в дальнейших исследованиях.

На первом этапе исследований для экструдирования использовали смесь зерна пшеницы и сена. Сено смешивали с зерном пшеницы в соотношении 50:50. В полученном экструдате из смеси зерна пшеницы и сена отмечено снижение количества белка на 7 % по сравнению с приготовленной для экструдирования смесью (с 11,11 до 10,36 %), что связано с денатурацией белка в результате кратковременного воздействия высокой температуры и давления. Содержание клетчатки в смеси зерна пшеницы и сена в процессе экструзии снижается на 23 % (с 16,67 до 12,85 %), при одновременном увеличении количества сахаров на 21 % (с 5,44 до 6,58 %). Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и сена составляет 13,23 МДж/кг, что на 21 % выше исходной смеси, и превышает энергетическую ценность зерна пшеницы на 3 %.

На втором этапе исследований в качестве исходного сырья для производства экструдированных кормов использовалась пшеница сорта Новосибирская-15 и зеленая масса люцерны. Количе-

ство зеленой массы люцерны для смешивания с зерном рассчитывали с учетом рекомендуемой влажности входящей в экструдер смеси: не более 20 %. Свежескошенную измельченную зеленую массу люцерны смешивали с измельченной пшеницей в бункере с ворошителем до получения оптимального параметра влажности входящей в экструдер смеси. Данным условиям соответствует использование до 10 % зеленой массы (при влажности люцерны 77,4 %) от общего объема смеси. Дальнейшее увеличение массы добавляемой травы приводит к получению смеси с более высокой влажностью.

Экструдирование смеси вызывает изменения в составе основных питательных веществ. Так, в полученном экструдате из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны отмечено снижение количества белка по сравнению с приготовленной для экструдирования смесью на 2 %. В отличие от экструдата смеси пшеницы и сена содержание клетчатки в смеси зерна пшеницы с зеленой массой люцерны в процессе экструзии остается на прежнем уровне и составляет 4,3 %. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны – 14,3 МДж/кг, что больше на 8,5 % по сравнению с экструдатом смеси пшеницы с сеном.

Для уменьшения влажности зеленых растений и увеличения массы люцерны в составе смеси, увеличения энергетической ценности корма, поступающего на экструдирование, целесообразно применять механическое обезвоживание исходного растительного сырья [4].

Механическое обезвоживание зеленых растений производилось на гидравлическом прессе Р337. В качестве рабочей камеры использовался фрагмент зерного цилиндра пресса (рис. 1). Отжим сока из растений производился при давлении, равном 7 МПа. Влажность исходной зеленой массы люцерны составляла 77,4 %, после отжима – 69,5 %.

Жом смешивали с измельченным зерном пшеницы в различных пропорциях для определения качества готовой продукции и величины энергетического дохода в зависимости от влажности исходной смеси и количества вносимого жома. Подобраны следующие количества добавляемого жома люцерны: 13; 16 и 28 % от общей массы готовой смеси.

После экструдирования максимальное значение обменной энергии в корме из смеси пшеницы и жома люцерны отмечено при внесении в смесь 13 % жома и составляет 14,228 МДж/кг сухого вещества, минимальное – 14,137 МДж/кг – при внесении 28 % жома. По сравнению с исходными смесями пшеницы и жома в указанных пропорциях обменная энергия повысилась на 10,8 и 14,5 % соответственно.



Рис. 1. Лабораторная установка для механического обезвоживания зеленой массы растений

Энергетический доход от применения технологии экструдирования пшеницы составил 0,486 МДж/кг, с включением 10 % зеленой массы люцерны (без учета амортизации зданий и затрат на скашивание, доставку зеленой массы на линию экструдирования кормов) составил 0,321 МДж/кг (рис. 2).

При экструдировании пшеницы с добавлением различного количества жома из люцерны отмечено увеличение энергетического дохода в ряду увеличения содержания жома в смеси. Так, при добавлении 13 % жома энергетический доход составил 0,453 МДж/кг, при 16 и 28 % – соответственно 0,521 и 0,689 МДж/кг.

Для оценки целесообразности внесения растительных компонентов при экструдировании кормов рассчитан коэффициент энергетической эффективности. При экструдировании пшеницы коэффициент энергетической эффективности составил 14,202, пшеницы с добавлением зеленой массы люцерны – 14,162. При использовании жома в количестве 13, 16 и 28 % данный коэффициент составил 15,100; 15,127 и 15,154 соответственно. Поскольку коэффициент энергетической эффективности больше единицы, то имеет место энергетический доход.

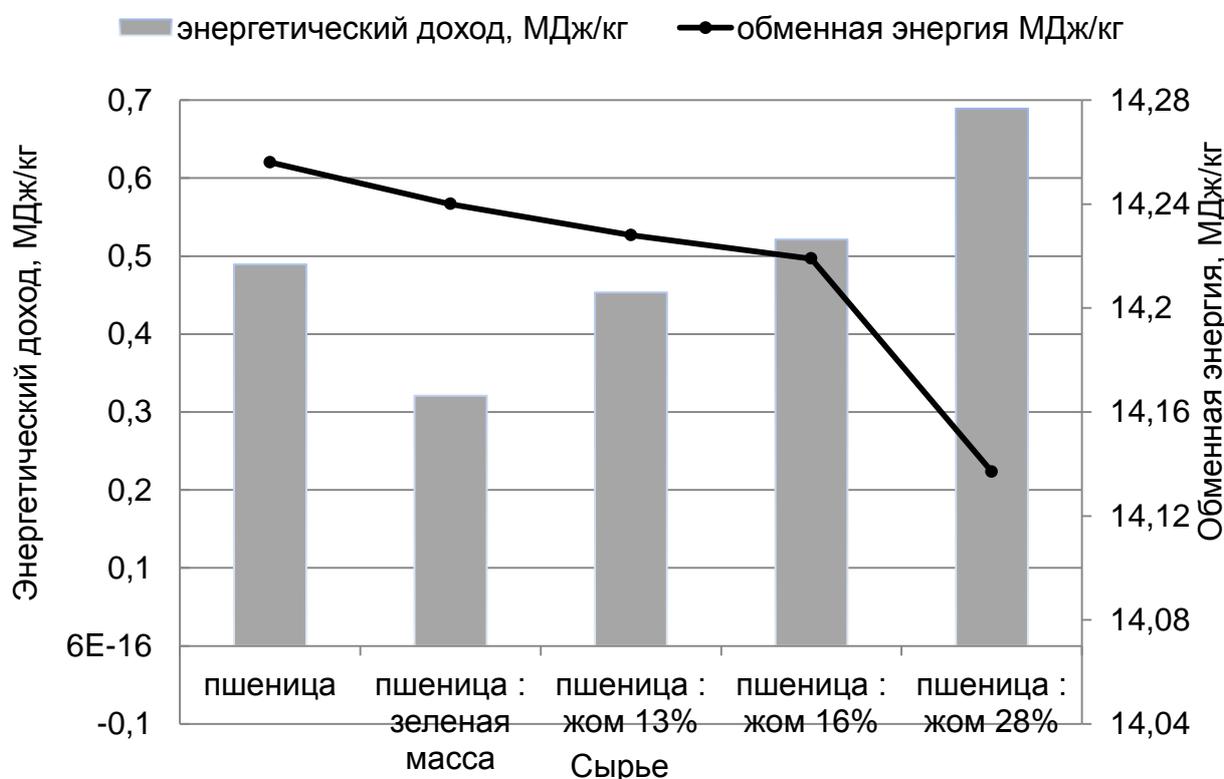


Рис. 2. Зависимость изменения обменной энергии и энергетического дохода экструдированного корма от используемого сырья

Наибольшее значение энергетического дохода и коэффициента энергетической эффективности отмечено при внесении в смесь 28 % жома люцерны, но при этом происходит уменьшение энергетической ценности экструдированного корма. Удельные энергозатраты на получение корма снижаются меньшими темпами, чем энергетическая ценность единицы заготовленного корма. В связи с этим оптимальной при экструдировании является смесь зерна пшеницы и 16 % жома люцерны при ее влажности 69,5 %.

При оптимальном соотношении пшеницы и жома коэффициент энергетической эффективности увеличивается на 6,5 % по сравнению с базовой технологией.

Выводы. Использование смеси зерна пшеницы с растительным материалом при экструдировании кормов позволяет сократить расход зерна, направляемого на фуражные цели. Наиболее эффективным способом является применение в качестве растительной добавки жома люцерны. Оптимальное соотношение пшеницы и жома люцерны, при указанной влажности исходных компонентов, отмечено при внесении 16 % растительного материала в состав смеси.

Литература

1. *Иванов С.А.* Совершенствование технологии и технических средств приготовления кормов для животноводства на основе соевого зерна: дис. ... д-ра техн. наук. – Благовещенск, 2005. – 359 с.
2. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочник / А.П. Калашников, В.И. Фисинин [и др.].* – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
3. *Артемова Е.И., Кочиева А.К., Капусткин А.В.* Эффективность организации внутрихозяйственного производства комбикормов // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 5 (069). – С. 113–124.
4. *Успенский В.В.* Снижение энергозатрат экструдирования кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров дозатора пресс-экструдера: автореф. дис. ... канд. техн. наук // URL: <http://www.dissercat.com>.
5. *Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, Н.Н. Лазарев [и др.].* – М.: Колос, 2006. – 432 с.
6. *Цугленок Н.В., Матюшев В.В.* Технология и технические средства производства экологически безопасных кормов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 128 с.

Literatura

1. *Ivanov S.A.* Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv prigotovleniya kormov dlya zhivotnovodstva na osnove soevogo zerna: dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Blagoveshchensk, 2005. – 359 s.
2. *Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: spravochnik / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin [i dr.].* – M.: Rossel'hozakademiya, 2003. – 456 s.
3. *Artemova E.I., Kochieva A.K., Kapustkin A.V.* Effektivnost' organizatsii vnutrihozyaystvennogo proizvodstva kombikormov // Nauchny zhurnal KubGAU. – Krasnodar, 2011. – № 5 (069). – S. 113–124.
4. *Uspenskiy V.V.* Snizhenie energozatrat ekstrudirovaniya kormov s obosnovaniem konstruktivno-rezhimnyh parametrov dozatora press-ekstrudera: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk // URL: <http://www.dissercat.com>.
5. *Kormoproizvodstvo / N.V. Parahin, I.V. Kobozev, N.N. Lazarev [i dr.].* – M.: Kolos, 2006. – 432 s.
6. *Cuglenok N.V., Matyushev V.V.* Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva proizvodstva ekologicheski bezopasnyh kormov / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2005. – 128 s.



СРОКИ СОЗРЕВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ РАЗНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ им. Вс.М. КРУТОВСКОГО

В статье приведены результаты исследований по определению оптимальных сроков сбора и хранения плодов летних и зимних сортов яблонь, произрастающих в зеленой зоне г. Красноярска. На сроки созревания и сбора плодов оказывают влияние район произрастания яблони и агротехника выращивания. Коллекция яблони, произрастающая в мемориальной части Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского, представлена 39 сортами. Исследуемые сорта характеризуются разными сроками созревания и хранения. Сбор плодов яблони в условиях Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского в 2013–2014 гг. проходил с 11 августа (Аркад стаканчатый) по 15–18 сентября (Бисмарк, Шаропай, Генерал Орлов). Краткосрочным периодом хранения плодов (от 9–10 до 35 дней) характеризуются сорта Аркад стаканчатый, Астраханское белое, Белый налив, Грушовка московская, Золотой шип, Коричное полосатое, Медовка, Папировка, Петербургская летняя, Терентьевка. Сорта, характеризующиеся большой длительностью хранения плодов (от 2,5 до 6 месяцев), отличаются обычно и более поздними сроками сбора. К ним относятся: Антоновка обыкновенная, Аркад зимний, Бисмарк, Воронежский воргуль, Восковое, Генерал Орлов, Зеленое Крутовского, Красноярское, Красноярский сибиряк, Малиновка, Пепин-китайка, Пепин шафранный, Ренет бергамотный, Славянка, Шаропай. Сорта яблони коллекции Вс.М. Крутовского за 2013–2014 гг. сформировали плоды высотой от 4,0 до 7,7 см, диаметром от 3,8 до 7,4 см. Максимальная масса плодов достигала 35–138 г в зависимости от сортовой принадлежности. Самыми крупными плодами отличались Антоновка обыкновенная (138 г), Коричное полосатое (131 г), Бисмарк (118 г), Шаропай (114 г), Папировка (108 г). Произрастающие в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского сорта яблони отличаются по срокам созревания и хранения. Сорта с кратковременными сроками хранения можно рекомендовать для переработки. Сорта с длительным хранением – для использования в пищу в течение нескольких месяцев.

Ключевые слова: яблоня, сорт, сроки созревания, съемная зрелость, потребительская зрелость, хранение плодов.

N.P. Bratilova, N.V. Moksina,
O.A. Gerasimova, N.I. Chepelev

STAGES OF PICKING AND STORAGE FOR DIFFERENT SORTS OF APPLE FRUIT IN THE BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER V.M. KRUTOVSKY

The article presents the results of studies, concerning the determination of the optimal timing of harvesting and storage of summer and winter fruit varieties of apple trees, growing in a green area of Krasnoyarsk. The time of ripening and harvesting is influenced by the growing area of apples and agrotechniques of cultivation. The collection of apple-trees, growing in the memorial part of the Botanical garden named after V.M. Krutovsky, includes 39 varieties. The investigated varieties are characterized by different ripening time and storage. The harvesting of apples in the Botanical garden named after V.M. Krutovsky in 2013–2014 took place from August, 11 (Arcades statinary) till September, 15–18. (Bismarck, Seropi, General Orlov). A variety of Arcade games statinary, Astrakhan white, White filling, Grushovka Moscow, Golden spike, Cinnamon striped, Medovka, Papirovka, St. Petersburg summer, Terentyevka are characterized by short-term storage period (from 9–10 to 35 days). Varieties, characterized by long duration of storage (from 2,5 to 6 months), are usually of the later dates of harvest. They include Antonovka ordinary, Arcades winter, Bismarck, Voronezh worqul, Wax, General Orlov, Green, the variety named after V.M. Krutovsky, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Siberian, Robin, Pepin-kitaika, Pepin saffron, Renet belamoty, Slavyanka, Saropa. Apple collection of Botanical garden named after V.M. Krutovsky for 2013-2014 shaped fruit with a

height of from 4,0 to 7,7 cm, with a diameter of from 3,8 to 7,4 cm. Maximum fruit weight reached 35–138 g, depending on a variety. The largest apples were Antonovka common (138 g), Brown striped (131 g), Bismarck (118 g), Sarobi (114 g), Papirovka (108 g). Apples differ in ripening and storage. Varieties with a short storage time can be recommended for processing. Varieties with a long storage time are to be used for several months.

Key words: apple-tree, sort, stages of picking, picking maturity, harvest maturity, storage of fruits.

Введение. Плоды яблони относятся к ценным продуктам, имеющим большую пищевую ценность. В состав яблок входят сахара, органические кислоты, пектин, витамин С, биологически активные фенольные соединения [1, 2]. В настоящее время актуальной является проблема непрерывного обеспечения плодами населения в течение года. Единственным и надежным способом сохранения скоропортящихся плодов является их техническая переработка. На сроки созревания и сбора плодов влияет район произрастания яблони (в северных регионах созревание отмечается позднее, чем в южных) и агротехника выращивания. Стланцевые формы начинают вегетировать и цвести на 10–12 дней раньше по сравнению с обычными, а значит и прохождение других фенологических фаз у них несколько иное, чем у деревьев, выращиваемых в штамбовой форме [3].

Цель исследований: выявление оптимальных сроков сбора и хранения плодов летних и зимних крупноплодных сортов яблони в г. Красноярске.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований явились крупноплодные сорта яблони мемориальной части коллекции Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского, расположенного в юго-западной части г. Красноярска. Территория сада находится на стыке Канско-Рыбинской котловины и лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины с предгорьями Восточных Саян [3]. Данная коллекция сформирована Вс.М. Крутовским и его последователями с 1904 по 1953 г. Коллекция яблони включает сорта различного селекционного происхождения (народной селекции, селекции И.В. Мичурина, Р.И. Шредера, Клэрксона, Вс.М. Крутовского), относящиеся к нескольким географическим зонам [4]. Возраст деревьев на момент исследований составлял 61–110 лет.

Проведение фенологических наблюдений, определение биометрических показателей и массы плодов осуществляли по общепринятой методике [5].

Результаты исследований. Коллекция яблони, произрастающая в мемориальной части Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского, представлена 39 сортами. Исследуемые сорта характеризуются разными сроками созревания (летние, зимние). К летним относят сорта, съемная и потребительская зрелость которых почти совпадают, поэтому плоды с дерева снимают за 2-5 дней до их полной зрелости. Зимние сорта отличаются наступлением потребительской спелости спустя длительный срок хранения. Период сбора плодов зимних сортов определяют по их характерной окраске и размерам [6].

Сбор плодов яблони в условиях Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского в 2013–2014 гг. проходил с 11 августа (Аркад стаканчатый) по 15–18 сентября (Бисмарк, Шаропай, Генерал Орлов). Краткосрочным периодом хранения плодов (от 9–10 дней у сортов Коричное полосатое, Медовка, Аркад стаканчатый до 32–35 дней у сортов Терентьевка и Нобилис) отличаются сорта, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Сорта, отличающиеся коротким периодом хранения плодов

Сорт	2013 г.		2014 г.	
	Сбор	Хранение до...	Сбор	Хранение до...
1	2	3	4	5
Аркад стаканчатый	11–13.08	25.08	11.08	20.08
Астраханское белое	28.08	10.09	1.09	12.09

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Белый налив	15–20.08	30.08	20–22.08	2.09
Грушовка московская	17–25.08	29.08	20–23.08	2.09
Золотой шип	16–21.08	6.09	19–23.08	10.09
Коричное полосатое	1.09	10.09	1–2.09	12.09
Медовка	20.08	30.08	23–25.08	5.09
Нобилис	26–29.08	30.09	1–5.09	5.10
Папировка	25–30.08	10.09	28–30.08	15.09
Петербургская летняя	19–22.08	4.09	25–27.08	10.09
Терентьевка	28.08	30.09	1.09	5.10

Сорта, характеризующиеся большой длительностью хранения плодов (от 2,5 до 6 месяцев), отличаются обычно и более поздними сроками сбора (табл. 2).

Таблица 2

Сорта, отличающиеся длительным сроком хранения плодов

Сорт	2013 г.		2014 г.	
	Сбор	Хранение до...	Сбор	Хранение до...
Антоновка обыкновенная	9–11.09	1.02	10–11.09	10.02
Аркад зимний	9–11.09	15.12	11.09	30.12
Бисмарк	7–14.09	1.02	10–15.09	1.02
Воронежский воргуль	17.09	10.01	19.09	1.02
Восковое	6.09	15.12	10.09	20.12
Генерал Орлов	10–15.09	1.12	15–18.09	5.12
Зеленое Крутовского	28.08	30.11	1–2.09	5.12
Красноярское	3.09	10.11	10.09	20.11
Красноярский сибиряк	3.09	30.11	12.09	5.12
Кулон-китайка	6.09	10.02	10.09	15.02
Малиновка	4.09	15.12	10–12.09	20.12
Пепин-китайка	6–7.09	10.12	11–13.09	15.12
Пепин шафранный	4–8.09	1.03	10–12.09	10.03
Ренет бергамотный	2.09	1.02	8.09	10.02
Славянка	30.08	1.03	3–5.09	5.03
Шаропай	11–15.09	10.02	15–16.09	15.02

Среди сортов яблони с длительным сроком хранения плодов в 2013 г. первыми начали собирать плоды у Зеленого Крутовского (28 августа), Ренета бергамотного, Красноярского и Красноярского сибиряка (2–3 сентября), в 2014 г. – плоды сортов Зеленое Крутовского (1–2 сентября), Славянка (3–5 сентября).

Сорта яблони коллекции Вс.М. Крутовского за 2013–2014 гг. сформировали плоды высотой от 4,0 до 7,7 см, диаметром от 3,8 до 7,4 см. Максимальная масса плодов достигала 35–138 г в зависимости от сортовой принадлежности (табл. 3).

Размеры и максимальная масса плодов в 2013–2014 гг.

Сорт	Высота, см	Диаметр, см	Масса, г
Антоновка обыкновенная	6,1	6,0	138
Аркад зимний	5,8	6,0	90
Аркад стаканчатый	5,4	6,0	70
Астраханское белое	5,2	6,0	71
Белый налив	6,2	6,0	95
Бисмарк	7,0	6,3	118
Воронежский воргуль	6,5	6,2	99
Восковое	5,0	4,7	55
Генерал Орлов	5,7	5,0	66
Грушовка московская	6,3	5,1	76
Зеленое Крутовского	4,7	4,6	53
Золотой шип	6,1	4,7	68
Коричное полосатое	7,5	5,4	131
Красноярское	4,0	3,9	39
Красноярский сибиряк	7,7	7,4	99
Кулон-китайка	7,6	6,3	98
Малиновка	5,7	5,6	63
Медовка	5,7	5,0	63
Нобилис	4,8	4,4	43
Папировка	7,0	5,9	108
Пепин-китайка	6,7	5,3	95
Пепин шафранный	6,0	5,7	68
Петербургская летняя	4,8	4,9	48
Ренет бергамотный	5,7	4,6	61
Славянка	4,0	3,8	35
Терентьевка	5,2	5,5	75
Шаропай	6,7	5,2	114

Самыми крупными плодами отличались Антоновка обыкновенная (138 г), Коричное полосатое (131 г), Бисмарк (118 г), Шаропай (114 г), Папировка (108 г).

Выводы. Произрастающие в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского сорта яблони отличаются по срокам созревания и хранения. Сорта с кратковременными сроками хранения можно рекомендовать для переработки. Сорта с длительным хранением – для использования в пищу в течение нескольких месяцев.

Литература

1. Братилова Н.П., Репях М.В., Моксина Н.В. Влияние сортовой принадлежности яблони на биохимический состав плодов в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 237–239.
2. Калинина И.П., Яцемская З.С., Макаренко С.А. Селекция яблони на зимостойкость, высокую урожайность. Устойчивость к парше и повышенное качество плодов на юге Западной Сибири / РАСХН Сиб. регион. отд., НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 2010. – 310 с.

3. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / *Р.Н. Матвеева* [и др.]. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – 357 с.
4. *Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Моксина Н.В.* Селекционные исследования в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 1996. – 182 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. *Г.А. Лобанова*. – Мичуринск: Изд-во ВНИИСХ, 1973. – 495 с.
6. Справочник садовода / под ред. *И.Е. Назарова*. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1951. – 640 с.

Literatura

1. *Bratilova N.P., Repiyah M.V., Moksina N.V.* Vliyaniye sortovoi prinadlezhnosti yablони na biohimicheskiy sostav plodov v Botanicheskom sadu im. Vs.M. Krutovskogo // *Vestn. KrasGAU*. – 2011. – № 12. – S. 237–239.
2. *Kalinina I.P., Yashchemskaya Z.S., Makarenko S.A.* Seleksiya yablони na zimostojkost', vysokuyu urozhajnost'. Ustojchivost' k parshe i povyshennoe kachestvo plodov na yuge Zapadnoy Sibiri / RASKHN Sib. region. otd., NII sadovodstva Sibiri im. M.A. Lisavenko. – Novosibirsk, 2010. – 310 s.
3. Seleksiya yablони v Botanicheskom sadu im. Vs.M. Krutovskogo / *R.N. Matveeva* [и др.]. – Krasnoyarsk: Izd-vo SibGTU, 2006. – 357 s.
4. *Matveeva R.N., Butorova O.F., Moksina N.V.* Selektionnye issledovaniya v Botanicheskom sadu im. Vs.M. Krutovskogo. – Krasnoyarsk: Izd-vo SibGTU, 1996. – 182 s.
5. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod red. *G.A. Lobanova*. – Michurinsk: Izd-vo VNIISKH, 1973. – 495 s.
6. Spravochnik sadovoda / pod red. *I.E. Nazarova*. – M.: Gos. izd-vo s.-h. literatury, 1951. – 640 s.



УДК 664.68

Н.Н. Тупсина, Д.В. Штефен

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ГОЛУБИКИ В МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Целью данной работы было определение возможности разработки рецептуры нового мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности, расширение сырьевой базы и использование нетрадиционного сырья. Исследована возможность замены части муки порошком голубики при производстве мучных кондитерских изделий. Для разработки рецептуры кекса использовался порошок ягод голубики в дозировке 3,5; 4,5; 5,5 % к муке. В ходе исследования были определены органолептические и физико-химические показатели. В результате проведения анализов готовых изделий выявлено, что изделие с добавлением 3,5 % порошка голубики обладает лучшими органолептическими и физико-химическими показателями. Кекс с использованием порошка голубики обладает более высокой пищевой ценностью, изделие обогащается клетчаткой, органическими кислотами и витаминами.

Ключевые слова: голубика, сырье, кекс.

N.N. Tipsina, D.V. Shtefen

THE USE OF POWDER BLUEBERRIES IN PASTRY

The aim of this study was to determine the opportunity of developing new formulations of flour confectionery products with increased nutritional value, the expansion of the resource base and the use of unconventional materials. The possibility of replacing a portion of the flour in the production of powder

blueberry pastry products was investigated. For formulating the cake berries blueberry we used powder in a dosage of 3,5; 4,5; 5,5 % to flour. The study identified the organoleptic and physico-chemical parameters. As a result of analysis the finished product revealed that the product with the addition of 3,5 % blueberry powder had better organoleptic and physico-chemical parameters. Cake with blueberry powder has a high nutritional value; the product is enriched with fiber, organic acids and vitamins.

Key words: blueberry, raw materials, cupcake.

Введение. Применение новых видов дикорастущего растительного сырья в кондитерском производстве позволяет разнообразить ассортимент изделий, повысить их пищевую ценность, улучшить физико-химические и органолептические показатели. Одним из таких видов являются ягоды голубики.

Голубика – семейство вересковых (*Vaccinium uliginosum* L.). По сведениям различных авторов этот род насчитывает от 150 до 200 видов [1].

Голубика содержит 0,04 мг бета каротина, 13 мг витамина С, 1 мг витамина Е, 10 мг ретинола в 100 г ягод.

Ценный химический состав зрелых ягод голубики делает их весьма полезными для употребления в свежем виде, высушенном и переработанном [2].

Ягоды голубики обладают приятным кисло-сладким вкусом, но без особого аромата. Используют ягоды в пищевой промышленности, а также в медицине как противогрибковое средство, общеукрепляющее и способствующее нормализации обменных процессов. Благодаря значительному содержанию в голубике волокон, ее успешно можно использовать в кондитерской промышленности для производства многих продуктов питания.

В связи с этим получение продуктов диетического назначения с использованием порошка голубики является актуальной задачей.

Цель исследования: разработать рецептуру мучного кондитерского изделия с использованием порошка голубики.

Задачи исследования:

- 1) разработать рецептуру кекса с заменой части муки порошком голубики;
- 2) определить органолептические и физико-химические показатели готовой продукции;
- 3) рассчитать пищевую ценность разработанного изделия.

Объекты и методы исследования: порошок плодов голубики, кекс.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования проводились на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств ИПП Красноярского государственного аграрного университета.

Исследования химико-технологических свойств ягод голубики осуществлялись по ГОСТ 28561-90, ГОСТ 8756.13-87, ГОСТ 25555.0-82, ГОСТ 6830-89 [3].

Для разработки рецептуры кекса использовался порошок ягод голубики в дозировке 3,5; 4,5; 5,5 % к муке.

В таблице 1 представлена рецептура трех образцов кекса с различной дозировкой порошка голубики.

В традиционную схему производства кекса вводилась операция внесения порошка голубики на стадии замеса теста.

На основе разработанных рецептур были получены образцы кексов и определены их органолептические показатели (табл. 2).

Проанализировав образцы с различной дозировкой порошка из голубики по органолептическим показателям качества, можно сделать вывод, что внесение добавки в количестве 3,5 % в рецептуру изделий наиболее положительно сказывается на вкусе и аромате, цвете и виде в изломе.

Также в ходе эксперимента было установлено, что при внесении порошка голубики незначительно увеличивается влажность изделия (рис. 1).

Рецептура кекса с порошком из голубики

Сырье	Расход сырья на 100 г					
	Образец № 1 3,5 %		Образец № 2 4,5 %		Образец № 3 5,5 %	
	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	29,99	25,64	29,66	25,4	29,33	25,07
Порошок голубики	1,09	1,01	1,4	1,3	1,7	1,6
Сахар-песок	23,38	23,35	23,38	23,35	23,38	23,35
Масло сливочное	23,38	19,64	23,38	19,64	23,38	19,64
Меланж	18,7	5,05	18,7	5,05	18,7	5,05
Соль	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Изюм	23,38	18,7	23,38	18,7	23,38	18,7
Сахарная пудра	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Эссенция	0,09	–	0,09	–	0,09	–
Аммоний	0,04	–	0,04	–	0,04	–
Итого	121,28	94,57	121,26	94,62	121,23	94,59
Выход	99,97	87,98	100,03	88,03	99,77	87,9

Таблица 2

Органолептические показатели кекса с добавлением порошка из голубики

Показатель	Характеристика
Форма	Соответствует данному наименованию изделия, без повреждений (изломов)
Поверхность	С повышением дозы порошка голубики поверхность кексов становится более подгорелая. С наличием трещин и разрывов, вследствие приготовления кексов на химических разрыхлителях
Цвет	Меняется в процессе замены части муки порошком голубики от светло-голубого до темно-голубого
Вкус и запах	Изюм и порошок голубики равномерно распределен в изделиях. Первый вариант хорошо пропечен, остальные два менее пропечены
Вид в изломе	Свойственный данному изделию

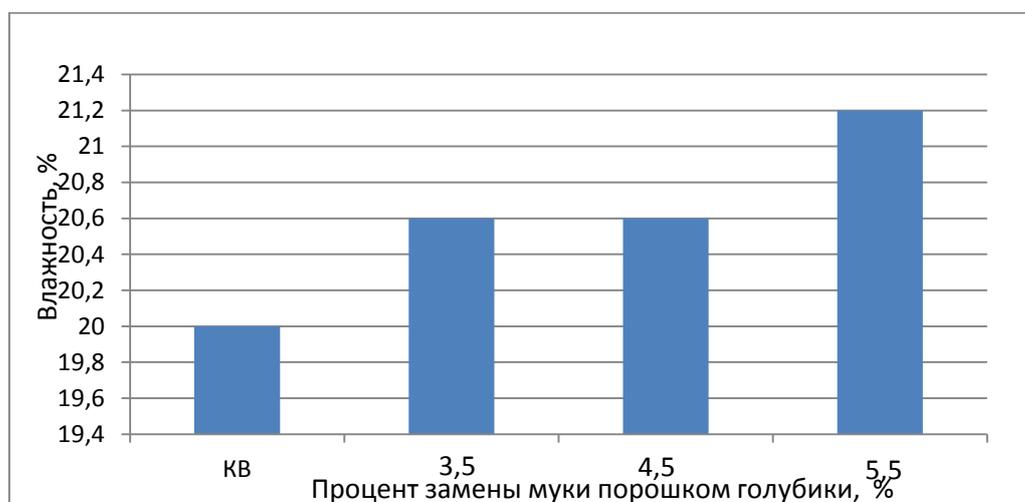


Рис. 1. Изменение влажности изделия в зависимости от замены части муки порошком голубики

С увеличением дозировки щелочность уменьшается (рис. 2).

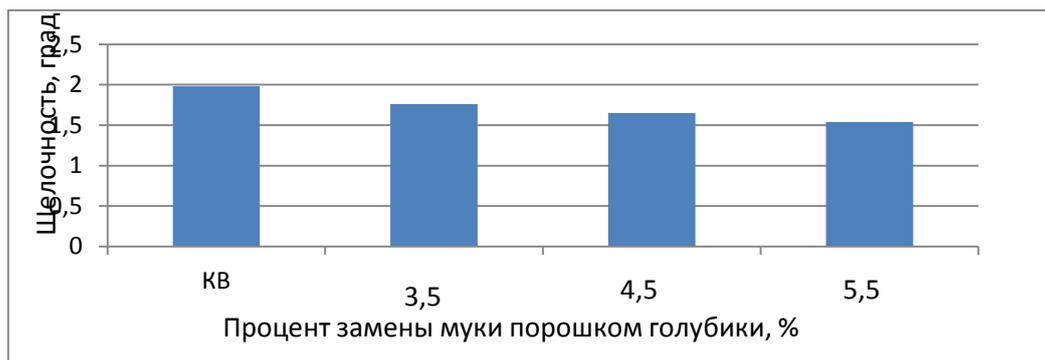


Рис. 2. Изменение щелочности изделия в зависимости от замены части муки порошком голубики

Влажность и щелочность в предлагаемом образце с дозировкой 3,5 % находится в пределах стандарта.

Пищевая ценность изделия представлена в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная характеристика пищевой ценности кекса «Столичного» контрольного варианта и варианта с дозировкой порошка голубики 3,5 %

Показатель	Контрольный вариант		Образец с дозировкой 3,5 %		Суточная потребность человека, мг
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
Химический состав, г					
Белки	12,4	14,58	12,35	14,53	85
Жиры	26,59	26,07	26,52	25,99	102
Углеводы	61,64	16,14	60,71	15,89	382
Клетчатка	0,817	3,27	0,91	3,63	25
Зола	2,04	–	2,03	–	–
Органические кислоты	0,28	14,0	0,299	14,95	2
Минеральные вещества, мг					
Na	273,05	6,83	273,07	6,83	4000
K	344,86	6,89	344,97	6,89	5000
Ca	68,59	8,57	68,31	8,54	800
Mg	49,65	12,41	48,20	12,05	400
P	202,04	16,84	200,6	16,72	1200
Fe	3,23	26,91	3,20	26,66	12,0
Витамины, мг					
B ₁	0,098	5,76	0,132	7,76	1,7
B ₂	0,267	13,35	0,335	17,75	2,0
PP	0,272	1,43	0,344	1,81	19,0
A	0,168	0,0168	0,24	0,024	1000
C	–	–	0,28	0,4	70
E	–	–	0,019	0,19	10
Энергетическая ценность, ккал	536	19,32	532	19,17	2775

Заключение: разработана рецептура с добавлением порошка голубики.

В результате проведения анализов готовых изделий выявлено, что изделие с добавлением 3,5 % порошка голубики обладает лучшими органолептическими и физико-химическими показателями.

Кекс с использованием порошка голубики обладает более высокой пищевой ценностью, изделие обогащается клетчаткой, органическими кислотами и витаминами.

Литература

1. Курлович Т.В. Клюква, голубика, брусника: пособие для садоводов-любителей. – М.: Ниола-Пресс; ЮНИОН-паблик, 2007. – 200 с.
2. Скурихин И.М., Путьельян В.А. Химический состав российских продуктов питания. – М.: Дели Принт, 2002. – 235 с.
3. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28561-90>.
4. Кузнецова Л.С., Сиданова М.Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: Академия; Высш. шк., 2013. – 400 с.

Literatura

1. Kurlovich T.V. Klyukva, Golubika, Brusnika: posobie dlya sadovodov-lyubitelei. – M.: Niola-Press; UNION-public, 2007. – 200 s.
2. Skurihin I.M. Putelyan V.A. Himicheskiy sostav rossiyskih produktov pitaniya. – M.: Deli Print, 2002. – 235 s.
3. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28561-90>.
4. Kuznetsova L.S., Sidanova M.Yu. Tekhnologiya prigotovleniya muchnyh konditerskih izdeliy. – M.: Akademiya; Vyssh. shk., 2013. – 400 s.



УДК633.8.66.061

Е.А. Струпан, В.И. Полонский, Г.А. Демиденко

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ДИКОРАСТУЩЕГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ФИТОТЕРАПИИ

Целью исследования является теоретическое обоснование применения продуктов переработки многолетних травянистых растений семейств Asteraceae (Compositae): *Arstium lappa* L. – лопух большой, *Taraxacum officinale* Wigg – одуванчик лекарственный, *Achillea millefolium* L.) – тысячелистник обыкновенный, а также семейства Rosaceae-*Sanguisorba officinalis* L. (*Sanguisorba glandulosa* Kom.) – кровохлебка лекарственная, – в пищевых отраслях и разработка технологии мучных, кондитерских изделий, обогащенных биологически активными веществами, выделенными из дикорастущего сырья. Были исследованы биологически активные вещества в сырье и продуктах его переработки в процессе хранения; антиоксидантные и антимикробные свойства продуктов переработки дикорастущего сырья; структурно-механические и физико-химические показатели качества различных видов теста для кондитерских изделий. В исследуемых растениях обнаружено следующее: массовая доля моно- и дисахаридов составляет от 8 до 11 %, максимальное содержание инулина составляет от 36,5–42 %, сумма фруктозидов и фруктозанов – 18–35 %. Содержание полимерных фенольных соединений (танинов) – 20–30 %. Методами ИК-УФ-спектроскопии идентифицированы: кверцетин, рутин, мирицитин, катехи-

ны, лейкоантоцианы, фенолкарбоновые кислоты ($C_6 - C_1$) и ($C_6 - C_3$) ряда. По органолептическим показателям и показателям безопасности срок годности экстрактов в герметичной упаковке при температуре хранения ($20\text{ }^\circ\text{C}$) и относительной влажности воздуха 70 % составляет 18 месяцев. На рисунках представлены концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из корней лопуха большого, одуванчика лекарственного, тысячелистника обыкновенного, кровохлебки лекарственной и получены уравнения регрессии.

Ключевые слова: вода, углеводы, витамины, органические кислоты, полифенольные соединения.

E.A. Strupan, V.I. Polonsky, G.A. Demidenko

TECHNOLOGY RECEPTION OF EXTRACTS FROM WILD-GROWING VEGETATIVE RAW MATERIALS WIDELY APPLIED IN THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY AND HERBAL MEDICINE

The aim of the research is a theoretical substantiation of application of products of processing of perennial herbaceous plants of the families Asteraceae (Compositae): Arstium lappa L. great burdock, Taraxacum officinale Wigg – dandelion medicinal, Achillea millefolium L.) yarrow, as well as family Rosaceae-Sanguisorba officinalis L. (Sanguisorba glanduloza Kom.) – Burnet pharmaceutical, food industries and development of technology of bakery, confectionery products, enriched with biologically active substances isolated from wild-growing raw materials. Were investigated biologically active substances in raw materials and products of its processing during storage; antioxidant and antimicrobial properties of products of processing of wild-growing raw materials; structural, mechanical and physico-chemical indicators of quality of different types of pastry and confectionery. In investigated plants found as follows: mass fraction of mono- and disaccharides is from 8 to 11 %, the maximum content of inulin is from 36,5 to 42 %, the amount of fructose and fructosans – 18–35 %. The polymer content of phenolic compounds (tannins) – 20–30 %. By IR-UV spectroscopy identified: quercetin, rutin, myricetin, catechins, leucoanthocyanins, and phenol carboxylic acids ($C_6 - C_1$) and ($C_6 - C_3$) of the series. On organoleptic indicators and indicators of safety the shelf life of the extracts in a sealed container at storage temperature ($20\text{ }^\circ\text{C}$) and relative humidity of 70 % in 18 months. The figures below show concentration curves of the countercurrent process EXT-reagirovanija of phenolic compounds from burdock roots, dandelion, yarrow, Burnet and the regression equations.

Key words: water, carbohydrates, vitamins, organic acids, polyphenolic country.

Введение. Для получения экстрактов использовали свежее и высушенное на ИК-установке сырье. В качестве растворителей выбраны: вода, водно-этанольная смесь, позволяющие экстрагировать моно-, ди- и полимерные фенольные соединения, углеводы, органические кислоты, их соли и витамины. Основным процессом, применяемым при приготовлении экстрактов из дикорастущего сырья, является экстрагирование биологически активных веществ, содержащихся в нем. Этот процесс применительно к растительному материалу имеет специфические особенности, связанные, прежде всего, с предварительными технологическими операциями (подготовка сырья, измельчение, сушка, хранение и др.) и со стабильностью БАВ, которые могут осложнять регуляцию и оптимизацию технологических параметров экстрагирования. В определенной мере предварительная обработка, особенно сушка, может изменить некоторые свойства растительного сырья, включая и его химический состав: возможны процессы гидролиза и ферментации, которые чаще всего приводят к уменьшению первоначального биологического эффекта. Несмотря на это, получение экстрактов из растительного сырья широко применяется в пищевой промышленности и фитотерапии. В технологии экстрактов важное значение имеет скорость экстрагирования, определяемая движущей силой процесса (разница концентраций экстрагируемого вещества в жидкости, заполняющей поры сырья, и в основной массе растворителя, находящегося в контакте с поверхностью твердых частиц)

и диффузионным сопротивлением на каждой стадии. Одним из факторов, ускоряющих экстрагирование, является измельчение сырья, так как при этом увеличивается поверхность раздела фаз (уменьшается внутреннее диффузионное сопротивление). Однако следует иметь в виду, что слой мелких частиц может стать наиболее плотным, что ухудшит контакт частиц с окружающей жидкостью. Это может привести к неравномерности процесса в отдельных зонах слоя частиц и ухудшить массообмен от частиц к жидкости, т. е. замедлить другую стадию процесса. Общая скорость при мелком дроблении сырья может уменьшиться. Кроме того, мелкие частицы затрудняют отделение жидкости от твердых частиц и требуют значительных энергетических затрат, что соответствующим образом влияет на эффективность процесса экстрагирования [1–3].

Наряду с размером частиц сырья на скорость экстрагирования и полноту извлечения БАВ существенное влияние оказывает соотношение q расхода масс экстрагента $M_э$ и сырья $M_с$ (гидро-модуль):

$$q = \frac{M_э}{M_с} \quad (1)$$

Чем больше масса экстрагента к массе сырья, тем в меньшей мере повышается его концентрация при извлечении одного и того же количества экстрагируемого вещества. В связи с этим движущая сила на протяжении процесса будет большей и степень извлечения БАВ увеличивается. Однако при этом уменьшается концентрация полученного экстракта, что нежелательно, так как это затрудняет и удорожает выделение БАВ в чистом или концентрированном виде. Кроме того, увеличение соотношения q при одной и той же производительности аппарата по сырью потребует увеличения размеров аппарата, ухудшатся гидродинамические условия экстрагирования, уменьшится коэффициент массоотдачи, скорость экстрагирования и степень извлечения БАВ. Следует иметь в виду, что в процессе экстрагирования соотношение расхода фаз и физические свойства взаимодействующих фаз могут изменяться, особенно для высушенного сырья, набухающего в процессе экстрагирования. При экстрагировании БАВ из дикорастущего сырья важное значение имеет также выбор температуры, основанный на некоторых закономерностях, связанных с массообменными процессами, химическим составом и структурой дикорастущего сырья, физико-химическими свойствами растений и БАВ, подлежащих экстрагированию. В современной практике экстракцию лекарственных или биологически активных веществ из растительного сырья проводят при умеренных температурах (20 ± 5 °С) или повышенных (40...100 °С). Механизм экстрагирования БАВ из дикорастущего сырья включает следующие основные стадии: проникновение экстракта в поры дикорастущего сырья; растворение БАВ в экстракте; перенос экстрагируемого вещества из глубины твердой частицы к поверхности раздела фаз; для свежего сырья - с помощью молекулярной диффузии; для высушенного сырья – с помощью массопроводности, так как механизм осложняется набуханием; перенос БАВ от поверхности раздела фаз вглубь экстракта с помощью конвективной диффузии (массоотдача) [4–6].

Цель исследования: теоретическое обоснование применения продуктов переработки многолетних травянистых растений семейств *Asteraceae (Compositae)*: *Arstium lappa* L. – лопух большой, *Taraxacum officinale* Wigg – одуванчик лекарственный, *Achillea millefolium* L.) – тысячелистник обыкновенный, а также семейства *Rosaceae-Sanguisorba officinalis* L. (*Sanguisorba glanduloza* Kom.) – кровохлебка лекарственная, – в пищевых отраслях и разработка технологии мучных, кондитерских изделий, обогащенных биологически активными веществами, выделенными из дикорастущего сырья.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования были выбраны продукты переработки многолетних травянистых растений семейств *Asteraceae (Compositae)*: *Arstium lappa* L. – лопух большой, *Taraxacum officinale* Wigg – одуванчик лекарственный, *Achillea millefolium* L.) – тысячелистник обыкновенный, а также семейства *Rosaceae-Sanguisorba officinalis* L. (*Sanguisorba glanduloza* Kom.) – кровохлебка лекарственная.

Методами ИК-УФ-спектроскопии идентифицированы: кверцетин, рутин, мирицитин, катехины, лейкоантоцианы, фенолкарбоновые кислоты ($C_6 - C_1$) и ($C_6 - C_3$) ряда.

Результаты исследования и их обсуждение. Важной особенностью экстрагирования БАВ из свежего и высушенного дикорастущего сырья является то, что физические свойства его в значительной мере изменяются, и это оказывает существенное влияние на все стадии данного процесса. Перенос экстрагируемых веществ вследствие неоднородности поля концентраций (массообмен) может осуществляться двумя способами: молекулярной и конвективной диффузией. Два кинетических коэффициента – молекулярный коэффициент диффузии D , m^2/c , и коэффициент массоотдачи β характеризуют две различные стороны процесса экстрагирования. Коэффициент D отражает только диффузионные свойства материала твердых частиц, зависящие исключительно от температуры и концентрации. Значения D при одних и тех же температурах и концентрации будут одинаковы независимо от того, где происходит процесс. Значения β зависят от размера частиц и конструктивных особенностей аппарата, которые обеспечивают соответствующую гидродинамическую обстановку при проведении процесса экстрагирования. На величину β влияет режим движения жидкости, физические, в том числе и диффузионные свойства жидкости, формы и размеры твердых частиц, а так же конструктивные особенности аппарата, в котором протекает экстрагирование. Таким образом, эффективность БАВ из дикорастущего сырья зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются температура, степень измельчения сырья, выбор экстрагента, соотношение сырья и растворителя (гидромодуль) и продолжительность экстрагирования. В связи с вышеизложенным, при обосновании технологических параметров экстрагирования БАВ использовали метод планирования многофакторного эксперимента. В качестве функции отклика выбран выход фенольных соединений (y), выраженный в процентах по отношению к начальному содержанию их в сырье; в качестве варьируемых факторов: температура t (x_1), концентрация этилового спирта (x_2), продолжительность экстрагирования (x_3), кодированные переменные X_1 , X_2 , X_3 соответственно. Основные уровни и шаги варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения уровней факторов и шагов варьирования

Фактор	Основной уровень (x_{oi})*		Шаг варьирования Δx_i
	1	2	
x_1 , °C	50	40	10,0
x_2 , %	65	65	5,0
x_3 , ч	3	3	1,0

*1 – температура при экстрагировании фенольных соединений из корней; 2 – температура при экстрагировании фенольных соединений из надземной части ТО.

Предварительно проводили опыты по экстрагированию БАВ при постоянных значениях влияющих факторов X_1 , X_2 , X_3 на основном уровне (табл. 2), варьировали значения гидромодуля, принимали $q = 1:2$; $1:3$ и $1:5$ – для свежего сырья; $q = 1:3$; $1:5$ и $1:7$ – для высушенного сырья. Для повышения эффективности экстрагирования БАВ и увеличения движущей силы этого процесса проводилась предварительная подготовка сырья, включающая измельчение корней в форме стружки толщиной 2–3 мм, длиной 40–60 мм, соцветий и листьев – до размера частиц 3–5 мм и тепловую обработку корней. Бланшировали измельченные корни при температуре 60–65 °C в течение 3 мин. При этом происходит, как известно, инактивация ферментов, денатурация белков протоплазмы, вследствие чего уменьшается диффузионное сопротивление моно- и полимолекулярных мембран и цитоплазмы, что способствует увеличению извлечения фенольных соединений из растительной ткани. Измельченные и бланшированные корни и нарезанную надземную часть сырья заливали раствором этилового спирта в экстракторе. Подготовленное сырье экстрагировали в лабораторном экстракторе непрерывного действия в противотоке. На рисунке 1–4 приведены концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из исследуемого дикорастущего сырья. Эффективность экстрагирования определяли по изменению содержания суммы фенольных соединений в сырье.

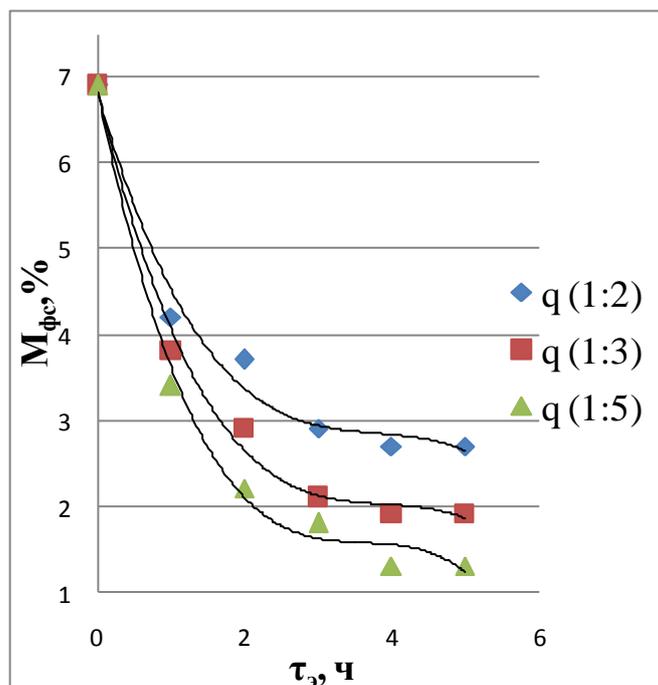


Рис. 1. Концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из корней ЛБ

Получены следующие уравнения регрессии:

$$q(1:2) \ y = -0,07x^3 + 0,77x^2 - 2,98x + 6,81 \ R^2 = 0,981; \quad (2)$$

$$q(1:3) \ y = -0,08x^3 + 0,92x^2 - 3,61x + 6,82 \ R^2 = 0,991; \quad (3)$$

$$q(1:5) \ y = -0,11x^3 + 1,17x^2 - 4,29x + 6,83 \ R^2 = 0,993. \quad (4)$$

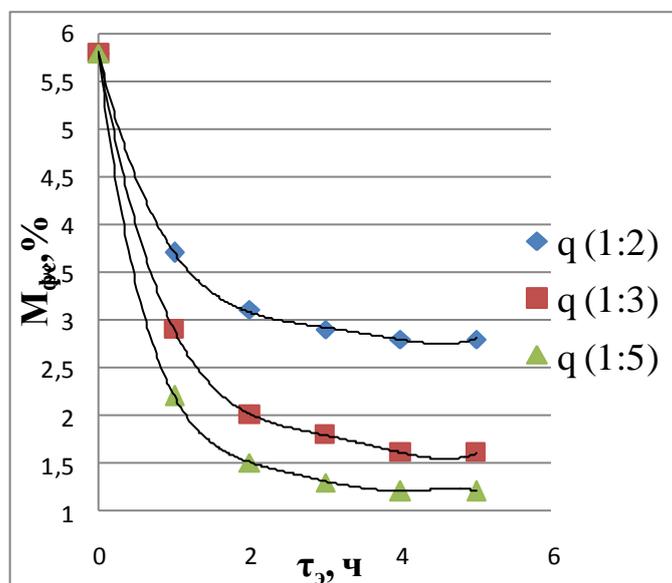


Рис. 2. Концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из корней ОЛ

Получены следующие уравнения регрессии:

$$q(1:2) y = -0,07x^3 + 0,77x^2 - 2,63x + 5,76 \quad R^2 = 0,993; \quad (5)$$

$$q(1:3) y = -0,10x^3 + 1,08x^2 - 3,67x + 5,75 \quad R^2 = 0,993; \quad (6)$$

$$q(1:5) y = -0,14x^3 + 1,42x^2 - 4,49x + 5,71 \quad R^2 = 0,986. \quad (7)$$

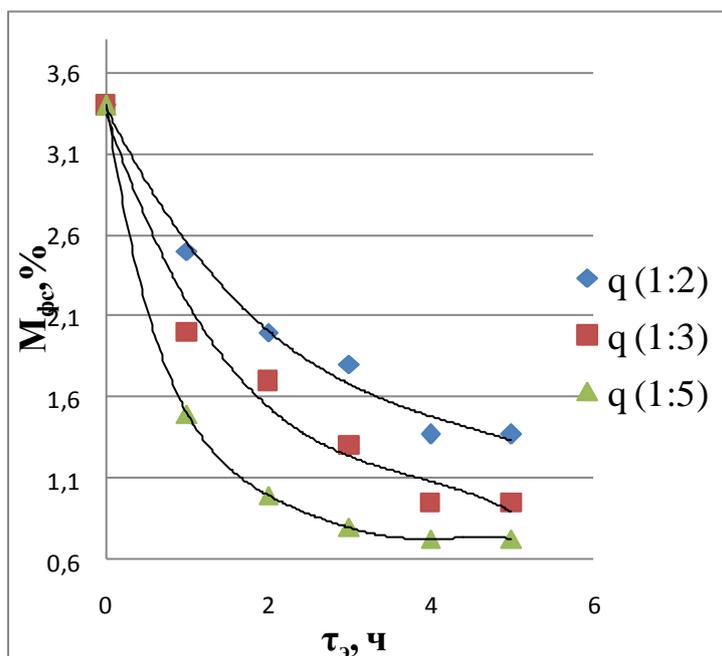


Рис. 3. Концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из корней с корневищами КЛ

Получены следующие уравнения регрессии:

$$q(1:2) y = -0,01x^3 + 0,18x^2 - 1,01x + 3,38 \quad R^2 = 0,989; \quad (8)$$

$$q(1:3) y = -0,03x^3 + 0,35x^2 - 1,48x + 3,38 \quad R^2 = 0,979; \quad (9)$$

$$q(1:5) y = -0,07x^3 + 0,69x^2 - 2,36x + 3,38 \quad R^2 = 0,992. \quad (10)$$

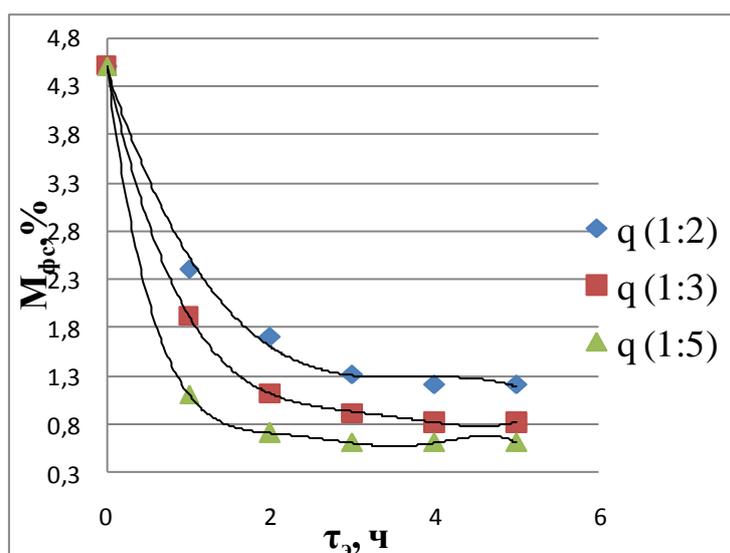


Рис. 4. Концентрационные кривые противоточного процесса экстрагирования фенольных соединений из надземной части ТО

Получены следующие уравнения регрессии для исследуемых значений q :

$$q (1:2) y = -0,06x^3 + 0,68x^2 - 2,56x + 4,46 \quad R^2 = 0,995; \quad (11)$$

$$q (1:3) y = -0,09x^3 + 0,98x^2 - 3,31x + 4,46 \quad R^2 = 0,995; \quad (12)$$

$$q (1:5) y = -0,14x^3 + 1,42x^2 - 4,24x + 4,39 \quad R^2 = 0,978. \quad (13)$$

Как следует из рисунков 1–4, максимальное снижение содержания фенольных соединений в исследуемом сырье достигается при значениях $q = 1:5$, экстрагируемость фенольных соединений из высушенного сырья при значениях $q = 1:2$ менее 20 % [4]. Динамика экстрагирования БАВ из высушенного сырья при значениях $q = 1:3$; $1:5$ и $1:7$ аналогична приведенной на рисунках 1–4 для свежего сырья. Максимальная экстракция БАВ из высушенного сырья характерна для $q = 1:7$. При оптимизации технологических параметров экстрагирования БАВ из свежего и высушенного сырья симплексным методом в начальной серии опытов приняты постоянными значения $q = 1:3$ – для свежего сырья и $q = 1:5$ – для высушенного сырья. Матрицу исходной серии опытов (табл. 2) – условия проведения первых четырех опытов рассчитывали по формуле

$$x_i = x_{oi} + \Delta x_i X_i, \quad (14)$$

где $X_1 = \frac{t-t_0}{\Delta t}$; $X_2 = \frac{c-c_0}{\Delta c}$; $X_3 = \frac{\tau-\tau_0}{\Delta \tau}$. (15)

Таблица 2

Матрица опытов исходного симплекса

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	X_4
1	K_1	K_2	K_3	K_4
2	$-R_1$	K_2	K_3	K_4
3	0	$-R_2$	K_3	K_4
4	0	0	$-R_3$	K_4
5	0	0	0	$-R_4$

Значения кодированных переменных, входящих в таблицу 3, для каждого опыта рассчитывали по формулам

$$K_i = \sqrt{\frac{1}{2i(i+1)}}, \quad (16)$$

$$R_i = -K_i i, \quad (17)$$

где i – номер факторов в матрице планирования.

Таблица 3

Условия начальной серии опытов в кодированных переменных

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	X_4
1	0,5	0,289	0,204	0,158
2	-0,5	0,289	0,204	0,158
3	0	-0,578	0,204	0,158
4	0	0	-0,612	0,158
5	0	0	0	-0,632

В таблице 4 приведены технологические параметры процесса экстрагирования и содержание фенольных соединений, выраженное в процентах по отношению к их количеству в исходном сырье (y , %).

Таблица 4

Технологические параметры экстракции и выход фенольных соединений

Номер опыта	$x_1, ^\circ\text{C}$		$x_2, \%$	$x_3, \text{ч}$	$y, \%$	
	1	2			1	2
1	55	45	66,5	3,2	69,4	68,3
2	45	35	66,5	3,2	62,6	62,8
3	50	40	62,5	3,2	65,0	67,0
4	50	40	65,0	2,4	62,7	64,9
5	50	40	69,0	2,4	70,8	71,8
6	50	40	69,0	2,9	72,0	72,0

Сравнивая между собой результаты первых четырех опытов, видим, что самый низкий выход фенольных соединений получился в 3-м опыте. Этот опыт исключим из дальнейшего рассмотрения. Заменяем его опытом № 5, условия проведения которого рассчитаем по формуле

$$x_i = \left[\frac{2}{n} (\sum_{j=1}^{n+1} x_{ji}) \right] - x_i^*, \quad (18)$$

где x_i^* – значение факторов, при которых выход фенольных соединений минимальный.

В первом симплексе, образованном опытами № 1, 2, 4, 5, самым неудачным является опыт № 4, его заменим опытом № 6, условия которого найдем, пользуясь формулой (3) и т. д. Дальнейшие исследования показали, что увеличение выхода фенольных соединений не происходит. Симплексным методом оптимизированы технологические параметры экстракции, обеспечивающие максимальный выход фенольных соединений около $70 \pm 2 \%$ при температуре $50\text{--}55^\circ\text{C}$ (корни) и $40\text{--}45^\circ\text{C}$ (надземная часть), концентрации этилового спирта 70 %об., продолжительность экстрагирования – 2–4 ч, при гидромодуле 1:3 и измельчении корней и корневищ растений до размера стружки толщиной частиц 2–3 мм, соцветиев и листьев до размера пластинок 3–5 мм. Водные экстракты получены при этих же технологических параметрах экстрагирования; выход фенольных соединений составил 66,4 %. На основании полученных данных разработана технологическая схема производства экстрактов из корней и корневищ исследуемых растений, включающая входной контроль, мойку, чистку, резку на частицы размером 2–3 мм, приготовление водно-этанольного (70 %-го раствора этилового спирта), экстрагирование при гидромодуле 1:3 для корней и корневищ и 1:5 для надземной части ТО и затем фильтрование экстракта (рис. 5).

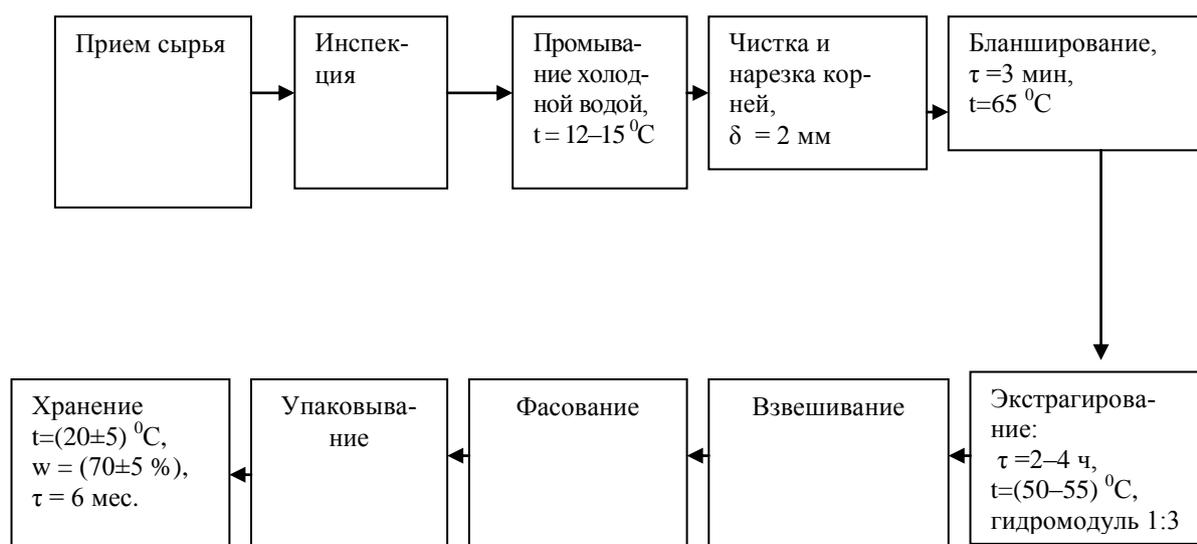


Рис. 5. Технологическая схема производства экстрактов из дикорастущего сырья

Выводы

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложено решение одна из важнейших народнохозяйственных проблем, связанных с разработкой широкого ассортимента мучных, кондитерских изделий профилактического назначения, обогащенных биологически активными веществами, выделенными из дикорастущего сырья, за счет:

1) существенного расширения сырьевой базы предприятий хлебопекарной, кондитерской промышленности за счет использования многолетних травянистых растений семейств Asteraceae и Rosaceae (Compositae), обеспечивающих экономию традиционных пищевых сырьевых ресурсов Красноярского края;

2) разработки технологической схемы производства экстрактов из корней и корневищ дикорастущего сырья (рекомендованы параметры сушки корней дикорастущего сырья с использованием инфракрасных коротковолновых лучей);

3) симплексного метода (оптимизированы технологические параметры экстракции, обеспечивающие максимальный выход фенольных соединений).

Литература

1. Спектрометрический метод количественной оценки содержания полифенолов в сухом экстракте из надземной части донника лекарственного / И.И. Челесова, С.Л. Чубарова, Е.И. Саканян [и др.] // Растительные ресурсы. – 2000. – № 1. – С. 22–26.
2. Кравченко С.Н., Ветрова Н.Т., Романенко Р.Ю. Регрессионный анализ влияния различных факторов на физико-химические свойства экстрактов растительного происхождения // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: мат-лы III Междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 2007. – С. 879.
3. Гемореологические свойства экстрактов из некоторых растений, содержащих флавоноиды / М.Б. Плотников, А.А. Колтунов, О.И. Алиев [и др.] // Растительные ресурсы. – 1998. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 87–90.
4. Смирнова Г.Г. Изменение содержания фенольных соединений во время роста яблок // Тр. III Всесоюз. семинара по БАВ плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 101–104.
5. Сафонов В.В., Саканян Е.И., Лесловская Е.Е. Спектрометрический метод определения содержания суммы флавоноидов в лекарственном сырье караганы колючей // Растительные ресурсы. – 2000. – № 2. – С. 29–35.
6. Смирнова Л.П., Первых Л.Н. Количественное определение суммы флаваноидов в желчном сборе // Химико-фармацевтический журнал. – 1999. – № 3. – С. 3–9.

Literatura

1. Spektrometricheskiy metod kolichestvennoi otsenki sodержaniya polifenolov v suhom jekstrakte iz nadzemnoi chasti donnika lekarstvennogo / I.I. Chelesova, S.L. Chubarova, E.I. Sakanyan [i dr.] // Rastitel'nye resursy. – 2000. – № 1. – S. 22–26.
2. Kravchenko S.N., Vetrova N.T., Romanenko R.Ju. Regressionny analiz vlijaniya razlichnyh faktorov na fiziko-himicheskie svoistva ekstraktov rastitel'nogo proishozhdeniya // Nizko-temperaturnye i pishhevytehnologii v XXI veke: mat-ly III Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. – SPb., 2007. – S. 879.
3. Gemoreologicheskie svoistva ekstraktov iz nekotoryh rasteniy, sodержashhih flavonoidy / M.B. Plotnikov, A.A. Koltunov, O.I. Aliev [i dr.] // Rastitel'nye resursy. – 1998. – T. 34. – Vyp. 1. – S. 87–90.

4. Smirnova G.G. Izmenenie sodержaniya fenol'nyh soedineniy vo vremya rosta yablok // Tr. III Vsesojuz. seminar po BAV plodov i yagod. – Sverdlovsk, 1968. – S. 101–104.
5. Safonov V.V., Sakanyan E.I., Leslovskaya E.E. Spektrometricheskij metod opredeleniya sodержaniya summy flavonoidov v lekarstvennom syr'e karagany kolyuchey// Rastitel'nye resursy. – 2000. – № 2. – S. 29–35.
6. Smirnova L.P., Pervyh L.N. Kolichestvennoe opredelenie summy flavanoidov v zhelchnom sbore // Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. – 1999. – № 3. – S. 3–9.



УДК 663.8

Н.А. Величко, Я.В. Смольникова,
Е.А. Рыгалова

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НАПИТКА НА ОСНОВЕ ПЛОДОВ *RUBUS SAXATILIS L.*

Целью исследования явилось исследование химического состава плодов *Rubus Saxatilis L.* и разработка рецептуры напитка на ее основе. Исследование химического состава ягод проводили по методикам, принятым в биохимии растений. Установлено, что плоды *Rubus Saxatilis L.* содержат: общее количество сахаров – 2,2 мг/%; сахарозы – 0,3; глюкозы – 1,1; фруктозы – 0,15; пектиновых веществ – 0,96; клетчатки – 2,6; белков – 4,3; жиров – 3,9; золы – 0,26 мг/%; воды – 84,6 %; витамина С – 119,69 мг/%. Определено содержание аминокислот в плодах *Rubus Saxatilis L.*, % (г/100 г белка), из них незаменимых: валин – 6,01; метионин – 3,32; изолейцин – 5,21; лейцин – 8,81; треонин – 5,18; лизин – 9,35; фенилаланин – 5,61. На основе химического состава ягодного сырья была разработана рецептура напитка. В основу определения оптимального соотношения исходных ингредиентов положены органолептические показатели качества, которые соответствуют ТР ТС 023/2011 и ГОСТ Р 52184-2003. Установлено, что плоды костяники каменистой содержат комплекс веществ, обладающих пищевой ценностью (углеводов, витаминов, минеральных веществ, аминокислот и т. д.). Это доказывает, что плоды костяники каменистой из Красноярского края могут быть использованы для создания функциональных напитков.

Ключевые слова: *Rubus Saxatilis L.*, сокосодержащие напитки, аминокислоты, витамины, сахароза, глюкоза, фруктоза.

Н.А. Velichko, Y.V. Smolnikova, E.A. Rygalova

EVALUATION OF THE QUALITY OF THE DRINK BASED ON STONE BRAMBLE (*RUBUS SAXATILIS L.*)

The purpose of the study was to investigate the chemical composition of the stone bramble (*Rubus Saxatilis L.*) and to formulate the recipe of the beverage, based on it. The investigation of the chemical composition of berries was performed by methods, accepted in plant biochemistry. It was found out that its fruit contains, total sugars – 2,2 sucrose – 0,3, glucose – 1, fructose – 0, 15, pectins – 0 96, fiber – 2,6, protein 4,3, fat 3,9, ash 0 26, water 84,6, vitamin C 119.69 (mg /%). The content of amino acids in the berries of *Rubus Saxatilis L.* is essential (in % g / 100g protein). They are: valine is 6,01; methionine is 3,32; isoleucine is 5,21; leucine is 8,81; lysine is 9,35; threonine is 5,18; phenylalanine is 5,61. Basing on the chemical composition of the berries the authors have worked out a recipe of beverage. Organoleptic qualities corresponding TR CU 023/2011 and State standard 52184-2003, were used as the basis of determining the optimal ratio of the starting ingredients. It was found out that the rocky stone bramble contains a complex of substances with nutritional value (carbohydrates, vitamins, minerals, amino acids, etc.). This

proves that the rocky stone bramble, growing in Krasnoyarsk region, can be used to create functional beverages.

Key words: *Rubus saxatilis L.*, juice drinks, amino acids, vitamins, sucrose, glucose, fructose.

Введение. Современные тенденции формирования здорового питания диктуют необходимость создания новых натуральных продуктов, обладающих не только хорошими вкусовыми свойствами, но и содержащих биологически активные вещества. Немаловажную роль в данном случае играет возможность использования сырья, произрастающего в непосредственной близости от мест его переработки.

Специфические условия проживания в Красноярском крае, обусловленные серьезной техногенной нагрузкой, холодной и продолжительной зимой, создают сложные условия для организма человека, которые приводят к возникновению различных заболеваний [1]. Решение проблемы возможно, в том числе, путем расширения ассортимента и производства пищевых продуктов, сбалансированных по основным жизненно важным компонентам. Научное обоснование и разработка технологии комплексной переработки дикорастущих плодов и ягод – эффективный путь получения продукции для пищевых, лечебных и диетических целей. В нашей стране имеются огромные возможности для развития плодово-ягодного производства соков. Ягодные соки богаты органическими кислотами, минеральными, ароматическими веществами, флавоноидами, дубильными веществами и другими биологически активными соединениями [2].

В Сибирском регионе ценным источником биологически активных веществ является плодово-ягодное сырье, в том числе ягоды костяники. Ягоды костяники содержат такие необходимые для человеческого организма вещества, как витамины и витаминopodobные соединения, антиоксиданты, минеральные и другие вещества.

Цель исследования: изучение химического состава плодов *Rubus Saxatilis L.* и разработка рецептуры напитка на ее основе.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определение химического состава ягоды костяники каменистой;
- разработка рецептур соков с добавлением ягод костяники каменистой;
- качественная и микробиологическая оценка полученного продукта.

Методы и результаты исследования. Определение химического состава ягод проводили по методикам, принятым в биохимии растений [5, 7]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Данные исследований (см. табл. 1) показывают целесообразность применения ягод костяники в составе рецептур соков в качестве источника витамина С, содержащегося в большом количестве – 119,69 мг/%. С учетом нормы физиологической потребности в витамине С (90 мг/сут) свежемороженая ягода костяники каменистой восполняет суточную потребность. Также ягоды содержат белки в количестве 4,32 мг/%. Кроме того, в плодах костяники каменистой содержатся углеводы. А как известно, углеводам в питании человека принадлежит чрезвычайно важная роль. Они являются главным источником энергии для человеческого организма, необходимой для жизнедеятельности всех клеток, тканей и органов, особенно мозга, сердца, мышц.

Таблица 1

Химический состав плодов *Rubus Saxatilis L.*

Компонент	Содержание в а.с.м.
1	2
Общее количество сахаров, мг/%	2, 2
Сахароза, мг/%	0, 3

Окончание табл. 1

1	2
Глюкоза, мг/%	1, 1
Фруктоза, мг/%	0, 15
Пектиновые вещества, мг/%	0,96
Клетчатка, мг/%	2, 6
Белки, мг/%	4, 3
Жиры, мг/%	3, 9
Зола, мг/%	0, 26
Вода, %	84, 6
Витамин С, мг/%	119,69

Был определен аминокислотный состав костяники каменистой, так как аминокислоты – это строительные элементы, которые образуют белки в человеческом организме. Важнейшим отличительным признаком их от углеводов и жиров относительно химических характеристик является то, что аминокислоты на 16 % состоят из азота. Польза аминокислот для нашего организма непосредственно связана с влиянием белков на протекание множества жизненно важных процессов в нем и с необходимостью нормально функционировать при их дефиците, так как в человеческом теле из белков формируются и мышцы, и сухожилия, органы и железы, а также ногти и волосы. Результаты аминокислотного состава представлены в таблице 2. Также в ягодах содержится клетчатка, которая играет огромную роль в организме человека. Клетчатка очищает желудочно-кишечный тракт и усиливает его деятельность, что в результате оказывает благотворное воздействие на функции кишечника. Клетчатка уменьшает содержание холестерина в крови и выводит токсичные и ядовитые продукты.

Таблица 2

Содержание аминокислот в *Rubus Saxatilis* L.

Аминокислота	Содержание аминокислот, г/100 г белка
Аспарагиновая кислота	12,75
Треонин	5,18
Серин	5,61
Глутаминовая кислота	16,28
Глицин	5,98
Аланин	5,70
Валин	6,01
Цистин	–
Метионин	3,32
Изолейцин	5,21
Лейцин	8,81
Тирозин	4,45
Фенилаланин	5,61
Гистидин	3,06
Лизин	9,35
Аргинин	6,53

Таким образом, установлено, что ягоды костяники каменистой содержат ценный комплекс пищевых и функциональных веществ.

На основе химического состава ягодного сырья была разработана рецептура сока.

В основу определения оптимального соотношения исходных ингредиентов положены органолептические показатели качества, которые соответствуют ТР ТС 023/2011 [3] и ГОСТ Р 52184-2003 [4]. Действующими ГОСТом и регламентом предусмотрено добавление сахара в целях корректировки вкуса, допускаемое в количестве не более чем 1,5 % от массы готового продукта. ТР ТС 023/2011 предусматривает соответствие требованию воды, используемой для приготовления соков, в которой содержание нитратов должно быть не более чем 25 мг/л и натрия – не более чем 50 мг/л. Также регламент Таможенного союза предусматривает массовую долю титруемых кислот, которая должна составлять не более чем 1,3 % в перерасчете на яблочную кислоту. Титруемая (общая) кислотность представляет сумму всех кислых составных частей продукта, оттитрованных щелочью, т. е. сумму свободных органических, жирных кислот и аминокислот. А так как плоды костяники каменистой содержат большое количество в своем химическом составе собственной аскорбиновой кислоты, было решено не добавлять лимонную кислоту в сок, чтобы не превышать значения pH и не испортить необходимых вкусовых ощущений продукта.

При определении дозы внесения плодов учитывали химические (титруемая кислотность, сухие вещества) и органолептические показатели полученных соков.

Физико-химические показатели плодово-ягодных соков согласно ГОСТ Р 52184-2003, должны отвечать следующим требованиям: массовая доля этилового спирта, не более – 0,5 %; массовая доля осадка, не более – 0,9 %; массовая концентрация оксиметилфурфурола, не более – 20 мг/дм³; массовая доля минеральных примесей, не более – 0,005 % [4, 8].

В ходе эксперимента было разработано 6 образцов соков из плодов костяники каменистой. Рецептуры отличаются друг от друга различными соотношениями исходных ингредиентов, данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Рецептуры соков из плодов костяники

Ингредиент	Образец					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Плоды костяники каменистой, г	21	20,5	21,5	22	19,5	13
Вода, мл	30	30	30	30	30	30
Сахар, г	6	5,5	6,5	7	4,5	4

Далее полученные образцы подвергались органолептической оценке.

Органолептическая оценка свежих образцов соков была проведена дегустационной комиссией. Цель проведения органолептической оценки – выбрать наилучшие образцы из разработанных соков с дальнейшим определением физико-химических показателей качества. В таблице 5 представлены требования к органолептической оценке соков.

Таблица 5

Требования к органолептической оценке соков

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Естественно мутная жидкость
Вкус и аромат	Натуральные, хорошо выраженные, свойственные использованным фруктам, прошедшим тепловую обработку
Цвет	Однородный по всей массе, свойственный цвету плодов или ягод, из которых изготовлен сок

Органолептическая оценка образцов сока из плодов костяники каменистой представлена в таблице 6.

Таблица 6

Органолептическая оценка соков

Показатель	Оценка эксперта																	
	1						2						3					
Номер образца	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Внешний вид	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8	9	9	8	9	9	8	8	9
Цвет	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Аромат	7	7	8	8	8	9	7	8	7	8	8	9	7	7	8	7	8	9
Вкус	7	7	7	8	8	9	8	8	8	9	9	10	7	8	8	8	8	9
Средний балл	8	8,3	8,5	8,8	8,8	9,3	8,3	8,5	8,3	8,8	9	9,4	8	8,5	8,8	8,3	8,5	9,3

Органолептическая оценка показала, что с уменьшением массовой доли сахара повышаются показатели сока. Уменьшение доли ягод также повышает органолептические показатели и положительно влияет на внешний вид и однородность сока.

Проведенная органолептическая оценка образцов сока показала полное соответствие требованиям ГОСТ Р 52184-2003 и ТР ТС 021/2011. Сок имел темно-красный цвет окрашивания, что свойственно плодам костяники, прошедшим тепловую обработку.

По результатам сравнительной оценки органолептических показателей наилучшими оказались образцы № 5, 6.

Было проведено микробиологическое исследование выбранных соков, результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7

Микробиологическое исследование сока из костяники каменистой

Образец	КОЕ/см ³	Морфология микроорганизмов	Микроскопия
1	2	3	4
Контрольный. Вода стерильная	0	–	–
Сок натуральный из костяники каменистой. (2-е разведение)	45	1. Размер 3 см, форма круглая, цвет беложелтый, поверхность матовая, края ровные, консистенция крошащаяся. 2. Размер 0,8 см, форма круглая, цвет розовый, поверхность блестящая, края ровные, консистенция слизистая. 3. Размер 1,5 см, форма круглая, цвет белый, поверхность морщинистая, края ровные, консистенция крошащаяся. 4. Размер 3,2 см, неправильной формы, цвет зеленый, поверхность матовая, края извилистые, поверхность крошащаяся	Sclerotinia liberationc, Mucor, Penicillium natatum

1	2	3	4
Сок натуральный из костяники каменистой (3-е разведение)	35	1. Размер 0,5 см, форма круглая, цвет белый, поверхность морщинистая, края извилистые, консистенция слизистая. 2. Размер 1,3 см, форма круглая, цвет розовый, поверхность блестящая, края ровные, консистенция слизистая. 3. Размер 0,7 см, форма круглая, цвет бело-желтый, поверхность сухая, края ровные, консистенция крошащаяся. 4. Размер 0,4 см, форма круглая, цвет розовый, поверхность морщинистая, края ровные, консистенция слизистая	Leuconostoc wesenteroides, Leuconostoc mesenteroides

В ходе микробиологического исследования было выявлено, что сок из костяники каменистой не содержит стафилококков и кишечной палочки, а также каких-либо других вредных бактерий, и поэтому можно утверждать, что сок безопасен для его употребления населением, так как соответствует ТР ТС 023/2011 и СанПиН 2.3.4.1078-01, результаты представлены в таблице 8 [4, 6].

Таблица 8

Результаты микробиологического исследования сока из костяники каменистой

Показатель	Значение
Кишечная палочка	Отсутствуют
Возбудители ботулизма	Отсутствуют
БГКП	Отсутствуют
Сальмонеллы в 25 см ³ продукта	Отсутствуют
Дрожжи, КОЕ/г, не более	50
Плесень, КОЕ/г, не более	50

Выводы. Установлено, что плоды костяники каменистой содержат комплекс химических веществ (углеводов, витаминов, минеральных веществ, аминокислот и т. д.). Это доказывает, что плоды костяники каменистой из Красноярского края могут быть использованы для создания функциональных новых напитков. Разработанная рецептура сока из костяники каменистой соответствует нормативно-технической документации. Образцы сока являются микробиологически безопасными продуктами.

Литература

1. *Середкин И.Б., Лужков М.В., Бессонов Е.Б.* Проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности питания населения Российской Федерации и Восточно-Сибирского региона // Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания: мат-лы докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Иркутск, 2010. – С. 4–10.
2. *Попов А.И., Попов А.М., Баумгартэн М.И.* Ресурсная оценка сырья дикоросов региона Сибири и проблемы их переработки // Проблемы обеспечения экологической безопасности в Кузбасском районе. – Кемерово, 2008. – Кн. 4.
3. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. – М., 2011. – 50 с.

4. ГОСТ Р 52184-2003. Консервы. Соки фруктовые прямого отжима. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 16 с.
5. *Ермаков А.И.* Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 320 с.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.
7. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М: Медицина, 1989. – 400 с.
8. *Поморцева Т.И.* Технология хранения и переработки плодоовощной продукции. – 2-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2003. – 136 с.

Literatura

1. *Seredkin I.B., Luzhkov M.V., Bessonov E.B.* Problemy obespecheniya sanitarno-ehpidemiologicheskoi bezopasnosti pitaniya naseleniya Rossijskoi Federacii i Vostochno-Sibirskogo regiona // Biotekhnologiya rastitel'nogo syr'ya, kachestvo i bezopasnost' produktov pitaniya: mat-ly dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf. – Irkutsk, 2010. – S. 4–10.
2. *Popov A.I., Popov A.M., Baumgartehn M.I.* Resursnaya otsenka syr'ya dikorosov regiona Sibiri i problemy ih pererabotki // Problemy obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti v Kuzbasskom raione. – Kemerovo, 2008. – Kn. 4.
3. TR TS 023/2011. Tekhnicheskij reglament na sokovuyu produktsiyu iz fruktov i ovoshchei. – M., 2011. – 50 s.
4. ГОСТ R 52184-2003. Konservy. Soki fruktovye pryamogo otzhima. Tekhnicheskie usloviya. – М.: Стандартинформ, 2005. – 16 с.
5. *Ermakov A.I.* Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy. – L.: Agropromizdat, 1987. – 320 s.
6. SanPiN 2.3.2.1078-01. Prodovol'stvennoe syr'e i pishchevye produkty. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevyh produktov. – М.: Izd-vo standartov, 2001. – 15 s.
7. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Vyp. 2. Obshchie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e / MZ SSSR. – 11-e izd., dop. – М: Medicina, 1989. – 400 s.
8. *Pomortseva T.I.* Tekhnologiya hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoi produktsii. – 2-e izd., stereotip. – М.: Akademiya, 2003. – 136 s.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

УДК 581.52:581.151:502.75

А.Я. Тамахина, Ж.Р. Локьяева

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ДЕВЯСИЛА ВЫСОКОГО (*INULA HELENIUM* L.) В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Цель исследования – изучение морфобиологической изменчивости и особенностей структурно-функциональной организации ценопопуляций девясила высокого (*Inula helenium* L.) в различных экотопах предгорий Северного Кавказа. Исследования проводили на территории Кабардино-Балкарской Республики на высоте 500–800 м над уровнем моря. Методы исследования включали оценку изменчивости морфологических признаков растений, анализ возрастной и пространственной структуры ценопопуляций различных мест обитания девясила высокого. Внутривидовую и межвидовую изменчивость морфологических признаков оценивали коэффициентом вариации и коэффициентом дивергенции. Определена высокая фенотипическая изменчивость и экологическая пластичность *Inula helenium* L. в предгорной зоне Северного Кавказа. Высокий уровень внутривидовой изменчивости растений имеют следующие признаки: количество стеблевых листьев, соцветий, длина листа, масса корневищ с корнями. Средним уровнем изменчивости характеризуются ширина листа, диаметр корзинки и число семян в одной корзинке, низким – масса 1000 семян. Возрастной спектр большинства ценопопуляций, приуроченных к различным биотопам, является полночленным правосторонним с максимумом численности, приходящимся на особи среднего и старшего генеративного состояния. Оптимальными условиями для произрастания девясила высокого являются увлажненные местообитания (пойменно-болотные и опушечные). В неблагоприятных эколого-ценотических условиях (придорожные экотопы) численность и продуктивность особей снижаются. Механизмами поддержания вида *Inula helenium* L. в различных экологических условиях являются: снижение размеров особей, изменение спектра возрастного состава от полночленного к вегетативно-полночленному, образование банка семян. Для целей культивирования девясила высокого в предгорной зоне Северного Кавказа целесообразно использовать особи из характерных местообитаний (пойменно-болотные и опушечные экотопы).

Ключевые слова: *Inula helenium* L., предгорная зона, Северный Кавказ, ценопопуляция, фенотипическая изменчивость, экологическая пластичность.

А.Я. Тамакхина, Ж.Р. Локьяева

ANALYSIS OF COENOPOPULATIONS OF ELECAMPANE (*INULA HELENIUM* L.) IN A FOOTHILL ZONE OF THE NORTH CAUCASUS

The objective of research is studying of morfobiological variability and features of the structurally functional organization of coenopopulations of elecampane (*Inula helenium* L.) in various ecotops of the foothills of the North Caucasus. Researches were conducted in the territory of the Kabardino-Balkar Re-

public at the height of 500–800 m above sea level. Research techniques included an assessment of variability of morphological features of plants, the analysis of age and spatial structure of coenopopulations of various habitats of elecampane. Intra- and interpopulation variability of morphological features was estimated by variation factor and coefficient of a divergence. High phenotypic variability and ecological plasticity of *Inula helenium* L. are defined in a foothill zone of the North Caucasus. The following signs of plants have the high level of intra population variability: quantity of stem leaves, inflorescences, leaf length, mass of rhizomes with roots. The average level of variability characterizes the leaf width, diameter of a basket and number of seeds in a basket, and low characterizes the mass of 1000 seeds. The age range of the majority of the coenopopulations dated for various biotopes is full right-hand with the number maximum having on an individual of a middle-aged and old generative state. Optimum conditions for growth are the humidified habitats (inundated and marsh and edge). In adverse ecological and coenological conditions (roadside ecotops) the number and efficiency of individuals decrease. Mechanisms of maintenance of a type of *Inula helenium* L. in various ecological conditions are decrease in the sizes of individuals, change of the range of age, formation of bank of seeds. For cultivation of elecampane in a foothill zone of the high North Caucasus it is expedient to use individuals from characteristic habitats (inundated and marsh, edge ecotops).

Key words: *Inula helenium* L., foothill zone, North Caucasus, coenopopulation, phenotypic variability, ecological plasticity.

Введение. В плане сохранения биоразнообразия растений особое внимание следует уделять хозяйственно ценным видам, популяции которых в природных условиях находятся под угрозой исчезновения или рискуют стать уязвимыми. К таким видам на Северном Кавказе относится девясила высокий (*Inula helenium* L.). В Кабардино-Балкарской Республике (КБР), расположенной в предгорной зоне Северного Кавказа, ценоареал вида охватывает степную (равнинную), предгорную и среднегорную зоны (до высоты 2 100 м над у. м.). Объем возможных заготовок корневищ и корней девясила в КБР в 90-е годы прошлого века оценивался в 25,1–26,2 т [1]. Однако в связи с осушением увлажненных участков, освоением неудобных земель запасы лекарственного сырья с каждым годом истощаются. Для рационального сбора лекарственного сырья возникает необходимость исследования жизненности, семенной продуктивности и динамики ценопопуляций в разных фитоценозах [2].

При большом внимании, уделяемом изучению популяций девясила высокого в различных регионах России, специальных популяционных исследований данного вида в условиях предгорной зоны Северного Кавказа не проводилось. В связи с вышеизложенным изучение морфобиологической изменчивости и особенностей структурно-функциональной организации ценопопуляций девясила высокого в различных экотопах предгорий Северного Кавказа с целью рационального сбора лекарственного сырья в естественных природных условиях и создания плантаций является актуальным.

Цель исследований: анализ морфометрических параметров растений, возрастного спектра и пространственной структуры ценопопуляций *Inula helenium* L. в предгорной зоне Северного Кавказа.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в равнинной и предгорной зоне КБР (Терский, Чегемский районы, окрестности г. Нальчика на высоте 500–800 м над у. м. С целью изучения природных популяций девясила высокого, адаптированных к различным почвенно-климатическим условиям, проводили оценку изменчивости морфологических признаков растений в ценопопуляциях различных мест обитания с умеренной антропогенной нагрузкой. Всего обследовано 29 ценопопуляций. У средневозрастных генеративных растений (четырёхлетние особи) в период массового цветения отмечали переменные морфометрические параметры вегетативных и генеративных органов: высота побега, количество стеблевых листьев, длина и ширина листа, число соцветий, масса 1000 семян, диаметр корзинки, количество семян с 1 корзинки, воздушно-сухой вес корневищ с корнями.

Для определения внутрипопуляционной изменчивости морфологических признаков использовался коэффициент вариации (CV, %) [3]. Степень расхождения морфологических признаков цено-

популяций разных экотопов оценивали коэффициентом дивергенции С.Р. Цаценкина [4]. Возрастной спектр особей ценопопуляций определяли по индикаторным признакам фаз онтогенетического развития: *im* – прикорневая розетка из 1–2 листьев; *v* – прикорневая розетка с 3–5 розеточными побегами; *g* – 1 цветonoсный побег с 3–5 прикорневыми листьями; *g1* – 3–7 розеточных побегов и 3–5 цветonoсных побегов, многоглавый каудекс диаметром 7–12 см; *g2* – более 15 розеточных и до 10 цветonoсных побегов, дупла в каудексе, которые возникают после отмирания генеративных побегов [5]. При оценке пространственной структуры определяли типы распределения особей [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение. По экотипической приуроченности ценопопуляции девясила высокого были объединены в четыре группы:

Цп1 – ценопопуляции сырых местообитаний (пойменно-болотные) в нижнем поясе широколиственных лесов в долинах рек Терек, Баксан, Чегем, Шалущка, Урвань. В травостое преобладают светолюбивые травянистые растения мезофиты, гигромезофиты, гигрофиты. Влажность почвы постоянно высокая. Освещенность повышенная.

Цп2 – ценопопуляции опушечных биотопов широколиственных лесов с преобладанием высокорослых злаков и разнотравья. Влажность почвы неоднородная. В травостое преобладают растения мезофиты. Освещенность высокая.

Цп3 – ценопопуляции придорожных участков автомобильных дорог с неоднородной освещенностью (большой частью затененные), уплотненной почвой с низкой влагоемкостью. В растительном покрове преобладают низкорослые злаковые травы и разнотравье.

Цп4 – ценопопуляции залежных и бросовых земель сельскохозяйственных организаций с высокой освещенностью, средней степенью уплотнения почвы, средней полевой влагоемкостью, слабой фитоцентрической конкуренцией. Расположение по краям полей, вблизи лесополос или леса приближает данные биотопы к экологическим условиям опушечных местообитаний. В нижнем и среднем поясе широколиственных лесов КБР такие участки преобладают, поэтому морфологические параметры особей ценопопуляций этой группы, как наиболее типичные для вида в равнинной и предгорной зоне КБР, приняты за контроль.

Ценопопуляции девясила, произрастающие во влажных местообитаниях, характеризуются высокой плотностью особей ($0,82 \pm 0,22$ на 1 м^2) и численностью (1 200–2 500 шт.). В условиях влажных высокотравных лугов морфологические параметры девясила выше, чем в остальных экотопах, по высоте генеративных побегов – на 15,4–30,5 %, массе 1000 семян – на 22,2–41,6 %, корневищ с корнями – на 6,7–10,9 % (табл.).

Морфологические параметры особей девясила высокого в разных экотопах

Параметр	Цп1 (n=70)	Цп2 (n=60)	Цп3 (n=80)	Цп4 (n=80)
Высота растения, см	233,0±5,3	197,0±4,2	160,0±5,5	190,0±3,2
Количество стеблевых листьев, шт.	52,0±1,7	47,0±2,1	42,0±1,4	45,0±1,3
Длина листа, см	32,2±1,1	30,1±1,0	27,3±0,8	31,0±0,7
Ширина листа, см	15,8±0,3	15,6±0,4	15,0±0,3	15,2±0,4
Число соцветий, шт.	38,3±1,4	34,2±1,8	25,8±1,1	35,0±1,2
Масса 1 000 семян, мг	1178±12,0	964±14,0	832±9,0	1080±10,0
Диаметр корзинки, см	7,7±0,14	7,2±0,17	6,4±0,12	6,9±0,14
Количество семян с 1 корзинки, шт.	699±15,4	686±17,5	670±14,7	684±14,8
Масса корневища с корнями, г	493±18,2	460±24,6	439±16,3	450±10,9

Ценопопуляции опушечных биотопов характеризуются меньшей плотностью ($0,63 \pm 0,15$ на м^2) и численностью (800–1500 шт.), что обусловлено неоднородным увлажнением почвы и конкуренцией со стороны лесолугового разнотравья. По экологическим условиям освещенности и увлажнения и, как следствие, по значениям морфобиологических параметров они занимают промежуточное положение между Цп1 и Цп3. Наименьшие значения морфобиологических параметров установлены в

Цп3 со средней плотностью 0,05 особей на 1 м², численностью 400–600 шт. В условиях сухости почвы и антропогенного загрязнения здесь складываются наименее благоприятные условия для произрастания растений. Плотность ценопопуляций девясила на залежных землях – 0,54 особи на 1 м², а численность – 600–900 шт. Количественные параметры особей Цп4 близки к опушечным биотопам, хотя по количеству соцветий и массе 1 000 семян несколько их превосходят.

Высокий уровень изменчивости внутри ценопопуляций различных местообитаний имеют следующие признаки: количество стеблевых листьев, соцветий, длина листа, масса корневищ с корнями. Средним уровнем изменчивости характеризуются ширина листа, диаметр корзинки и число семян в 1 корзинке, а низким – масса 1 000 семян (рис. 1).

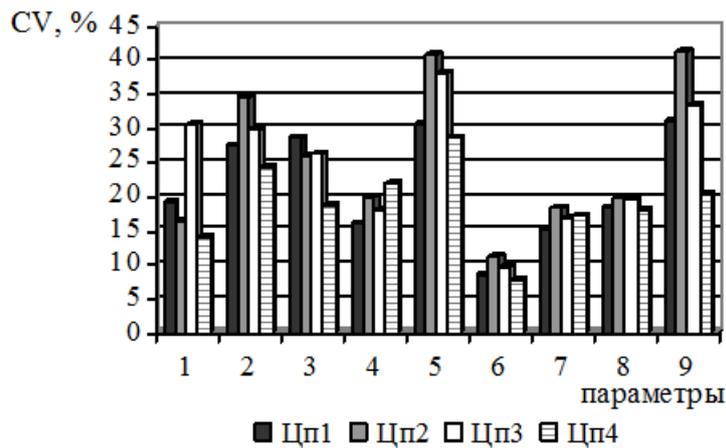


Рис. 1. Изменчивость морфологических параметров девясила высокого (CV, %) в различных экотопах: 1 – высота побега; 2 – количество стеблевых листьев; 3 – длина листа; 4 – ширина листа; 5 – число соцветий; 6 – масса 1 000 семян; 7 – диаметр корзинки; 8 – число семян с 1 корзинки; 9 – масса корневища с корнями

В Цп1, Цп2, Цп4 с однородным уровнем освещенности изменчивость высоты побега средняя, а в условиях затенения и неоднородной освещенности (Цп3) значительно возрастает. Следовательно, степень однородности высоты особей девясила высокого можно считать индикатором однородности экологических условий местообитания, что подтверждается другими авторами [8]. Наименьшая вариабельность морфологических признаков характерна для Цп4. Изменчивость биоморфологических параметров особей Цп3 в условиях затенения и иссушения почвы значительно повышается. Максимальный размах варьирования параметров установлен в промежуточных экологических условиях Цп2, что обусловлено неоднородным увлажнением почвы и фитоценотической конкуренцией.

Экологические формы девясила высокого дивергируют от контроля (Цп4) в разной степени, о чем свидетельствуют коэффициенты дивергенции: $KД_1=1,01$, $KД_2=0,51$, $KД_3=1,18$. Придорожная форма девясила высокого подвержена гораздо более жесткому отбору, чем опушечная и пойменно-болотная, так как рассчитанные значения КД указывают на её более сильную дивергенцию от исходного типа (рис. 2).

При популяционном анализе индикаторным признаком устойчивого состояния ценоза считается полночленная возрастная структура популяции с максимумом молодых особей [9]. В большинстве экотопов онтогенетический спектр ценопопуляций девясила является полночленным правосторонним с максимумом численности, приходящимся на особи среднеговозрастного (Цп1 и Цп2) и старого генеративного состояния (Цп3) (рис. 3).

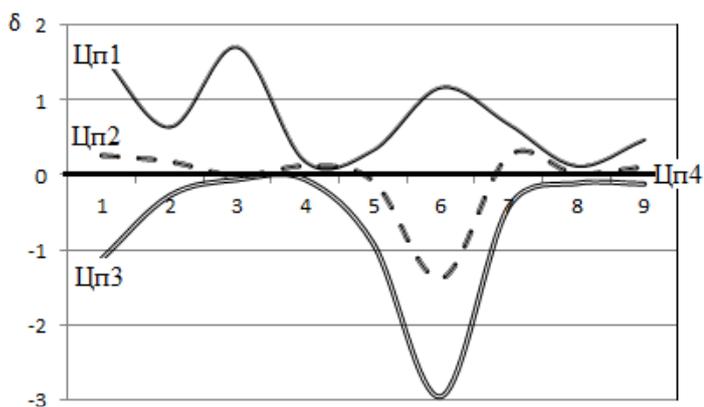


Рис. 2. Профиль отклонений признаков (δ) у форм девясила высокого (Цп1 – пойменно-болотная; Цп2 – опушечная; Цп3 – придорожная) от контроля (Цп4): 1 – высота побега; 2 – количество стеблевых листьев; 3 – длина листа; 4 – ширина листа; 5 – число соцветий; 6 – масса 1 000 семян; 7 – диаметр корзинки; 8 – число семян с 1 корзинки; 9 – масса корневища с корнями

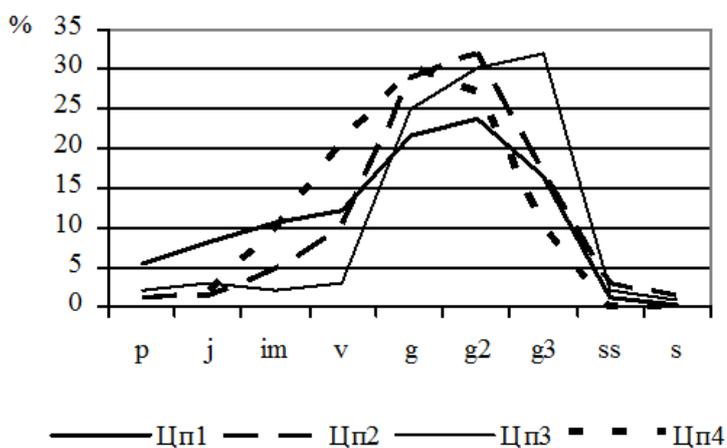


Рис. 3. Онтогенетический спектр *Inula helenium* L. в различных биотопах: p – всходы; j – ювенильные; im – имматурные; v – виргинильные; g – молодые генеративные; g2 – зрелые генеративные; g3 – старые генеративные; ss – субсенильные; s – сенильные

В Цп1 удельный вес прегенеративных особей составляет 36,5 %; генеративность 61,6 %. В Цп2 доля генеративных особей возрастает до 77,8 %, а прегенеративных – снижается до 17,6 %. В Цп3 генеративные растения составляют подавляющее большинство (87 %), а прегенеративные особи занимают только 1/10 часть возрастной структуры. Это связано с нерегулярным семенным возобновлением в результате ухудшения условий увлажнения и уплотнения почвы. В молодых ценопопуляциях залежных и бросовых земель (Цп4) преобладают особи в виргинильном, молодом и среднем генеративном состоянии; ценопопуляции неполночленные в связи с отсутствием особей в постгенеративной фазе; доля особей в прегенеративном состоянии составляет 33 %, генеративность – 67 %.

Преобладание в возрастном спектре ценопопуляций исследованных экотопов молодых и средневозрастных генеративных особей свидетельствует о прочном положении ценопопуляций девясила высокого среди других видов. Устойчивость ценопопуляций девясила высокого во всех экотопах обусловлена продуцированием огромного количества семян (13–18 г с одного растения при массе 1 000 семян 1–1,6 г). При низкой полевой всхожести семян (13,3–14,5 %) выживаемость их высокая (80 %), а жизнеспособность достигает 10 лет [10–12]. Однако условия, благоприятные для

прорастания семян и дальнейшего роста и развития молодых растений девясила, возникают довольно редко. Всходы появляются только на свободных междернинных пространствах, в условиях достаточной тепло- и влагообеспеченности. Семенное размножение затруднено также тем, что легкие плоды не достигают поверхности почвы, задерживаясь на дернине. Семенное размножение у особей девясила носит нерегулярный характер и преобладает в сырых местообитаниях, где в условиях высокого увлажнения выше вероятность их прорастания.

Основным способом возобновления ценопопуляций девясила в разных экологических условиях является вегетативное размножение. В условиях повышенного увлажнения и антропогенной нагрузки (сенокосение) происходит синильная партикуляция особей, за счет чего возрастает число генеративных особей без омоложения потомства. Более распространенным способом вегетативного размножения девясила является нормальная партикуляция (без деления корневища), которая сопровождается омоложением потомства за счет возрастания числа вегетативных побегов и образованием клона. В результате происходит омоложение популяций за счет виргинильных и молодых генеративных особей.

Распределение особей девясила в исследованных экотопах имеет групповой характер, обусловленный биологическими особенностями вида: разрастанием корневищ и формированием в генеративной стадии клона-куртины. В стабильных условиях увлажнения и освещенности (Цп1 и Цп4) размещение прегенеративных и генеративных особей между куртинами носит случайный характер. При неоднородности условий среды (Цп2) наряду со случайным распределением встречается контагиозное размещение: клоны-куртины формируют агрегации вследствие интенсификации вегетативного размножения. Размещение прегенеративных и генеративных особей между куртинами случайно-клинальное. В условиях задернения и сухости почвы Цп3 преобладает контагиозно-клинальное размещение особей.

Высокой фенотопической пластичности, проявляющейся в изменчивости количественных признаков девясила высокого, соответствует экологическая пластичность, проявляющаяся в изменении стратегии под влиянием абиотических факторов. В местообитаниях с оптимальными условиями освещенности и увлажнения (Цп1) взрослые особи девясила высокого проявляют стратегию виолентов, в промежуточных и экстремальных условиях (Цп2 и Цп3) – эксплерентов. Адаптациями к дефициту ресурсов являются снижение размеров особей, изменение спектра возрастного состава со сдвигом в сторону увеличения генеративности, образование банка семян и интенсификация вегетативного размножения.

В наиболее характерных местообитаниях и популяциях с большой численностью особей девясила высокого генофонд растений хорошо сбалансирован, однако при создании плантаций необходимо избегать использования малых популяций с нехарактерным генофондом [13]. Руководствуясь этим положением, а также полученными результатами исследования морфобиологической изменчивости и особенностей структурно-функциональной организации ценопопуляций для целей рационального сбора лекарственного сырья и культивирования девясила высокого в предгорной зоне Северного Кавказа целесообразно использовать особи из пойменно-болотных и опушечных местообитаний.

Заключение. В предгорной зоне Северного Кавказа девясил высокий обладает высокой фенотипической и экологической пластичностью, о чем свидетельствует изменчивость морфобиологических признаков и различия в возрастной структуре ценопопуляций, приуроченных к различным биотопам. Ведущим экологическим фактором, ограничивающим развитие и распространение девясила высокого, является водный режим почвы. Механизмами поддержания вида *Inula helenium* L. в различных экологических условиях являются: снижение размеров особей, изменение спектра возрастного состава от полночленного к вегетативно-полночленному, образование банка семян. Для целей рационального сбора лекарственного сырья и культивирования девясила высокого в предгорной зоне Северного Кавказа целесообразно использовать особи из характерных местообитаний (пойменно-болотные и опушечные экотопы).

Литература

1. Ресурсоведческие и фармакогностические исследования некоторых представителей флоры Северного Кавказа / Д.А. Муравьева, О.И. Попов, С.П. Лукашук [и др.] // Ресурсоведческое и фармакогностическое изучение лекарственной флоры СССР: науч. тр. – Т. XXV. – М., 1987. – С. 40–50.
2. Леонова Т.В., Климова Т.С. Жизненность, семенная продуктивность особей и динамика ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 6. – С. 98–102.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 288 с.
5. Исхакова А.А., Соболева Л.С., Добрецова Т.Н. Развитие побеговой системы девясила высокого в онтогенезе в условиях питомника // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: чтения памяти Л.М. Черепнина. – Красноярск, 2011. – Т. 2. – С. 93–98.
6. Гиляров А.М. Популяционная экология. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
7. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 146 с.
8. Янтурин И.Ш., Аминеева А.А., Бускунова Г.Г. Вариабельность биоморфологических параметров *Inula helenium* L. в Зауральском регионе // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: мат-лы IV Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа: Изд-во Башкир. ГАУ, 2012. – С. 306–311.
9. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов Европейской части СССР / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Р.В. Попадюк [и др.] / ОНТИ НЦБИ АН СССР. – Пущино, 1990. – 92 с.
10. Ибатулина Ю.В. Индикаторные свойства эколого-демографической структуры ценопопуляций *Stipa ucrainica* P. Smirn. // Промышленная ботаника. – 2010. – Вып. 10. – С. 28–35.
11. Шилова И.В., Иванова Е.В., Гладилина Т.Ю. Особенности прорастания семян девясила высокого в лабораторных условиях // Вестн. Мордов. ун-та. – 2013. – № 3–4. – С. 42–46.
12. Южаков В.И. Биологические особенности и продуктивность девясила высокого в культуре на Среднем Урале // Ботанические исследования в азиатской России: мат-лы II Съезда Русского ботанического общества (Новосибирск-Барнаул, 18–22 августа 2003). – Т. 3. – Барнаул, 2003. – С. 278–279.
13. Популяционная структура девясила высокого на Южном Урале / Н.Н. Редькина, Р.Ю. Муллагулов, С.С. Киньябулатов [и др.] // Аграрная наука. – 2008. – № 8. – С. 18–20.

Literatura

1. Resursovedcheskie i farmakognosticheskie issledovaniya nekotoryh predstavitelei flory Severnogo Kavkaza / D.A. Murav'eva, O.I. Popov, S.P. Lukashchuk [i dr.] // Resursovedcheskoe i farmakognosticheskoe izuchenie lekarstvennoi flory SSSR: nauch. tr. – Т. XXV. – М., 1987. – С. 40–50.
2. Leonova T.V., Klimova T.S. Zhiznennost', semennaya produktivnost' osobei i dinamika cenopopulyatsii *Hypericum perforatum* L. // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 6. – С. 98–102.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
4. Shmidt V.M. Matematicheskie metody v botanike. – L.: Izd-vo LGU, 1984. – 288 s.
5. Iskhakova A.A., Soboleva L.S., Dobretsova T.N. Razvitie pobegovoi sistemy devyasila vysokogo v ontogeneze v usloviyah pitomnika // Flora i rastitel'nost' Sibiri i Dal'nego Vostoka: chteniya pamyati L.M. Cherepnina. – Krasnoyarsk, 2011. – Т. 2. – С. 93–98.
6. Gilyarov A.M. Populyatsionnaya ekologiya. – М.: Izd-vo MGU, 1990. – 191 s.
7. Zlobin Yu.A. Principy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy rasteniy. – Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 1989. – 146 s.

8. Yanturin I.SH., Amineva A.A., Buskunova G.G. Variabel'nost' biomorfologicheskikh parametrov *Inula helenium* L. v Zaural'skom regione // Ustoichivoe razvitie territorii: teoriya i praktika: mat-ly IV Vseros. nauch.-prakt. konf. – Ufa: Izd-vo Bashkir. GAU, 2012. – S. 306–311.
9. Populyatsionnaya organizatsiya rastitel'nogo pokrova lesnyh territorii (na primere shirokolistvennyh lesov Evropeiskoi chasti SSSR / O.V. Smirnova, A.A. Chistyakova, R.V. Popadyuk [i dr.] / ONTI NCBI AN SSSR. – Pushchino, 1990. – 92 s.
10. Ibatulina Yu.V. Indikatornye svoystva ekologo-demograficheskoi struktury cenopopulya-cii *Stipa ucrainica* P. Smirn. // Promyshlennaya botanika. – 2010. – Vyp. 10. – S. 28–35.
11. Shilova I.V., Ivanova E.V., Gladilina T.YU. Osobennosti prorastaniya semyan devyasila vysokogo v laboratornykh usloviyakh // Vestn. Mordov. un-ta. – 2013. – № 3–4. – S. 42–46.
12. Yuzhakov V.I. Biologicheskie osobennosti i produktivnost' devyasila vysokogo v kul'ture na Srednem Urale // Botanicheskie issledovaniya v aziatskoy Rossii: mat-ly II S"ezda Russkogo botanicheskogo obshchestva (Novosibirsk-Barnaul, 18–22 avgusta 2003). – T. 3. – Barnaul, 2003. – S. 278–279.
13. Populyatsionnaya struktura devyasila vysokogo na YUzhnom Urale / N.N. Red'kina, R.YU. Mulla-gulov, S.S. Kin'yabulatov [i dr.] // Agrarnaya nauka. – 2008. – № 8. – S. 18–20.



УДК 633.2(571.61)

И.В. Беркаль

СЕЯНЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Современный уровень производства кормов в хозяйствах Амурской области далеко не полностью удовлетворяет потребности животноводства. Очень важно сделать большее ускорение в увеличении удельного веса злаково-бобовых трав и бобовых трав в чистом виде, что позволит повысить продуктивность трав в севообороте и решить проблему предшественников. Экспериментальная работа по изучению ботанического состава сеяного травостоя из коострецово-люцерновой смеси и влиянию соотношения их норм высева на продуктивность в южной зоне Амурской области проводится на опытном поле Дальневосточного ГАУ. Высевали коострец безостый, сорт ВНИИС-54; люцерна посевная, сорт Марусинская-425. Нормы высева травосмесей на контроле рекомендованы Зональной системой земледелия Амурской области. Учёт и наблюдение проводили по общепринятым методикам. Благодаря способности к активному вегетативному размножению, травостой злаков с возрастом почти не изреживается и не снижает продуктивности в течение всех лет исследования. В посевах коостреца безостого и люцерны в среднем по вариантам содержание злаковых 60,3–70,0 %; 18,8–34,2 % бобовых и 1,2–10,1% разнотравья без внесения удобрений. При внесении расчетных доз азотных и фосфорных удобрений наибольшее количество коостреца безостого было в варианте с повышенными нормами высева злаков «коострец безостый 18,2+люцерна 9,6 кг/га» – 80,1% и бобовых в варианте «коострец безостый 9,8+люцерна 9,6 кг/га» – 21,5 %. При изучении соотношения норм высева коостреца безостого и люцерны при интенсивном их использовании наибольшая урожайность получена в варианте с повышенной нормой высева «коострец безостый 18,2+люцерна 9,6 кг/га» – 2,3 т/га или на 10,9 % больше, чем в контрольном варианте без внесения удобрений. Сбор переваримого протеина – 98,09 т/га; выход комовых единиц – 0,98 т/га. Для создания сеяного травостоя в южной зоне Амурской области рекомендовано применение травосмеси «коострец безостый 18,2+люцерна 9,6 кг/га».

Ключевые слова: многолетние злаковые и бобовые травы, ботанический состав, соотношение норм высева трав, продуктивность.

THE SOWED LONG-TERM GRASSES IN A SOUTHERN ZONE OF THE AMUR REGION

The current level of production of fodder in the farms of the Amur Region does not completely meet the needs of animal breeding. It is important to make a greater acceleration in the increase of the proportion of grass-legume grasses and legumes in its pure form, which will increase the productivity of grasses in crop rotation and solve the problem of precursors. Experimental studies of the botanical structure of the seeded grass made of awnless brome and lucerne mixture and the influence of the ratio of their seeding rates on productivity in the southern zone of the Amur Region is carried out on the experimental field of the Far Eastern State Agrarian University. The awnless brome (sort VNIIS-54) and alfalfa (sort Marusinskaya-425) were seeded. The controlled seeding rates of grass mixtures are recommended by the zone system of agriculture of the Amur region. Accounting and observation were carried out by conventional means. With the ability of active vegetative reproduction, herbage grasses almost do not reduce productivity during all the years of the study. In crops of brome and alfalfa on average the amount of cereal was 60, 3–70,0 %; 18, 8–34,2 % was in legumes, and 1,2–10,1 % was in grasses without fertilizers. When adding the calculated doses of nitrogen and phosphate fertilizers the greatest number of brome was in the variant with higher seeding rates of cereal: brome was 18,2 + alfalfa 9,6 kg / ha – 80,1 % and beans in the version were 9,8 of brome + alfalfa 9,6 kg / ha was 21,5 %. In the study of the ratio of seeding rates of brome and alfalfa during intensive usage the highest yield was obtained in the variant with increased seeding rate of brome 18,2 + alfalfa 9,6 kg / ha – 2,3t / ha or 10,9 % more than in the control variant without fertilization. The collection of digestible protein is 98,09 t / ha; the output of ball units was 0,98 t / ha. To create seeded grasses in the southern zone of the Amur region it is recommended to use the mixtures of brome 18,2 + alfalfa 9,6 kg / ha.

Key words: long-term cereals and bean grasses, botanical structure, a parity of norms of seeding of grasses, efficiency.

Введение. Амурская область располагает достаточно благоприятными почвенно-климатическими ресурсами для возделывания большинства сельскохозяйственных культур из однолетних и многолетних трав.

В системе земледелия Амурской области особое место занимают севообороты и структура посевных площадей, адаптированные к почвенно-климатическим условиям и специализации хозяйства.

Увеличение производства кормов в области идет за счет интенсификации полевого кормопроизводства и повышения продуктивности естественных кормовых угодий. Исходя из агротехнических и организационно-хозяйственных требований, площадь пашни для производства кормов должна составить 30–35 % от всей посевной площади.

В последние годы в Амурской области площади под многолетними травами доведены до 89,7 тыс. га, в структуре посевных площадей кормовых культур они занимают первое место (70–72 %), однако продуктивность их низкая – в 1,5–2 раза ниже зернофуражных и силосных культур.

Следует также отметить, что заготавливаемые корма зачастую имеют низкое качество и не сбалансированы по питательности. В производимых кормах отмечается значительный дефицит протеина. В сухом веществе сена и силоса его содержится не более 10 %, сенажа – 12 %. В них особенно ощущается недостаток белков, сахаров, кальция, фосфора и других микро- и макроэлементов [1].

Основными путями решения этих проблем является повышение урожайности традиционно возделываемых культур на основе совершенствования внедрения интенсивных технологий и привлечения в производство новых кормовых культур, обладающих высокой продуктивностью и питательностью многолетних трав из злаково-бобовых травосмесей [2].

За последние годы научными учреждениями Амурской области проводятся существенные исследования по полевому и луговому кормопроизводству. Специалистами агропромышленного комплекса разработаны приемы в области кормопроизводства, внедрение современных достижений науки в производство позволит значительно увеличить продуктивность и питательную ценность многолетних трав [3].

Многолетние травы составляют основу кормопроизводства во всех сельскохозяйственных предприятиях области.

Они имеют большое экологическое значение, стоят на первом месте среди всех других культур по почвозащитной роли. Их мощный травостой надежно укрывает почву от ливней и ветра. Благодаря хорошо развитой корневой системе они укрепляют почву, превращая ее верхний слой в пласт, который не подвержен разрушению водой или ветром.

Низкая продуктивность многолетних трав в полевых севооборотах адекватна технологическому уровню их возделывания. Положительный опыт эффективного травосеяния в севооборотах сформировался в южной зоне Амурской области. Стратегия в этом направлении предусматривает, прежде всего, совершенствование видовой структуры трав.

Очень важно сделать большее ускорение в увеличении удельного веса злаково-бобовых трав и бобовых трав в чистом виде, что позволит, наряду с другими факторами, повысить продуктивность трав в севообороте на 20–25 % и решить проблему предшественников.

Ценность же бобово-злаковых смесей многолетних трав связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. Кроме накопления азота бобовым компонентом злаковый компонент одновременно создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и ее гумусовый баланс, на азотный фонд почвы. В полевых севооборотах срок использования многолетних трав обычно не превышает 2–3 года.

В Амурской области сеяные травы начинают отрастать весной, когда среднесуточная температура воздуха достигает +5 °С и не снижается в течение нескольких дней. Этот срок является оптимальным для весенних подкормок. Злаковые травостои удобряются полным минеральным удобрением – азотом, фосфором и калием; бобово-злаковые травостои с долей бобовых в травостоях 40 % и более – только фосфорно-калийными удобрениями.

При доле бобовых менее 40 % бобово-злаковые травостои удобряются по типу злаковых – азотом, фосфором и калием; при доле 40–60 % – обратно пропорционально доле бобовых. Так, при доле бобовых 40 % травостои удобряются фосфорно-калийным удобрением и азотом из расчета половинной нормы для злакового травостоя в соответствии с планируемым урожаем. Оперативное проведение весенней подкормки дает возможность также значительно раньше начать эксплуатацию многолетних трав в севообороте и повысить урожайность.

Увеличение производства кормов в области идет за счет интенсификации полевого кормопроизводства и повышения продуктивности естественных кормовых угодий. Исходя из агротехнических и организационно-хозяйственных требований, площадь пашни для производства кормов должна составить 30–35 % от всей посевной площади. В структуре посевных кормовых культур 60–65 % должны занимать многолетние травы, 20–25 – однолетние культуры, 13–17 – кукуруза на силос и около 1 % – кормовые корнеплоды и бахчевые.

Травы размещают на чистых от многолетних сорняков полях. Лучшими предшественниками являются чистый или занятый пар, соя. В полевых севооборотах травы используют 3 года, в кормовых – 4–8 лет. В большинстве случаев многолетние травы в Амурской области высевают под покров ранних яровых культур. Норму высева семян покровной культуры снижают на 10–15 %.

Сеют многолетние травы в ранние апрельские сроки. Норма высева травосмеси в зависимости от видового состава – 15–25 кг кондиционных семян. Перед посевом семена бобовых обрабатывают молибденом. Лучший срок посева трав апрель – первая декада мая. Летние посевы проводят без покрова.

При посеве под покров вначале высевают покровную культуру, затем поле прикатывают и сеют поперек травы. Прикатывают до и после посева. Нельзя допускать разрыва между посевом покровной культуры и трав более 1–2 дней.

Глубина заделки семян костреца и люцерны должна быть 2,5–3 см. Для равномерного высева семена костреца смешивают перед посевом с гранулированным суперфосфатом или аммофосом (50 кг на гектарную норму семян). При подготовке участка вносят в качестве основного фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{60}K_{60}$, которые можно внести осенью, а весной – азотные (N_{60}). На травостоях, предназначенных для получения сена и зеленого корма, азотные удобрения применяют под каждый укос по 45–60 кг/га.

Цель исследований: изучение ботанического состава сеяного травостоя из кострецово-люцерновой и соотношения их норм высева на продуктивность в южной зоне Амурской области.

Методика исследований

Экспериментальная работа с многолетними травами проводится с 1994 г., на опытном поле Дальневосточного ГАУ.

Схема опыта:

- Кострец безостый 9,8 + люцерна 6,4 кг/га;
- Кострец безостый 14,0 + люцерна 6,4 кг/га;
- Кострец безостый 18,2 + люцерна 6,4 кг/га;
- Кострец безостый 9,8 + люцерна 8,0 кг/га;
- Кострец безостый 14,0 + люцерна 8,0 – контроль;
- Кострец безостый 18,2 + люцерна 8,0 кг/га;
- Кострец безостый 9,8 + люцерна 9,6 кг/га;
- Кострец безостый 14,0 + люцерна 9,6 кг/га;
- Кострец безостый 18,2 + люцерна 9,6 кг/га.

Опыты стационарные, повторность трехкратная, размещение вариантов рендомизированное, площадь делянки 20 м². Высевали следующие сорта многолетних трав: кострец безостый, сорт ВНИИС-54; люцерна посевная, сорт Марусинская-425. Нормы высева травосмесей на контроле рекомендованы Зональной системой земледелия Амурской области (1985 г.).

Учёт и наблюдение проводили в соответствии с методическими указаниями, разработанными ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. сбор переваримого протеина, выход кормовых единиц рассчитывали с учетом питательности кормов Амурской области.

Результаты исследований. Ботанический состав костреца безостого и люцерны в 2013 г. при интенсивном двухукосном использовании продолжает изменяться в сторону корневищных трав костреца безостого и разнотравья и снижения количества бобовых трав (табл. 1).

Таблица 1

Ботанический состав травостоя в зависимости от норм высева костреца безостого и люцерны за 2013 г., % на воздушно-сухое вещество

Вариант нормы высева, кг	Злаковые		Бобовые		Разнотравье	
	Без удобрений	$N_{72}P_{58}$	Без удобрений	$N_{72}P_{58}$	Без удобрений	$N_{72}P_{58}$
1	2	3	4	5	6	7
Кострец безостый 9,8 Люцерна 6,4	71,1	79,1	18,8	16,7	10,1	4,2
Кострец безостый 14,0 Люцерна 6,4	66,1	82,6	25,4	16,4	8,5	1,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Кострец безостый 18,2 Люцерна 6,4	68,3	81,4	28,3	18,3	3,4	0,3
Кострец безостый 9,0 Люцерна 8,0	65,0	78,1	32,9	21,3	2,1	0,6
Кострец безостый 14,0 Люцерна 8,0 (контроль)	66,6	70,8	32,2	20,8	1,2	8,4
Кострец безостый 18,2 Люцерна 8,0	60,3	75,0	34,2	21,6	5,5	3,4
Кострец безостый 9,8 Люцерна 9,6	66,4	78,0	28,7	21,5	4,9	0,5
Кострец безостый 14,0 Люцерна 9,6	62,9	72,5	32,6	20,5	4,5	7,0
Кострец безостый 18,2 Люцерна 9,6	77,0	80,1	23,4	19,3	4,1	0,6

Благодаря способности к активному вегетативному размножению, травостой злаков с возрастом почти не изреживается и не снижает продуктивности в течение всех лет исследования.

По всем вариантам опыта наблюдается увеличение костреца безостого и разнотравья за счёт выпадения из травостоя бобовых трав люцерны.

В посевах костреца безостого и люцерны в среднем по вариантам содержание злаковых – 60,3–70,0 %; бобовых – 18,8–34,2 и разнотравья 1,2–10,1 % без внесения удобрений.

При внесении расчетных доз азотных и фосфорных удобрений по всем вариантам кострецово-люцерновой смеси происходит увеличение злаков в среднем на 10 % и снижение бобовых трав и разнотравья. Наибольшее количество костреца безостого было в варианте «кострец безостый с повышенными нормами высевом злаков 18,2 + люцерна 9,6 кг/га» – 80,1 % и бобовых в варианте «кострец безостый 9,8 + люцерна 9,6 кг/га» – 21,5 %.

При изучении соотношения норм высева костреца безостого и люцерны при интенсивном их использовании трав контрольный вариант «кострец безостый 14,0 + люцерна 8,0 кг/га» в среднем за 2012–2013 гг. без применения удобрений составил 2,1 т/га сухого вещества; сбор переваримого протеина – 88,41 т/га; выход комовых единиц – 0,88 т/га. При снижении норм высева костреца безостого до 9,8 и люцерны до 6,4 кг/га получена наименьшая урожайность среди изучаемых вариантов (табл. 2).

Таблица 2

Влияние норм высева кострецово-люцерновой смеси при двухукосном использовании на урожай сеяного травостоя (воздушно-сухой массы), т/га (2012–2013 гг.)

Вариант нормы высева, кг/га	Урожайность, т/га	Сбор переваримого протеина, т/га	Выход корм. ед., т/га
1	2	3	4
Кострец безостый 9,8 Люцерна 6,4	1,76	74,10	0,74
Кострец безостый 14,0 Люцерна 6,4	2,03	85,46	0,85
Кострец безостый 18,2 Люцерна 6,4	1,81	76,20	0,76

1	2	4	4
Кострец безостый 9,0 Люцерна 8,0	1,60	7,36	0,67
Кострец безостый 14,0 Люцерна 8,0 (контроль)	2,10	88,41	0,88
Кострец безостый 18,2 Люцерна 8,0	2,16	90,94	0,91
Кострец безостый 9,8 Люцерна 9,6	2,23	3,88	0,94
Кострец безостый 14,0 Люцерна 9,6	2,28	95,99	0,96
Кострец безостый 18,2 Люцерна 9,6	2,33	98,09	0,98
<i>Средняя по опыту</i>	1,25		
<i>НСР_{0,5}</i>	0,34		

В варианте «кострец безостый 14,0 + люцерна 6,4 кг/га» урожайность была близка к контрольному варианту – 2,03 т/га сухого вещества.

В вариантах «кострец безостый 18,2 + люцерна 8,0 кг/га»; «кострец безостый 9,8 + люцерна 9,6 кг/га»; «кострец безостый 14,0 + люцерна 9,6 кг/га» урожайность была выше, чем в контрольном варианте, и составила 2,2–2,8 т/га.

Наибольшую урожайность получили в варианте с повышенной нормой высева «кострец безостый 18,2 + люцерна 9,6 кг/га» – 2,3 т/га, или на 10,9 % больше, чем в контрольном варианте без внесения удобрений, сбор переваримого протеина – 98,09 т/га; выход комовых единиц – 0,98 т/га.

Заключение. Почвенно-климатические условия в южной зоне Амурской области сравнительно благоприятные для создания сеяных травостоев и позволяют интенсивно их использовать в фазу выметывания у злаковых и бутонизацию у бобовых. За годы исследований ботанический состав травостоя ежегодно увеличивается в сторону костреца безостого и разнотравья и снижения люцерны.

Результаты исследований также подтверждают, какой огромный потенциал имеют многолетние злаково-бобовые травы: ежегодно на протяжении 19 лет можно стабильно получать урожай из костреца безостого и люцерны при двухукосном скашивании на уровне более 2 т/га сена без внесения удобрений в соотношении норм высева «кострец безостый 18,2 + люцерна 9,6 кг/га».

Литература

1. Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области: сб. научн. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2013. – Вып. 9. – 84 с.
2. Инженерно-техническое обеспечение регионального машиноиспользования и сельхозмашиностроения: сб. научн. тр. / ГНУ Даль НИИМЭСХ Россельхозакадемии. – Благовещенск, 2011. – 269 с.
3. Система земледелия Амурской области / отв. ред. В.А. Тильба. – Благовещенск: Приамурье, 2003. – 304 с.

Literatura

1. Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve Amurskoy oblasti: sb. nauchn. tr. Dal'GAU. – Blagoveshchensk: Izd-vo Dal'GAU, 2013. – Vyp. 9. – 84 s.

2. Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie regional'nogo mashinoispol'zovaniya i sel'hozmashinostroenie: sb. nauch. tr. / GNU Dal' NIIMESKH Rossel'hozakademii. – Blagoveshchensk, 2011. – 269 s.
3. Sistema zemledeliya Amurskoy oblasti / otv. red. V.A. Til'ba. – Blagoveshchensk: Priamur'e, 2003. – 304 s.



УДК 633.34 : 633.35

А.А. Чураков, А.Н. Халипский

ОЦЕНКА СОМАКЛОНАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СОИ И НУТА ПО КАЧЕСТВУ И ПРОДУКТИВНОСТИ

Наряду с гибридизацией быстро получить растения с новыми комбинациями признаков можно, используя соматклональную изменчивость. Для выявления ценных генотипов соматклонов, установления их стабильности было проведено изучение популяций сои и нута, полученных в культуре in vitro. Регенеранты сои получены в культуре зрелых изолированных семядольных узлов из сорта СибНИИК 315, нута – в культуре тканей незрелых семян сорта Краснокутский 123. Полевые испытания соматклонов проведены в 2011–2013 гг. Продолжительность вегетации большинства соматклонов была на 3–5 сут больше исходных форм. При этом различия в продолжительности периода от цветения до восковой спелости у линий сои R-39, 40 более значительные. Это даёт возможность выделять генотипы, устойчивые к избыточному увлажнению и дефициту тепла, которые наблюдаются в августе и сентябре. У наиболее позднеспелой линии R-23 зафиксировано расщепление по продолжительности вегетации, выделены скороспелые формы. По урожайности и элементам структуры выявлены отклонения от исходной формы. Например, среднее число семян в бобе линий 4 R-09 и R-27 – 1,8 шт. (+0,3 к исходному сорту СибНИИК 315), у R-22 – 1,2 шт. (–0,3). Перспективным представляется отбор на содержание белка: отклонения у некоторых линий +2 ... +9 % от исходного сорта. По итогам полевой оценки 36 соматклональных линий нута были выделены продуктивные, с компактным кустом: Н-1-10, 2-10, 5-10, 9-10, 27-10. Интерес представляют белосемянные формы Н-2-10, 27-10, урожайность которых на 37 и 65 г/м² выше бурсемянного стандарта. Соматклональная изменчивость способствует получению новых форм с хозяйственно-ценными признаками по актуальным направлениям селекции сои и нута в регионе (создание продуктивных, скороспелых, устойчивых к гидротермическим стрессам и основным патогенам сортов).

Ключевые слова: соматклональная популяция, соя, нут, качество семян, урожайность.

А.А. Churakov, A.N. Khalipsky

THE ASSESSMENT OF SOMATIC CLONAL POPULATIONS OF SOYBEAN AND CHICKPEA ON QUALITY AND PRODUCTIVITY

Along with the hybridization, it is possible to obtain plants with new combinations of features using somaclonal variability. To reveal valuable genotypes of somaclones, to estimate their stability, the research of populations of soybean and garbanzo, which were obtained in vitro, was carried out. The regenerates of soybean were obtained in the planting of ephebic isolated cotyledonary nodes from SibNIIC 315 breed, of garbanzo in the planting of tissues of immature seeds from Krasnokutsky 123 breed. The tests on the fields of the somaclones were carried out in 2011–2013. The duration of vegetation of the most of the somaclones was 3 or 5 days more than the initial forms. Where in the differences in the duration of the period from blossoming to wax stage of ripeness of the soybean lines R-39, 40 were more significant. This

gives the opportunity to select the genotypes which are steady to redundant moistening and lack of warmth, which can be observed in August and September. The latest ripening variety R-23 shows decompose in the vegetation period; early ripening forms were selected. The derivations from the initial form were observed in crop-production power and structural elements. For example, the average quantity of seeds in a bean is 1,8 pcs. (lines R-09 and R-27), which is 0,3 more than SibNIIK 315 as a standard has, whereas R-22 has only 1,2 pcs., which is 0,3 less than SibNIIK 315 as a standard. The selection by the contents of protein seems to be perspective: certain varieties show the derivations from +2 to +9 % from the initial breed. Resuming the field evaluation of thirty-six somaclonal lines of garbanzo, some productive varieties with compact bushes were selected: N-1-10, 2-10, 5-10, 9-10, 27-10. White-seeded forms N-2-10, 27-10, the crop-producing power of which is 37 and 65 g/sq. m respectively more than the brown-seeded standard, is quite interesting. The somaclonal variability allows to select some new forms with valuable for agriculture qualities on the trends of soybean and garbanzo selection in the region (the creation of breeds that are productive, early-ripe, resistant to hydrothermal stresses and the main pathogenic bacterium).

Key words: somatic clonal population, soybean, chickpea, the quality of seeds, yield.

Введение. Зерновые бобовые культуры являются самоопылителями, их сорта высокоинбредны, поэтому для формирования генетической базы отбора целесообразно, наряду с традиционными методами гибридизации и мутагенеза, применять эффективные биотехнологические методы, направленные на увеличение генетического разнообразия.

Новые признаки и их комбинации можно получать, используя соматическую изменчивость и мутагенез *in vitro* [1]. Эти методы основаны на спонтанном или индуцированном возникновении в клетках разнообразных мутаций (так называемых соматических вариаций) при культивировании изолированных растительных тканей на питательной среде. Полученные из мутировавших клеток растения-регенераты несут и передают своему потомству наследственные изменения самых разных признаков. Задачи исследователя состоят в получении и выявлении соматических вариаций, изучении их стабильности в ряду поколений и отборе перспективных форм для дальнейшей селекционной работы.

Цель исследований: изучение исходного сои, нута, полученного методом соматической изменчивости в культуре *in vitro*.

Для достижения запланированного результата в ходе исследования решались следующие задачи: изучение фенотипической изменчивости хозяйственно значимых признаков генеративных потомств растений-регенерантов; отбор селекционно ценных соматических клонов; выявление закономерностей изменчивости у изученных популяций.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили растения, полученные в культуре зрелых изолированных семядольных узлов из семян сорта СибНИИК 315 (соя), в культуре тканей незрелых семян сорта Краснокутский 123 (нут).

Экспланты были получены в отделе селекции и биотехнологии ГНУ СибНИИ кормов под руководством д-ра биол. наук О.А. Рожанской. Для введения в культуру *in vitro* зрелые семена сои промывали в растворе ПАВ, затем дезинфицировали 5 мин в 70 % спирте и 20 мин – в смеси 95 % спирта и 3 % перекиси водорода с соотношением компонентов 1:1. Далее семена проращивали в стерильных пробирках на бобовом агаре. Экспланты из семядольных узлов и семядолей культивировали на агаризованной питательной среде Гамборга с уменьшенной вдвое концентрацией солей (1/2 В5) с включением БАП 1,0. Молодые растения-регенеранты размножали путём клонирования в культуре стеблевых узлов, спустя 3–4 недели растения с корнями и листьями высаживали в горшки с почвой.

Полевые испытания соматических клонов проведены в 2011–2013 гг. на опытном поле лаборатории зерновых бобовых культур Красноярского НИИСХ. Предшественник – картофель. Допосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании с целью сохранения влаги и культивации по диагонали к основной обработке на глубину 6 см. Удобрения не вносились. Посев культур

проводили в середине второй декады мая, когда температура почвы на глубине заделки семян достигала 8 °С.

Семена регенерантов были высеяны в специальном питомнике сеялкой ССФК-7 на глубину 5 см с нормой 40 зёрен на 1 м² (в первый год изучения). В дальнейшем соблюдали оптимальную норму высева — 80 зёрен на 1 м² [2, 3]. Контроль (исходный сорт) размещали через 10 номеров. В период вегетации проводили фенологические наблюдения, учёт повреждения вредителями и поражения болезнями в соответствии с методическими указаниями ВИР им. Н.И. Вавилова [4]. Продолжительность вегетационного периода определяли от даты полных всходов до начала восковой спелости семян в верхнем ярусе растений. До уборки отбирали сноп для структурного анализа на каждом варианте опыта. Общая площадь делянки – 1,3 м², учётная – 1 м². Уход за посевами заключался в прикатывании и довсходовом бороновании лёгкими боронами с целью уничтожения сорняков на ранних фазах их развития и ручных прополках. Во время вегетации проводились оценки по фазам развития растений, а также визуальные оценки образцов на продуктивность и скороспелость. Отмечали устойчивость к растрескиванию бобов и осыпанию семян, полеганию растений, поражению болезнями и повреждению неспециализированными вредителями. При анализе структуры урожайности подсчитывали число продуктивных узлов, бобов и семян с растения, измеряли высоту растений и высоту прикрепления первого плода, вес семян с растения.

Режим увлажнения и обеспеченность теплом в годы исследований отличались как между собой, так и от средних многолетних значений. Это позволило всесторонне изучить реакцию соматоклональных линий и выделить перспективные образцы.

По продолжительности вегетационного и межфазных периодов изученные соматоклональные мутанты можно разделить на 2 группы: имеющие длину вегетации на уровне исходного сорта (подавляющее число линий) и созревающие незначительно позднее. При этом различия в продолжительности второго периода вегетации были более значительные. Это даёт возможность выделять генотипы, устойчивые к избыточному увлажнению и дефициту тепла, которые наблюдаются в августе и сентябре.

По мнению О.А. Рожанской [5], отклонение вегетации у соматоклонов сои до 3 сут от исходного сорта в сторону увеличения или уменьшения не является достаточным основанием, чтобы говорить, что эти линии более или менее позднеспелые / скороспелые. Значительно отличались по этому признаку только два мутанта: R–39, R–40. В то же время для этих линий характерно сокращение второго межфазного периода, что может косвенно свидетельствовать о их меньшей потребности в тепле для созревания и большей холодостойкости. Одновременно сокращение периода от начала цветения до восковой спелости не компенсировало продолжительный первый период. Линии с разной продолжительностью межфазных периодов можно использовать в синтетической селекции, чтобы добиться оптимального соотношения продолжительности вегетации и межфазных периодов. У наиболее позднеспелой линии R–23 зафиксировано расщепление по продолжительности вегетации. В результате многократных отборов выделены скороспелые формы, которые изучаются в селекционных питомниках.

Существенно изменяется длина вегетационного периода в зависимости от погодных условий года. Вклад в вариацию вегетационного периода изученных факторов составляет 33 %.

По урожайности и элементам, её слагающим, также выявлена существенная разница как между соматоклональными линиями, так и с исходным сортом (табл. 1). Изменчивость признаков у соматоклонов идёт в направлении, противоположном действию искусственного отбора на исходный генотип. Что касается менее отселектированных признаков, то их варьирование у соматоклонов идёт как в большую, так и в меньшую сторону. Представляют интерес две линии (R–39, R–40), зацветающие соответственно на 5 и 13 сут позднее сорта СибНИИК 315 и созревающие на 2–8 сут позднее. Этот признак является ценным с точки зрения стратегии адаптивной селекции, поскольку позволяет растениям уходить от раннелетней засухи, часто случающейся в нашей зоне.

Урожайность и элементы структуры в питомнике соматклонов сои (Красноярская лесостепь)

Признак	2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	СибНИИК 315	Соматклоны R ₂ *	СибНИИК 315	Соматклоны R ₃	СибНИИК 315	Соматклоны R ₄
Растений к уборке, шт/м ²	26±1,2	<u>26,4±1,3**</u> 21–32	63,3±1,9	<u>56,9±2,6</u> 44–68	51,4±2,8	<u>46,7±3,2</u> 32–64
Высота растений, см	36±1,3	<u>32,6±1,4</u> 27–42	48,6±2,1	<u>53,4±4,2</u> 40–75	47,9±4,5	<u>42,2±3,3</u> 28–60
Высота заложения 1-го боба, см	10,4±0,4	<u>11,8±0,4</u> 10–14	6,5±0,8	<u>7,6±0,9</u> 3–11	9,3±0,5	<u>8,1±0,5</u> 5–10
Продуктивных узлов, шт.	4,8±0,5	<u>3,7±0,3</u> 2–5	8,6±0,8	<u>8,5±0,8</u> 6,2–12,0	7,9±0,7	<u>6,9±0,7</u> 4–11
Бобов на растении, шт.	6,9±0,7	<u>5,5±0,5</u> 3–8	13,5±1,7	<u>13,6±1,3</u> 8,1–19,5	12,0±1,7	<u>9,8±1,1</u> 6–17
Семян с растения, шт.	10,8±1,0	<u>8,6±0,8</u> 5–12	21,1±2,3	<u>22,5±2,6</u> 12,4–34,6	18,2±3,0	<u>15,7±1,8</u> 8–26
Урожайность, г/м ²	30±4,7	<u>27,3±4,9</u> 18–34	89,1±5,2	<u>94,7±16,2</u> 26,0–199	99,1±26,1	<u>109,6±13,6</u> 54–184
Вегетационный период, сут.	104±0,9	<u>105±1,0</u> 103–113	104,4±1,2	<u>107,9±1,2</u> 101–115	105,4±0,6	<u>104,7±1,3</u> 102–112
Количество ветвей, шт.	–	–	–	–	1,4±0,2	<u>1,1±0,3</u> 0,2–2,8

* Полевое поколение соматклонов.

** В числителе – среднее значение, в знаменателе – размах варьирования.

Высота прикрепления первых бобов является признаком, которому все селекционеры уделяют особое внимание, поскольку от его выраженности будет зависеть величина потерь зерна во время уборки. Несмотря на генетическую обусловленность данного признака, его проявление в значительной степени изменяется в зависимости от элементов технологии и погодных условий. В засушливом 2012 г. этот показатель снизился, по сравнению с контролем, у ²/₃ соматклонов за счёт раннего начала цветения. В увлажнённые 2011, 2013 гг. высота заложения первых бобов несколько увеличилась, главным образом, за счёт повышения минимального значения признака. По этому основанию все линии можно классифицировать, как имеющие среднюю высоту прикрепления первых плодов. Путём целенаправленных отборов можно несколько улучшить данный показатель по сравнению с исходным сортом, но добиться значительного улучшения показателя не представляется возможным.

Семенная продуктивность сои также подвержена изменениям под действием погодных условий. Низкую продуктивность культуры в 2011 г. можно объяснить не только прохладной погодой июля, августа, но и малым количеством растений на единице площади. В 2012 г. наблюдалась повышенная среднесуточная температура в июне (+5,2 °С к средней многолетней), на фоне отсутствия дождей. 16-го числа выпало 17,7 мм осадков, что совпало с периодом формирования репродуктивных органов культуры и положительно сказалось на продуктивности. В 2013 г., несмотря на обильные осадки, растения сои испытывали недостаток тепла (–1,2 °С к средней за вегетацию), а также были сильно поражены корневыми инфекциями. Урожайность во влажный год была несколько выше (+1,5 ц у соматклонов и +1 ц у сорта СибНИИК 315), чем в засушливый. Это объясняется снижением уборочных потерь вследствие увеличения высоты закладки первых бобов. Основываясь на результатах проведённого исследования, а также на полученных ранее данных [6], можно утвер-

ждать, что на урожайность сои в Красноярской лесостепи большее влияние оказывает сумма температур, нежели количество осадков.

Значительное влияние на величину урожайности оказывает число семян в бобе. Исходный сорт, как и изученные линии, относятся к группе скороспелых, для них характерна низкая обсеменённость бобов. В среднем в каждом бобе у линий 4 R-09 и R-27 формируется по 1,8 шт. семян, т. е. на 0,3 больше, чем у СибНИИК 315. Остальные образцы превосходят исходный сорт на 0,1–0,2 шт., исключение составляет R-22 с содержанием 1,2 семени на боб.

Несущественно превысили исходный сорт R-34, R-42, 4 R-09. Для этих линий также характерно среднее отклонение от сорта СибНИИК 315 по элементам структуры. Этот факт подтверждает мнение Р.Х. Макашовой [7] о том, что наибольшая урожайность определяется не максимальным проявлением того или иного элемента урожайности, а формируется в комплексе, при среднем проявлении каждого признака.

Погодные условия в 2011–2013 гг. сказались на росте и развитии нута иначе, чем на сое. Благоприятный гидротермический режим сложился в 2012 г., когда наблюдалась сухая и жаркая погода. Вегетационный период составил 112–115 сут, а урожайность – 236–428 г/м². Избыточное увлажнение в 2011 и 2013 гг. привело к затягиванию цветения вплоть до заморозков, а низкие среднесуточные температуры привели к низкому проценту завязавшихся бобов. Урожайность лучших образцов в эти годы не превышала 90 г/м², при продолжительности вегетации до 127 сут. Сортообразцы нута имели более продолжительный вегетационный период, как за счёт более раннего появления всходов, так и благодаря устойчивости к осенним заморозкам.

Во втором поколении потомств регенерантов нута значительно варьировали морфологические и количественные признаки (табл. 2), несмотря на проведённый предварительный скрининг растений R₁ по продуктивности.

Таблица 2

Элементы структуры урожая и продуктивность второго поколения соматклонов нута (Красноярская лесостепь, 2011 г.)

Образец	Растений к уборке, шт/м ²	Высота растений, см	Количество, шт/растение		Урожайность, г/м ²	Поражённых семян, %
			бобов	семян		
1	2	3	4	5	6	7
Краснокутский 123, и. ф.	25	55	13	8	45	9
H-1-10	33	40	13,9	10,6	90	13
H-2-10	13	50	20,3	12,9	26	18
H-3-10	25	68	13,2	5,1	29	10
H-5-10	33	40	18,5	15,7	64	14
H-6-10	28	60	21,5	9,4	34	3
H-7-10	35	68	19,2	8,4	38	2
H-8-10	33	77	18,2	5,9	33	9
H-9-10	33	43	24,4	18,2	91	11
H-11-10	32	65	18,7	7,2	31	8
H-12-10	18	66	20,8	13,2	34	9
H-13-10	24	71	16,5	6,5	21	7
H-14-10	24	64	13,6	6,4	20	10
H-17-10	30	70	16,1	5,8	11	4
H-18-10	30	40	11,6	7,2	39	15
H-19-10	30	67	10,5	4,3	19	5
H-20-10	27	67	8,5	4,1	16	4

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
H-23-10	30	60	8,9	4,8	23	8
H-26-10	28	51	10,3	6,0	37	6
H-27-10	21	55	14,8	11,1	29	11
H-29-10	12	44	9,9	8,5	18	10
H-37-10	29	60	10,5	3,4	11	4

Генетические различия соматоклонов проявились в высоте растений и строении куста. Пять линий имели высоту от 40 до 50 см, а ветви отходили от главного стебля под острым углом, что предохраняло их от обламывания. Для семи линий был характерен высокий куст (68–77 см), при этом на растениях формировалось незначительное число бобов и семян, в результате эти формы были самыми низкопродуктивными. Дальнейшего интереса для изучения они не представляли, поэтому по итогам лабораторной оценки были выбракованы.

Качество соевого зерна формируется под влиянием многих факторов, которые обуславливаются как агротехникой, так и сортовыми особенностями. Ведущая роль в формировании качества зерна принадлежит погодным условиям – температуре и осадкам. Образование в соевых семенах большого количества белка связано с высокими температурами и большим количеством осадков. Большее количество жира, напротив, аккумулируется в годы с высокой температурой и дефицитом осадков [8, 9]. Содержание белка определено в лаборатории агрохимии Красноярского НИИСХ методом сжигания с образованием реакции индофенольной зелени. Данные представлены в таблице 3. В условиях короткого вегетационного периода и невысоких среднесуточных температур представляет большую перспективу селекция в направлении повышения белка, что актуально и в кормовом использовании сои. Отбор среди соматоклональных линий в данном направлении может быть весьма успешным, поскольку среди изученных линий выявлено значительное варьирование содержания белка и отклонения в большую и меньшую стороны от исходного сорта СибНИИК 315.

Таблица 3

Содержание протеина в зерне сои (Красноярская лесостепь, 2012 г.)

Образец	Сырой протеин, % АСВ
СибНИИК 315	32,2
4R-09	29,3
R-21	32,8
R-22	41,4
R-26	31,8
R-27	27,3
R-34	31,8
R-39	24,5
R-40	31,1
R-42	34,5

Заключение. Проведённая сравнительная оценка соматоклональных вариантов с исходными формами позволяет установить, что соматоклональная изменчивость способствует получению новых форм с хозяйственно-ценными признаками по актуальным направлениям селекции сои и нута в регионе (создание продуктивных, скороспелых, устойчивых к гидротермическим стрессам и основным патогенам сортов).

Литература

1. *Сидоров В.А.* Биотехнология растений. Клеточная селекция. – Киев: Наукова думка, 1990. – 280 с.
2. *Ступницкий Д.Н.* Формирование урожайности зернобобовых культур в Красноярской лесостепи в зависимости от сортовых особенностей и приёмов возделывания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2009. – 17 с.
3. *Чураков А.А.* Продуктивность сои в зависимости от агротехнологических приёмов возделывания в Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2008. – № 4. – С. 70–73.
4. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указания / *М.А. Вишнякова* [и др.]; ГНУ ВИР Россельхозакадемии. – СПб.: Копи-Р Групп, 2010. – 142 с.
5. *Рожанская О.А.* Соя и нут в Сибири: культура тканей, соматклоны, мутанты. – Новосибирск: Юпитер, 2005. – 155 с.
6. *Халипский А.Н., Чураков А.А.* Влияние сроков посева, нормы высева на формирование урожайности скороспелых сортов сои в Красноярском крае // Вестн. БГСХА. – Улан-Удэ, 2009. – Вып. 3. – С. 123–126.
7. *Макашёва Р.Х.* Горох. – Л., 1973. – 244 с.
8. *Манакова Т.А.* Селекционная ценность исходного материала сои для условий центральной лесостепи Кемеровской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Кемерово, 2001. – 18 с.
9. Соя на Дальнем Востоке / *А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко* [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.

Literatura

1. *Sidorov V.A.* Biotekhnologiya rasteniy. Kletochnaya selektsiya. – Kiev: Naukova dumka, 1990. – 280 s.
2. *Stupnickiy D.N.* Formirovanie urozhainosti zernobobovykh kul'tur v Krasnoyarskoy leso-stepi v zavisimosti ot sortovykh osobennostey i priyomov vozdel'yvaniya: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Novosibirsk, 2009. – 17 s.
3. *Churakov A.A.* Produktivnost' soi v zavisimosti ot agrotekhnologicheskikh priyomov vozdel'yvaniya v Krasnoyarskoy lesostepi // Vestn. KrasGAU. – Krasnoyarsk, 2008. – № 4. – S. 70–73.
4. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metod. ukazaniya / *M.A. Vishnyakova* [i dr.]; GNU VIR Rossel'hozakademii. – SPb.: Kopi-R Grupp, 2010. – 142 s.
5. *Rozhanskaya O.A.* Soya i nut v Sibiri: kul'tura tkanej, somaklony, mutanty. – Novosibirsk: Yupiter, 2005. – 155 s.
6. *Halipskij A.N., Churakov A.A.* Vliyanie srokov poseva, normy vyseva na formirovanie urozhainosti skorospelykh sortov soi v Krasnoyarskom krae // Vestn. BGSKHA. – Ulan-Ude, 2009. – Vyp. 3. – S. 123–126.
7. *Makashyova R.H.* Goroh. – L., 1973. – 244 s.
8. *Manakova T.A.* Selekcionnaya tsennost' iskhodnogo materiala soi dlya usloviy central'noy lesostepi Kemerovskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Kemerovo, 2001. – 18 s.
9. Soya na Dal'nem Vostoke / *A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko* [i dr.]. – Vladivostok: Dal'nauka, 2010. – 435 s.



ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

Целью работы является выявление декадного влияния абиотических факторов вегетационного периода на урожайность голозерных и пленчатых сортов ячменя различных групп спелости в лесостепи Красноярского края. Методы исследования: закладка опытов и наблюдения проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания в 2002–2014 гг. Опыты закладывались в четырёхкратной повторности, учётная площадь делянок – 25 м². Влияние погодных условий на урожайность определяли методом корреляционного анализа по методике Д.У. Снедекора с использованием пакета статистических программ О.Д. Сорокина. Выявлена сильная положительная степень связи между урожайностью и суммой температур первой и второй декады августа: коэффициент корреляции от 0,671 у сортообразца Т 12 до 0,746 у Омского голозерного 1 и от 0,679 у Абалака до 0,945 у Буяна. Отмечена сильная положительная степень связи суммы осадков третьей декады мая у сортов Буян, Тулеевский и Зенит. Их коэффициенты корреляции составляют соответственно 0,748, 0,671 и 0,665. В третьей декаде июня сильная корреляционная зависимость наблюдается у Арата – 0,724, Омского голозерного 1 – 0,714 и Омского 96 – 0,673. Во второй декаде августа высокую корреляционную зависимость показывают Омский голозерный 2 – 0,731 и Арат – 0,671. При увеличении гидротермического коэффициента (ГТК) в третьей декаде мая и июня во второй декаде августа урожайность сортов ячменя возрастает. Отмечена прямая корреляционная зависимость урожайности от ГТК в третьей декаде мая и второй декаде августа у половины исследуемых сортов. Между ГТК и урожайностью третьей декады июня прямая связь наблюдается у 16 из 22 вариантов: коэффициенты корреляции от 0,407 (Зенит) до 0,728 (Вибке). Выводы: урожайность сортов ячменя повышается при увеличении суммы температур первой и второй декады августа; при увеличении суммы осадков третьей декады мая, третьей декады июня, второй и третьей декады августа; при увеличении гидротермического коэффициента в третьей декаде мая и июня, во второй и третьей декадах августа.

Ключевые слова: ячмень яровой, урожайность, корреляционная зависимость, сумма температур, сумма осадков, гидротермический коэффициент.

Y.I. Serebrennikov, L.P. Baikalova

THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON CROP YIELDS OF BARLEY VARIETIES IN PARTIALLY WOODED STEPPE OF PRIENISEYSKY SIBERIA

The aim of the study is to identify decadal influence of abiotic factors on the productivity of the growing season with hull and hulled barley varieties of different maturity groups in the partially wooded steppe of the Krasnoyarsk territory. The methods of investigation included making experiments and observations according to the procedure of state variety trials in 2002–2014. The experiments were laid in the fourfold repetition, plots Account area was 25 m². The impact of weather on crop yields was determined by correlation analysis with the help of D.W. Snedecor's method and using the statistical software package, suggested by O.D. Sorokin. A strong positive relationship between the level of productivity and the amount of heat in the first and second decade of August revealed the correlation coefficient of 0,671 accessions from T 12 to 0,746 from Omsk hull-less 1 and from 0,679 to 0,945 in Abalak saw Skipper. There was a strong positive level of communication amount of precipitation of the third decade of May varieties Buyan, Tuлееvsky and Zenith. Their correlation coefficients were, respectively, 0,748, 0,671 and 0,665. In the third decade of June, a strong correlation was observed in 0,724 Arata, Omsk hull-less 1 and Omsk 1 – 0,714; 96 – 0,673. In the second decade of August a high correlation dependence in Omsk hull-less1 2 0,731 and

0,671 Arat was demonstrated. With an increase in hydrothermal coefficient (SCC) in the third week of May and June, during the second week of August the yield of barley varieties increased. There was a direct correlation in yields from SCC in the third week of May and the second week of August in half of the studied varieties. Between the SCC and the yield of the third decade of June a direct relationship was observed in 16 of the 22-option: the correlation coefficients were from 0,407 (Zenit) to 0,728 (Wiebke). Conclusions. The yield varieties of barley grew with the increasing the amount of heat during the first and second decades of August; with an increase in the amount of precipitation in the third decade of May, the third decade of June, the second and third decades of August; with increasing hydrothermal coefficient in the third week of May and June, the second and third weeks of August.

Key words: spring barley, yields, correlation, the amount of heat, amount of rainfall, hydrothermal coefficient.

Введение: Яровой ячмень – наиболее скороспелая и пластичная культура. Среди ранних яровых зерновых он даёт наиболее высокие и устойчивые по годам урожаи [1].

Потенциал продуктивности плёнчатого ячменя в регионе составляет 6,0–7,0 т/га, голозёрного – 3,0–5,0 т/га. Однако в варьирующих условиях производства сбор зерна в благоприятные годы составляет 40–45 %, в экстремальные – 15–20 % возможного [2, 3]. Сортосмена ячменя обуславливает необходимость выявления резервов повышения урожайности ячменя путём повышения его адаптивного потенциала, что делает выбранную для исследования тему особенно актуальной.

В данной статье приводятся результаты анализа зависимости температурного фактора, влагообеспеченности и гидротермического коэффициента от перечисленных климатических абиотических факторов. Изучено влияние сумм декадных температур, осадков и гидротермического коэффициента на урожайность ячменя раннеспелой, среднеспелой и голозёрной групп. Отмечено повышение урожайности сортов ячменя при увеличении суммы температур первой и второй декады августа; при увеличении суммы осадков третьей декады мая, третьей декады июня, второй и третьей декады августа; при увеличении гидротермического коэффициента в третьей декаде мая и июня, во второй и третьей декадах августа.

Цель исследования: выявление подекадного влияния абиотических факторов на урожайность сортов ячменя в период «2-я декада мая – 1-я декада сентября».

Задачи:

- 1) определить корреляционную связь между температурным фактором периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» и урожайностью по декадам;
- 2) определить корреляционную связь между осадками периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» по декадам и урожайностью сортов ячменя;
- 3) определить корреляционную связь между гидротермическим коэффициентом периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» по декадам и урожайностью сортов ячменя.

Методы исследования. Полевые исследования проводились в 2002–2014 гг. на полях конкурсного сортоиспытания Канского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ) в рамках плана госсортоиспытания, поступающего ежегодно на Канский ГСУ от ФГБУ «Госсорткомиссия по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва». Почва опытного участка представлена чернозёмом выщелоченным. Предшественник – пшеница яровая. Обработка почвы осуществлялась согласно общепринятым рекомендациям для данной зоны. Опыты закладывались в четырёхкратной повторности, учётная площадь делянок – 25 м², размещение – методом рендомизированных повторений. Закладка опытов и наблюдения на них проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [4]. Норма высева – 5,0 млн всх. зёрен/га. Удобрения не вносились.

Приводятся результаты научных исследований 22 сортов ярового ячменя. Из них 19 – плёнчатые, 3 – голозёрные. При этом плёнчатые сорта разделены были на раннеспелые (сорт-стандарт – Биом) и среднеспелые (сорт-стандарт – Ача). В группе голозёрных в роли сорта-стандарта выступает сорт Оскар. Влияние погодных условий на урожайность определяли методом корреляционного

анализа по методике Д.У. Снедекора [5] с использованием пакета статистических программ О.Д. Сорокина [6].

Метеорологические условия лет исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Самой прохладной декадой периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» (периода вегетации) является 2-я декада мая (+10,9 °С), а самой тёплой – 2-я декада июля (+21,3 °С) (рис. 1). Осадков меньше всего было в 1-й декаде июня и 1-й декаде сентября (по 9,7 мм), а больше всего – в 3-й декаде июля (46,4 мм) (рис. 2). Гидротермический коэффициент (ГТК) самый маленький в 1-й декаде июня (0,63), а самый большой – во 2-й декаде августа (1,91) (рис. 3).

Засушливые условия вегетационного периода «2-я декада мая – 1-я декада сентября» сложились в 2003, 2005, 2008 гг., недостаточное увлажнение отмечено в 2002, 2004, 2006, 2010, 2012 гг., умеренное увлажнение было в 2009, 2011, 2013 г., а в 2007 и 2014 гг. было достаточное увлажнение. А по декадам (в среднем за все 13 лет): в 1-й и 3-й декадах июня, 1-й декаде августа и 1-й декаде сентября были засушливые условия, в 3-й декаде мая, 2-й декаде июня, 1-й и 2-й декадах июля и в 3-й декаде августа было отмечено недостаточное увлажнение, во 2-й декаде мая и в 3-й декаде июля было достаточное увлажнение и лишь во 2-й декаде августа увлажнение было избыточным. В целом же погодные условия лет исследований отвечали требованиям биологии ячменя.

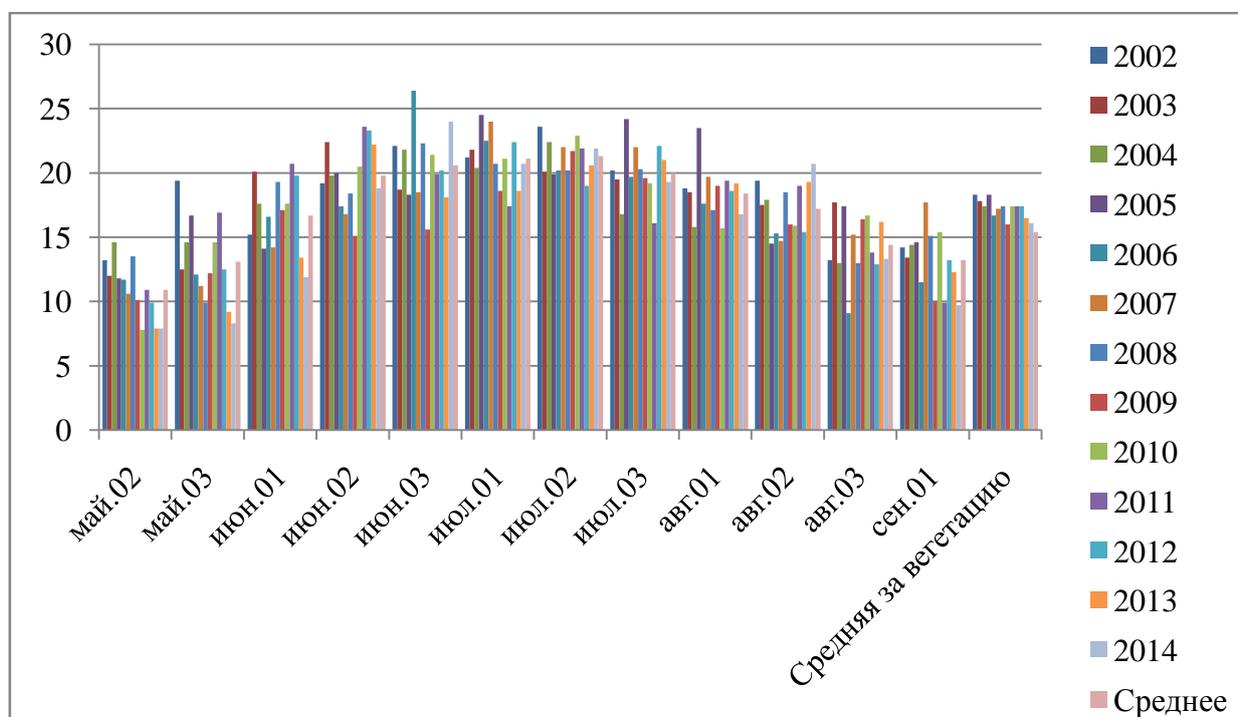


Рис. 1. Подекадный ход температур вегетационного периода на Канском ГСУ в 2002–2014 гг., °С

Результаты исследования. В таблицах 1–3 представлены декады с количеством достоверных корреляций, равным 10 и более штук в каждой. При повышении температуры воздуха в 1-й декаде июня (в период «всходы-начало кущения»), в 1-й и 3-й декадах июля (в период колошения) и в 1-й декаде сентября (в период «восковая-полная спелость») урожайность сортов ячменя снижается, а в 1–2-й декадах августа (в период созревания зерна), наоборот – повышается (табл. 1).

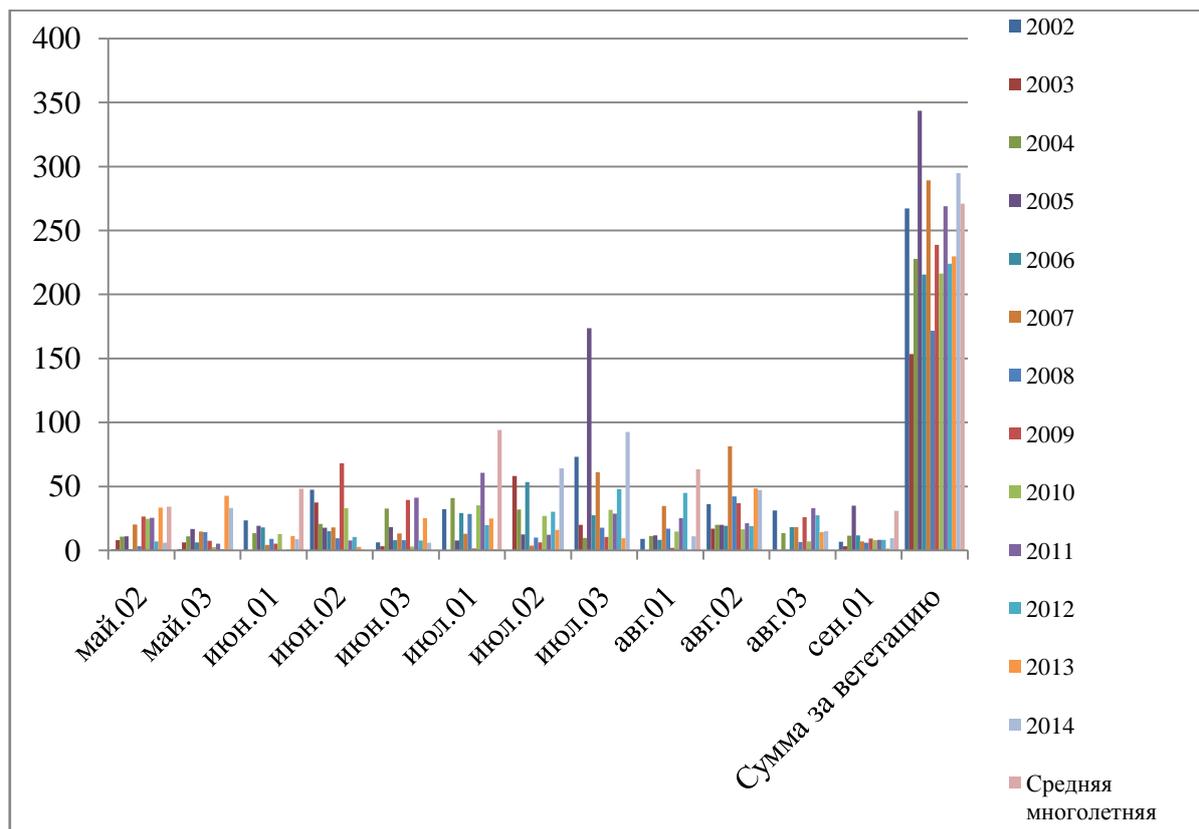


Рис. 2. Осадки по декадам вегетационного периода на Канском ГСУ в 2002–2014 гг., мм

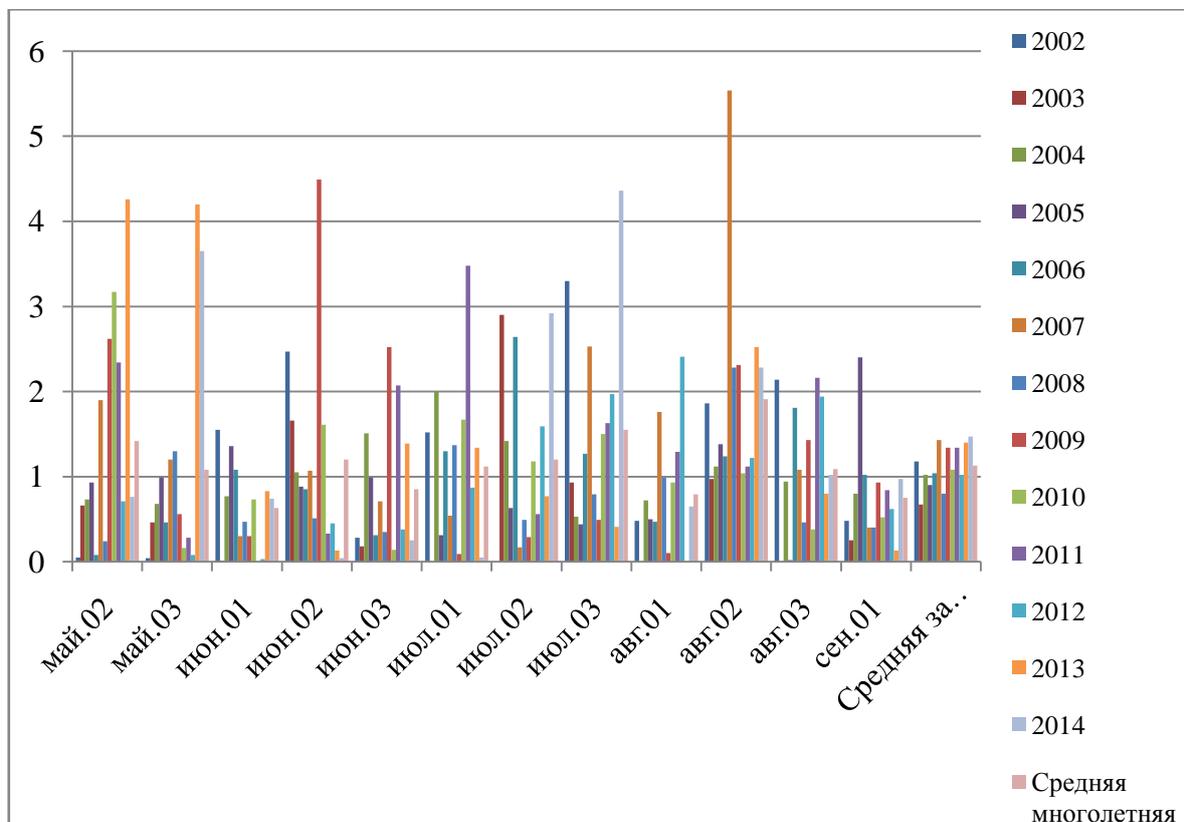


Рис. 3. Гидротермический коэффициент вегетационного периода по декадам на Канском ГСУ (2002–2014 гг.)

**Корреляционная зависимость урожайности сортов ячменя
от температурного режима по декадам**

Сорт	Июнь	Июль		Август		Сентябрь	Ошибка
	1	1	3	1	2	1	
Биом (ст.)	-0,199	-0,412*	-0,223	-0,188	0,430*	-0,424*	0,214
Абалак	-0,626*	-0,537*	-0,378	0,025	0,679*	-0,488*	0,179
Вибке	-0,693*	-0,632*	-0,334	0,726*	0,659*	-0,421*	0,317
Вулкан	0,027	-0,564*	-0,293	-0,006	0,487*	-0,217	0,019
Омский 96	-0,458*	-0,402*	0,034	0,612*	-0,377	-0,739*	0,237
Ача (ст.)	-0,048	-0,452*	-0,560*	-0,323	0,592*	-0,525*	0,093
Арат	-0,270	-0,624*	-0,418*	0,581*	0,681*	-0,642*	0,299
Бахус	0,467*	-0,503*	-0,545*	-0,191	0,436*	-0,476*	0,156
Буян	-0,543*	-0,802*	-0,465*	0,323	0,945*	-0,720*	0,243
Владук	-0,287	-0,994*	-0,729*	0,692*	0,682*	-0,690*	0,210
Зенит	0,662*	-0,741*	-0,551*	0,737*	0,619*	-0,697*	0,198
Кедр	0,182	-0,569*	-0,688*	-0,291	0,435*	-0,394	0,103
Красноярский 80	0,463*	-0,435	-0,486*	-0,145	0,549*	-0,441*	0,122
Оленёк	-0,484*	-0,724*	-0,697*	-0,183	0,666*	-0,645*	0,227
Омский 95	0,163	-0,639*	-0,526*	0,594*	0,300	-0,685*	0,187
Соболёк	0,091	-0,365	-0,515*	-0,273	0,650*	-0,392	0,174
Т 12	-0,522*	-0,599*	0,037	0,671*	-0,292	-0,590*	0,243
Татум	-0,038	-0,590*	-0,577*	0,592*	0,904*	-0,618*	0,256
Тулеевский	0,429*	-0,562*	-0,450*	0,599*	0,565*	-0,699*	0,239
Оскар (ст.)	-0,235	-0,548*	-0,497*	-0,154	0,479*	-0,646*	0,137
Омский голозёрный 1	-0,194	-0,706*	-0,351	0,746*	0,660*	-0,652*	0,099
Омский голозёрный 2	-0,515*	-0,572*	0,241	0,745*	0,566*	-0,599*	0,151

* Достоверно при t_{05} .

При увеличении количества осадков 3-й декады мая, в 3-й декаде июня, а также во 2-й и 3-й декадах августа урожайность ячменя возрастает. А в 1–2-й декадах июня, во 2–3-й декадах июля, в 1-й декаде августа и сентября урожайность снижается (табл. 2).

**Корреляционная зависимость урожайности сортов ячменя
от влагообеспеченности по декадам**

Сорт	Май	Июнь	Июль	Август			Ошибка
	3	3	3	1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8
Биом (ст.)	0,488*	0,210	-0,539*	-0,151	0,371	0,502*	0,096
Абалак	0,606*	0,425*	-0,220	-0,661*	0,568*	-0,554*	0,151
Вибке	0,526*	0,655*	-0,685*	-0,672*	0,515*	-0,560*	0,121
Вулкан	0,267	0,337	-0,485*	-0,660*	-0,005	0,065	0,041
Омский 96	-0,083	0,673*	-0,411*	-0,395	0,265	0,561*	0,117
Ача (ст.)	0,134	0,205	-0,362	-0,448*	0,094	0,252	0,051

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Арат	0,639*	0,724*	-0,719*	-0,468*	0,671*	0,364	0,130
Бахус	-0,334	0,339	-0,616*	-0,275	0,048	0,412*	0,098
Буян	0,748*	0,587*	-0,016	-0,527*	0,544*	-0,007	0,174
Владук	0,476*	0,628*	-0,596*	-0,657*	0,459*	-0,119	0,159
Зенит	0,665*	0,631*	-0,182	0,303	0,599*	0,634*	0,133
Кедр	-0,245	0,474*	-0,480*	-0,485*	-0,133	0,214	0,105
Красноярский 80	-0,128	0,335	-0,517*	-0,336	-0,024	0,298	0,091
Оленёк	0,558*	0,431*	0,103	-0,572*	0,578*	-0,318	0,107
Омский 95	0,067	0,581*	-0,383	-0,219	0,204	0,619*	0,088
Соболёк	0,146	0,061	-0,293	-0,286	-0,005	0,182	0,097
Т 12	0,108	0,597*	-0,569*	-0,642*	0,497*	0,578*	0,092
Татум	0,241	0,592*	-0,620*	-0,570*	0,223	0,133	0,116
Тулеевский	0,671*	0,600*	-0,566*	-0,007	0,646*	0,577*	0,132
Оскар (ст.)	0,368	0,546*	-0,311	-0,325	0,053	0,641*	0,085
Омский голозёрный 1	0,538*	0,714*	-0,198	-0,330	0,512*	0,417*	0,097
Омский голозёрный 2	0,568*	0,481*	-0,062	-0,549*	0,731*	0,368	0,091

* Достоверно при t_{05} .

При увеличении гидротермического коэффициента (ГТК) в 3-й декаде мая и июня, во 2-й и, отчасти, 3-й декадах августа урожайность сортов ячменя возрастала в исследуемом периоде. Сильная степень связи между урожайностью и гидротермическим коэффициентом в 3-ю декаду мая отмечается во всех группах спелости. В раннеспелой группе – у сорта Абалак, в среднеспелой – у Тулеевского, в группе голозёрных сортов – у Омского голозёрного 2. Сильная положительная зависимость урожайности от ГТК в 3-й декаде июня наблюдается в раннеспелой и среднеспелой группах. В раннеспелой группе – у Вибке, Омского 96, в среднеспелой группе – у Зенита и Омского 95 (см. табл. 3).

2-я декада августа характеризуется наличием прямой корреляционной зависимости урожайности от гидротермического коэффициента сильной степени у сортов всех изучаемых групп спелости. В раннеспелой группе такими сортами являются Абалак и Вибке, в среднеспелой группе – Буян и Т 12, в группе голозёрного ячменя – Омский голозёрный 2. В 1–2-й декадах июня, во 2–3-й декадах июля и в 1-й декаде августа, наоборот урожайность снижалась (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная зависимость урожайности сортов ячменя от гидротермического коэффициента (ГТК)

Сорт	Май	Июнь		Июль	Август		Ошибка
	3	2	3	2	1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8
Биом (ст.)	0,541*	-0,193	0,190	0,243	-0,153	0,261	0,056
Абалак	0,766*	-0,605*	0,452*	-0,151	-0,570*	0,710*	0,096
Вибке	0,597*	-0,652*	0,720*	-0,653*	-0,578*	0,728*	0,154
Вулкан	0,254	0,207	0,343	-0,125	-0,668*	-0,111	0,105
Омский 96	-0,145	0,647*	0,685*	-0,378	-0,451*	0,427*	0,134
Ача (ст.)	0,199	0,268	0,204	0,368	-0,437*	-0,019	0,054
Арат	0,606*	-0,553*	0,550*	-0,675*	-0,540*	0,579*	0,142
Бахус	-0,265	0,365	0,351	0,248	-0,288	0,008	0,099

1	2	3	4	5	6	7	8
Буян	0,721*	-0,603*	0,594*	-0,035	-0,573*	0,672*	0,126
Владук	0,432*	-0,706*	0,658*	-0,697*	-0,575*	0,333	0,164
Зенит	0,628*	-0,687*	0,733*	-0,630*	0,194	0,407*	0,173
Кедр	-0,312	0,346	0,435*	0,172	-0,477*	-0,152	0,155
Красноярский 80	-0,074	0,193	0,312	0,254	-0,350	-0,090	0,097
Оленёк	0,544*	-0,757*	0,417*	0,046	-0,779*	0,457*	0,157
Омский 95	-0,068	0,381	0,967*	-0,598*	-0,307	0,220	0,114
Соболёк	0,212	-0,048	0,025	0,466*	-0,276	-0,118	0,093
Т 12	0,023	0,594*	0,694*	-0,603*	-0,668*	0,673*	0,157
Татум	0,193	-0,507*	0,599*	-0,684*	-0,593*	0,087	0,165
Тулеевский	0,698*	0,170	0,574*	-0,640*	-0,175	0,507*	0,124
Оскар (ст.)	0,393	0,008	0,507*	0,331	-0,335	-0,040	0,106
Омский голозёрный 1	0,491*	-0,207	0,645*	-0,240	-0,397	0,444*	0,087
Омский голозёрный 2	0,731*	-0,164	0,475*	0,017	-0,641*	0,690*	0,130

* Достоверно при t_{05} .

Выводы

1. Выявлено влияние абиотических факторов на урожайность рассматриваемой культуры в лесостепи Приенисейской Сибири. Урожайность сортов ячменя повышается:

- при увеличении суммы температур 1-й и 2-й декады августа;
- увеличении суммы осадков 3-й декады мая, 3-й декады июня, 2-й и 3-й декады августа;
- увеличении гидротермического коэффициента в 3-й декаде мая и июня, во 2-й и 3-й декадах августа.

2. Наиболее выраженное влияние температурного фактора на урожайность сортов ячменя было отмечено в 1-й декаде июня, в 1-й и 3-й декадах июля, 2-й декаде августа и 1-й декаде сентября. В 1-й декаде июня, 1-й и 3-й декадах июля, а также в 1-й декаде сентября его влияние на урожайность было отрицательным (урожайность уменьшается при росте температуры воздуха); во 2-й декаде августа – только положительным (урожайность увеличивается в той же ситуации).

3. Наиболее выраженным влияние осадков на урожайность сортов ячменя было во 2-й, 3-й декаде мая, в 1-й и 3-й декадах июня, во 2-й и 3-й декадах июля, в 1-й декаде августа и сентября. Во 2-й, 3-й декадах мая и в 3-й декаде июня, во 2-й, 3-й декадах августа (положительное – урожайность увеличивается при увеличении количества осадков); в 1-й декаде июня, во 2-й и 3-й декадах июля, а также в 1-й декаде августа и сентября оно было только отрицательным (урожайность уменьшается в той же ситуации).

4. Наиболее выраженным влияние ГТК на урожайность сортов ячменя было в 3-й декаде мая, июня, во 2-й и 3-й декадах июля, 1-й, 2-й и 3-й декадах августа и 1-й декаде сентября. В 3-й декаде мая, июня, во 2-й и 3-й декадах августа влияние ГТК на урожайность было положительным (она увеличивалась при росте гидротермического коэффициента). Во 2-й и 3-й декадах июля, в 1-й декаде августа и сентября оно было только отрицательным (урожайность уменьшается при росте ГТК).

Литература

1. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И., Янова М.А. Яровой ячмень в Восточной Сибири. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 372 с.

2. *Байкалова Л.П.* Серые хлеба в Восточной Сибири. – М., 2013. – 300 с.
3. *Косяненко Л.П.* Агроэкологическое обоснование повышения адаптивного потенциала плёнчатых и голозёрных серых хлебов в Приенисейской Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Красноярск, 2008. – 342 с.
4. *Федин М.А.* Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. – М.: Колос, 1985. – С. 50–58.
5. *Снедекор Д.У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
6. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2004. – 162 с.

Literatura

1. *Baikalova L.P., Serebrennikov Yu.I., Yanova M.A.* Yarovoy yachmen' v Vostochnoy Sibiri. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2014. – 372 s.
2. *Baikalova L.P.* Serye hleba v Vostochnoy Sibiri. – M., 2013. – 300 s.
3. *Kosyanenko L.P.* Agroekologicheskoe obosnovanie povysheniya adaptivnogo potenciala plynchatykh i golozyornyyh seryh hlebov v Prienisejskoy Sibiri: dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Krasnoyarsk, 2008. – 342 s.
4. *Fedin M.A.* Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur. Obshchaya chast'. – M.: Kolos, 1985. – S. 50–58.
5. *Snedekor D.U.* Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v sel'skom hozyajstve i biologii. – M.: Sel'hozizdat, 1961. – 503 s.
6. *Sorokin O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Novosibirsk: Izd-vo NGAU, 2004. – 162 s.



ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 619:616-091:616.6 (636.5)

Т.И. Вахрушева

ОСОБЕННОСТИ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ У КУР-НЕСУШЕК ПРИ ПАТОЛОГИИ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Целью исследования явилось изучение патоморфологических изменений органов репродуктивной системы кур-несушек, а также сопутствующих им патологических процессов и выявление этиопатогенетической взаимосвязи между ними. Материалы и методы: объектом исследования являлись трупы выбракованных и павших кур-несушек породы Хайсекс Уайт, содержащихся на птицефабрике «Заря» Емельяновского района Красноярского края. Всего исследовано 54 трупа птицы репродуктивного возраста. Вскрытие трупов кур осуществлялось методом полной эвисцерации. Специфическая инфекция исключена во всех случаях. При вскрытии трупов кур-несушек обнаружена следующая картина патологоанатомических изменений: в 100 % случаях наблюдались изменения в органах репродуктивной системы в виде овариитов и сальпингитов различного характера и остроты течения. В грудобрюшной полости в 29,63 % случаях вскрытия были выявлены признаки острого или подострого серозного желточного перитонита. У трупов всех птиц были обнаружены изменения в печени в виде признаков зернисто-жировой дистрофии. Изменения в органах желудочно-кишечного тракта характеризовались наличием в них остро протекающих воспалительных процессов. Изменения в почках наблюдались в 88,9 % случаях и характеризовались зернисто-жировой дистрофией, в 7 случаях (13,0 %) наблюдались признаки, характерные для острого серозного нефрита. Селезенка – в 27,8 % случаях наблюдались признаки гиперплазии, в 9,3 % – атрофии, в 90,7 % – признаки зернистой дистрофии. В легких – острая застойная гиперемия, отек и острая серозная пневмония (9,3 %). В миокарде – у 90,8 % зернисто-жировая дистрофия и острая застойная гиперемия. Выводы: анализируя результаты исследований, можно сделать вывод о том, что ведущую роль в развитии патологических процессов репродуктивной системы у кур-несушек играет снижение резистентности организма птицы на фоне глубокого нарушения обмена веществ в результате нарушений норм содержания и несбалансированного кормления.

Ключевые слова: куры, репродуктивная система, овариит, сальпингит, патологическая анатомия, патоморфологические изменения.

T.I. Vakhrusheva

FEATURES OF PATHOLOGICAL CHANGES OF ORGANS AND TISSUES OF LAYING HENS IN THE PATHOLOGY OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM

The aim of the study was to investigate pathological changes of reproductive system of laying hens, as well as related pathological processes identifying etiopathogenetic relationship between them. Materials and methods: the study was performed with carcasses of the fallen laying hens of breed Hisex white, contained at the poultry farm «Zorya» Yemelyanovsky district, Krasnoyarsk region. All investigated 54 dead birds were of reproductive age. Autopsy of the chickens was carried out by the method of full evisceration. Specific infection was excluded in all cases. The results of the research. At autopsy of dead hens the following picture of post mortem changes was found: in 100 % cases there were changes in the reproductive organs in the form of overview and salpingitis of different nature and severity of the flow. In phrenic cavity to 29,63 % of the cases the autopsy revealed signs of acute or subacute serous yolk peritonitis. The corpses of all the birds exhibited changes in the liver in the form of signs of granular and fat dystrophy.

Changes in the gastrointestinal tract were characterized by the presence of acute inflammatory processes. Changes in the kidneys were observed in 88,9 % of cases and were characterized by granular fatty degeneration in 7 cases (13,0 per cent) showed signs characteristic for acute serous jade. Spleen – in 27,8 % of cases showed signs of hyperplasia, 9,3 % – atrophy, 90,7 % were signs of granular dystrophy. In the lungs there were acute congestive hyperemia, edema, and acute serous pneumonia (9,3 %). In the myocardium we observed 90,8 % of granular fatty degeneration, and acute congestive hyperemia. Conclusions: analyzing the research results we can conclude that the leading role in the development of pathological processes of the reproductive system in laying hens plays a reduced resistance of the organism birds on the background of the profound disturbance of metabolism as a result of violations of the standards of content and unbalanced feeding.

Key words: *laying hen, reproductive system, ovaritis, salpingitis, pathological anatomy, pathomorphological changes.*

Введение. Птицеводство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса. Для современного промышленного птицеводства важнейшей задачей является поддержание воспроизводительных качеств птицы на высоком уровне. Однако интенсивные технологии воспроизводства, несоблюдение зоогигиенических норм содержания и несбалансированность рационов отрицательно отражаются на репродуктивной системе птицы родительского стада и качестве получаемого потомства. В связи с этим, одной из актуальных проблем промышленного птицеводства является высокая заболеваемость птицы, при этом одними из самых часто встречающихся патологий являются болезни репродуктивных органов кур-несушек [1–3].

В птицеводческих хозяйствах яичного направления продуктивности падеж и вынужденная выбраковка от болезней репродуктивной системы варьирует от 25 до 50 % к общему отходу несушек, в ряде случаев этот показатель превышает 70–80 % [1].

В настоящее время особую актуальность приобрело детальное изучение патоморфологии органов яйцеобразования, как органов, непосредственно определяющих уровень яичной продуктивности и качество молодняка, поскольку знание закономерностей развития патологических процессов, развивающихся в репродуктивной системе, является основой для разработки средств и способов лечения и повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы [1, 3].

Цель исследований: изучение патоморфологических изменений органов репродуктивной системы кур-несушек, а также сопутствующих им патологических процессов, развивающихся в других органах и тканях, и выявление этиопатогенетической взаимосвязи между ними.

Материалы и методы исследований: исследования проведены в первой половине 2015 года на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Объектом исследования являлись трупы выбракованных и павших кур-несушек породы Хайсекс Уайт, содержащихся на птицефабрике «Заря» Емельяновского района Красноярского края. Всего исследовано 54 трупа птицы репродуктивного возраста.

Куры содержались в клеточных батареях типа КБУ-3, кормление осуществлялось полнорационными комбикормами, все профилактические мероприятия проведены согласно плану вакцинации.

Патолого-анатомическое вскрытие проводилось в прозектории кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии, при дневном свете. Вскрытие трупов кур осуществлялось в спинном положении, органы извлекались методом полной эвисцерации. Специфическая инфекция исключена во всех случаях.

Результаты исследований. При вскрытии трупов кур-несушек обнаружена следующая картина патолого-анатомических изменений: в 100 % случаях наблюдались изменения в органах репродуктивной системы в виде овариитов и сальпингитов различного характера и остроты течения.

При патолого-анатомическом исследовании яичника были выявлены следующие изменения: острый серозный овариит – 29 случаев (53,7 %), острый серозно-геморрагический овариит – 19 случаев (35,18 %), острый геморрагический овариит – 4 случая (7,4 %), хронический серозный ова-

риит – 2 случая (3,72 %). Патоморфологические изменения были следующими: ткань яичника – увеличена в объеме, отечная, набухшая, повышено влажная, от серо-красного до черно-красного цвета, с наличием точечных кровоизлияний (рис. 1–3).



Рис. 1. Острый серозный овариит



Рис. 2. Острый серозно-геморрагический овариит

Фолликулы яичника различных размеров, некоторые значительно увеличены до 4,5–5 см в диаметре (рис. 1, 3); форма фолликулов не изменена (при остром серозном овариите), или, в случае хронического течения, сильно деформирована, бугристая, узловатая (рис. 4); оболочка фолликулов напряжена, истончена, при соприкосновении легко рвется, сосуды – повышено кровенапол-

нены, цвет фолликулов от серо-зеленого до черно-красного цвета, на разрезе содержимое разжижено, слизистой консистенции, от серо-зеленого до темно-красного цвета.



Рис. 3. Острый геморрагический овариит

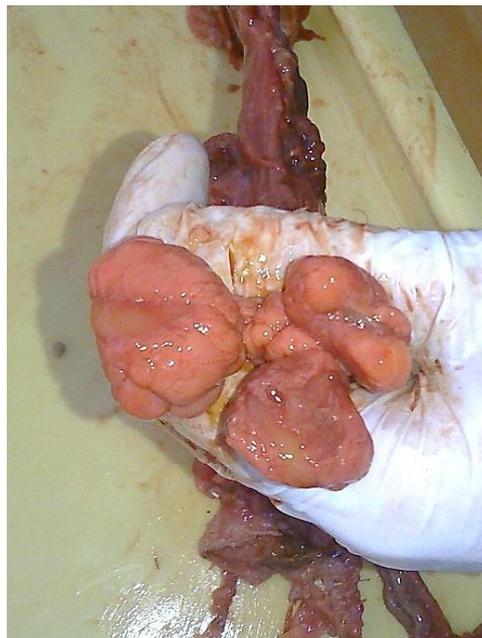


Рис. 4. Хронический серозный овариит

Во всех случаях изменения в яичнике были сопряжены с изменениями в яйцеводе, где во всех 100 % случаях были обнаружены патоморфологические изменения, характерные для острого сальпингита различного характера: острый серозно-катаральный сальпингит – 21 случай (38,9 %) (рис. 5), острый серозно-геморрагический сальпингит – 16 случаев (29,62 %), острый геморрагический сальпингит – 7 случаев (13,0 %), подострый серозно-фибринозный сальпингит – 10 случаев (18,5 %).

При патолого-анатомическом вскрытии была обнаружена следующая картина изменений: слизистая оболочка яйцевода значительно утолщена, отечна, от серо-красного до темно-красного цвета, с кровоизлияниями, складки слизистой – увеличены в объеме, набухшие, покрыты обильным количеством наложений в виде мутной густой или жидкой консистенции слизи, в случае фибринозного воспаления – крошковатыми массами серо-красного цвета, мажущей консистенции. В полости яйцевода обнаруживалось содержимое в виде мутной слизистой жидкости, неполностью сформированных, размягченных яиц, на разрезе имеющих слоистую структуру. Серозные покровы – покрасневшие, сосуды повышено кровенаполнены в виде сетки темно-красного цвета (рис. 6).

Воспаление яйцевода сопровождалось в 13 случаях (23,07 %) воспалением влагалищного отдела яйцевода – острым катарально-геморрагическим вагинитом. Патоморфологические изменения характеризовались резким утолщением слизистой оболочки, пропитанной студенистой жидкостью черно-красного цвета, наличием на ней множественных точечных и полостчатых кровоизлияний, при этом отмечалось выпячивание или полное выпадение влагалищного отдела яйцевода за пределы клоаки, вследствие чего на тканях обнаруживались прижизненные повреждения в виде ссадин, эрозий и язв (рис. 7). В полости влагалищного отдела в некоторых случаях обнаруживалось сформированное яйцо, имеющее мягкую скорлупу, что свидетельствовало о неполноценной минерализации скорлупы яиц вследствие развития воспалительного процесса в сочетании с нарушением обмена веществ.

Примечательно то, что характер и течение сальпингита не всегда совпадал с характером овариита, так, в 47 % случаев острый или хронический серозно-геморрагический овариит сочетался с острым катаральным сальпингитом, и наоборот, острый геморрагическо-фибринозный сальпингит сочетался с серозным овариитом, что, вероятнее всего, связано с путем распространения воспалительного процесса (нисходящим или восходящим).

В грудобрюшной полости в 16 случаях вскрытия (29,63 %) были выявлены признаки острого или подострого серозного желточного перитонита, в 3 случаях (5,5 %) – хронического фибринозного желточного слипчивого перитонита, развивающегося вследствие попадания содержимого фолликулов яичника при разрыве их оболочки. При вскрытии серозные покровы брюшины, кишечника и брыжейка – утолщены, интенсивно покрасневшие, с кровоизлияниями, покрыты плотными крошковатыми, мажущими массами фибринозного экссудата, петли кишечника «склеиваются» между собой; в грудобрюшной полости в 5 случаях обнаруживалось значительное количество мутной грязно-красного цвета жидкости с хлопьями фибрина (рис. 8).



Рис. 5. Острый серозно-катаральный сальпингит (слизистая оболочка и содержимое)

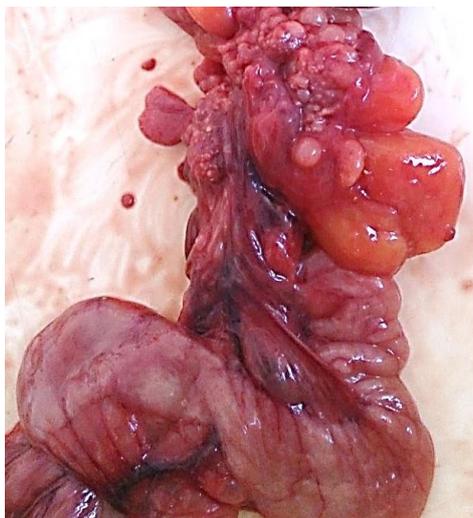


Рис. 6. Острый серозно-катаральный сальпингит (серозные покровы)



Рис. 7. Острый катарально-геморрагический вагинит

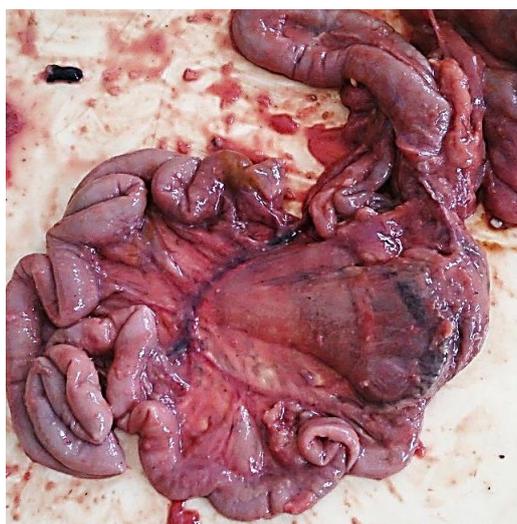


Рис. 8. Фибриновые наложения на брыжейке при желточном перитоните

У трупов всех птиц были обнаружены изменения в печени в виде признаков зернистой или зернисто-жировой дистрофии различной степени тяжести (от средне-тяжелой до тяжелой), в 34 % случаев эти изменения сочетались с острой застойной гиперемией печени (рис. 9), что связано с нарушением функции сердечно-сосудистой системы.

Изменения в органах желудочно-кишечного тракта характеризовались наличием в них воспалительных процессов (рис. 10), течение которых было исключительно острым: острый катаральный гастрит – 9 случаев (16,6 %); острый серозно-катаральный дуоденит – 14 случаев (29,9 %); острый катаральный или серозно-катаральный энтерит – 21 случай (38,8 %); острый катарально-геморрагический энтероколит – 13 случаев (24,1 %), в 7 случаях (13 %) выраженных патоморфологических изменений в органах пищеварения не наблюдалось.

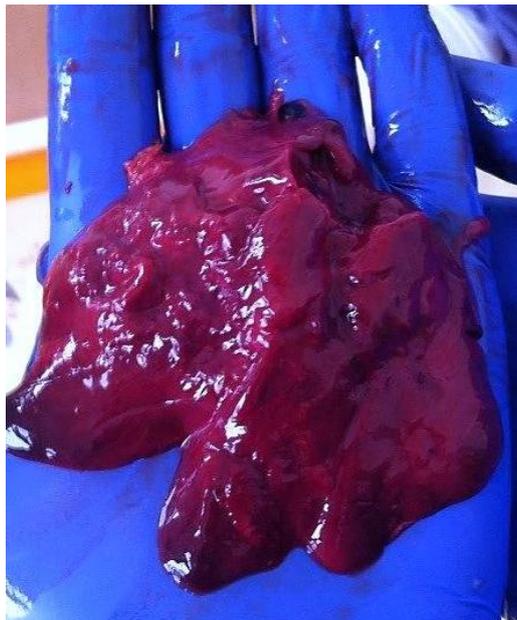


Рис. 9. Острая застойная гиперемия и зернистая дистрофия печени



Рис. 10. Острый серозно-катаральный энтероколит (серозные покровы)

Изменения в почках наблюдались в 48 случаях (88,9 %) и характеризовались различной степенью выраженности дистрофических процессов – зернистой и зернисто-жировой дистрофией, в 15

случаях (27,8 %) сочетавшейся с острой застойной гиперемией, в 7 случаях (13,0 %) наблюдались признаки, характерные для острого серозного нефрита, в 17 случаях (31,5 %) в почках обнаруживались избыточные скопления солей мочевой кислоты. Обнаруженные патоморфологические изменения были следующими – почки увеличены в размерах, набухшие, тусклые, окрашены неравномерно в темно-вишневый или серо-красный цвет, иногда с глинистым оттенком, с выраженным дольчатым рисунком, на разрезе паренхима выбухает, кашицеобразной консистенции, дряблая, обнаруживаются скопления мочевой кислоты в виде белого цвета мажущих масс (рис. 11).

Селезенка – в 15 случаях (27,8 %) проведенного патолого-анатомического исследования в селезенке наблюдались признаки гиперплазии (рис. 12), в 38 случаях (70,4 %) – острой застойной гиперемии, в 5 случаях (9,3 %) – атрофии, в 49 случаях (90,7 %) – признаки зернистой дистрофии.



Рис. 11. Зернисто-жировая дистрофия почек, скопление солей мочевой кислоты в ткани почек



Рис. 12. Гиперплазия селезенки

Патоморфология легких соответствовала картине острой застойной гиперемии – в 36 случаях (66,6 %), отека – 13 случаях (24,1 %) и острой серозной пневмонии – 5 случаях (9,3 %).

Изменения в миокарде наблюдались в 49 случаях (90,8 %) и были характерными для зернистой или зернисто-жировой дистрофии, а также острой застойной гиперемии.

Обсуждение полученных результатов. Результаты патоморфологических исследований трупов кур-несушек различных возрастных групп показали, что у всех птиц в органах репродуктивной системы были обнаружены воспалительные процессы различной степени тяжести, имеющие преимущественно серозно-геморрагический характер, чаще острое или подострое, реже хроническое течение. Воспалительные процессы в тканях яичника и яйцевода в 100 % случаев имели тенденцию к распространению (нисходящему и восходящему), охватывали не только всю репродуктивную систему, но и окружающие ткани, что характеризовалось развитием желточного перитонита. Изменения в репродуктивной системе в 100 % случаев сопровождалась выраженными дистрофическими изменениями в паренхиматозных органах (печени и почках) и миокарде. Учитывая данные вскрытия, можно утверждать, что воспалительные процессы в репродуктивной системе птиц развиваются в результате снижения иммунного статуса организма на фоне глубокого нарушения обмена веществ.

Развитие воспалительных процессов в органах желудочно-кишечного тракта имело вторичный характер и происходило на фоне нарушения обмена веществ и общей интоксикации вследствие поражения яичника и яйцевода. Отсутствие при вскрытии трупов некоторых птиц воспалительных процессов в желудочно-кишечном тракте, а также исключительно острое их течение, при одновременном наличии выраженного подострого или хронического овариосальпингита, свидетельствуют о первичном характере возникновения патологических процессов в органах репродуктивной системы и указывают на повышенную уязвимость этих органов при снижении иммунитета. Данный факт также подтверждается развитием единичных случаев пневмонии и свидетельствует об относительной устойчивости органов респираторной системы к воздействию неблагоприятных факторов эндогенной природы.

Заключение. На основании анализа результатов исследований можно сделать вывод о том, что ведущую роль в развитии патологических процессов репродуктивной системы у кур-несушек играет снижение резистентности организма птицы на фоне глубокого нарушения обмена веществ в результате нарушений норм содержания и несбалансированного кормления.

Литература

1. Семенихина Н.М., Жуков В.М. Способ коррекции органопатологий репродуктивной системы у кур-несушек // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 4. – С. 87–90.
2. Федотов С.В. Заболевания репродуктивных органов кур-несушек // Ветеринария. – 2004. – № 9. – С. 36–39.
3. Пахомов А.П. Эффективность использования минеральных добавок в кормлении птицы в сочетании с биологически активными веществами // Вестн. Саратов. гос. аграр. ун-та им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 3. – С. 23–28.

Literatura

1. Semenikhina N.M., Zhukov V.M. Sposob korrektsii organopatologiy reproduktivnoy sistemy u kur-nesushek // Vestn. Altaiskogo gos. agrar. un-ta. – 2014. – № 4. – S. 87–90.
2. Fedotov S.V. Zabolevaniya reproduktivnyh organov kur-nesushek // Veterinariya. – 2004. – № 9. – S. 36–39.
3. Pahomov A.P. Effektivnost' ispol'zovaniya mineral'nyh dobavok v kormlenii pticy v sochetanii s biologicheskimi aktivnymi veshchestvami // Vestn. Saratov. gos. agrar. un-ta im. N.I. Vavilova. – 2013. – № 3. – S. 23–28.

ПОВЫШЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ХРЯКОВ ЗА СЧЁТ ВВЕДЕНИЯ В ИХ РАЦИОН СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ

Для повышения полноценности рационов для сельскохозяйственных животных рынок предлагает широкий выбор кормовых добавок, биостимуляторов отечественного и иностранного производства. В связи с этим изучение эффективности использования микроводоросли штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в рационах свиней имеет важное научное и практическое значение. Целью данной работы являлось изучение резервов повышения воспроизводительной функции хряков за счёт введения в их рацион суспензии хлореллы. Для опыта было отобрано по принципу аналогов 5 групп хряков-производителей породы ландрас по 3 животных в каждой, в возрасте 2,5–3 лет. Исследования проводили в два периода (подготовительный – 40 суток и опытный – 60 суток). В подготовительный период хряки всех подопытных групп получали комбикорм К-57-2 по 3,5 кг в сутки. В опытный период хряков первой контрольной группы кормили так же, как и в подготовительный период, а хрякам второй, третьей, четвертой, пятой групп в суточный рацион добавляли суспензию хлореллы в количестве по 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы. В результате исследований установили, что скармливание хрякам-производителям суспензии хлореллы в количестве 1; 3; 5; 7 мл в расчете на 1 кг живой массы позволило увеличить: объем спермы – на 4,3; 15,4; 30,7; 30,9 %, концентрацию спермиев в 1 мл спермы на 5,3; 13,6; 36,7; 28,1 %, общее число спермиев в эякулятах – на 9,9; 31,3; 78,8; 67,9 %, подвижность спермиев – на 1,2; 4,9; 7,5; 7,5 %, резистентность спермиев – на 5,7; 11,9; 37,9; 32,5 %, переживаемость спермиев вне организма – на 5,4; 12,6; 24,1; 23,8 % по сравнению с подготовительным периодом. Проведенные исследования показали, что из всех испытанных вариантов по экономической оценке данных, полученных в опытах, оптимальной дозой введения в рацион хряков-производителей суспензии хлореллы следует считать: 5 мл в расчете на 1 кг живой массы в сутки.

Ключевые слова: хряки-производители, свиноматки, поросята, сперма, оплодотворяемость, многоплодие, рацион, суспензия хлореллы.

E.G. Fedorchuk

IMPROVING THE BOAR REPRODUCTIVE FUNCTION BY INTRODUCING IN THEIR DIET SUSPENSION OF CHLORELLA

Increasing the value of diets for farm animals market offers a wide range of feed additives, biostimulants, of domestic and foreign production. In this regard, the study of efficiency of use of the microalgae strain *Chlorella vulgaris* IFR number C-111 in the diets of pigs has important scientific and practical value. The aim of this work was to study the potential for increasing reproductive functions of breeding boars at the expense of introduction in their ration of a suspension of *Chlorella*. For the experiment 5 groups of breeding boars of Landrace breed (3 animals in each, at the age of 2,5–3 years) were selected on the principle of analogy. The study was carried out in two periods (preparatory, lasting 40 days and experienced, lasting 60 days). In the preparatory period, the grunts all experimental groups received feed from K-57-2 to 3,5 pounds a day. In the experimental period, boars of the first control group were fed the same way as in the preparatory period, and for the grunts of the second, third, fourth, fifth groups in the daily diet a suspension of *Chlorella* in an amount of 1, 3, 5, 7 ml per 1 kg of live weight was added. The studies found that feeding boars-producers with a suspension of *Chlorella* in an amount of 1; 3; 5; 7 ml per 1 kilogram of live weight was allowed to increase sperm volume by 4,3; 15,4; 30,7; 30,9 %, the concentration of sperm in 1 ml of semen 5,3; 13,6; 36,7; 28,1 % of the total number of sperm in ejaculates 9,9; 31,3; 78,8; 67,9 %, the mobility of sperm cells by 1,2 4,9; 7,5; 7,5 %, the resistance of sperm 5,7; 11,9; 37,9;

32,5 %, suffers sperm outside the body 5,4; 12,6; 24,1; 23.8 % compared with the preparatory period. Studies have shown that for all tested variants on the economic valuation of the data received in the experiments the optimal dose of introduction in the rations of breeding boars suspension of *Chlorella* should be considered: 5 ml per 1 kg of live weight a day.

Key words: boars, sows, piglets, sperm, fertility, multiple pregnancy, diet, suspension of *chlorella*.

Введение. Одним из важнейших путей интенсификации свиноводства является наиболее полная реализация генетического потенциала свиней. В общей технологии производства свинины наиболее важным технологическим звеном является воспроизводство свиней с использованием искусственного осеменения [1, 3–9, 11, 13, 14].

В настоящее время метод искусственного осеменения свиней разработан и используется как в нашей стране, так и за рубежом [1, 3–9, 11, 13, 14]. Однако результативность искусственного осеменения свиноматок не всегда высокая, особенно это касается искусственного осеменения их замороженной спермой.

По данным многих ученых [1, 3–9, 11, 13, 14], результативность искусственного осеменения свиноматок замороженной спермой хряков зависит в большей степени от условий кормления хряков. Это объясняется тем, что у хряков, по сравнению с производителями других видов сельскохозяйственных животных, на образование спермы затрачивается наибольшее количество энергии и питательных веществ.

Исходя из этого, несбалансированность рационов для хряков-производителей приводит к снижению их воспроизводительной функции. Особенно важно то, что при кормлении хряков-производителей необходимо использовать рационы, сбалансированные по протеину и биологически активным веществам.

Для повышения полноценности рационов для сельскохозяйственных животных рынок предлагает широкий выбор кормовых добавок, биостимуляторов отечественного и иностранного производства. Однако экономическое состояние многих хозяйств не позволяет пойти на такие расходы. В литературе имеются данные, что одним из способов повышения полноценности рационов животных может быть суспензия хлореллы [1, 3–9, 11, 13, 14].

Н.И. Богданов [1] считает, что хлорелла в XXI веке займет ведущее положение в кормлении животных. Она не только даст мощный толчок в развитии отрасли, но и благодаря своим уникальным свойствам позволит получить экологически чистую животноводческую продукцию. Хлореллу можно включать в кормовой рацион любого вида животных и птицы, не меняя индустриальную технологию кормления.

Хлорелла позволяет наиболее полно использовать корм за счет повышения его усвояемости на 40 % [1, 6, 11], в результате этого в значительной степени увеличиваются дополнительные приросты животных. Она обладает широким спектром биологической активности, а поэтому использование её в качестве кормовой добавки позволяет повысить устойчивость к инфекционным заболеваниям, нормализовать обмен веществ, улучшить функцию пищеварительной системы, вывести из организма токсины и пр. [1, 2, 4].

В связи с этим изучение эффективности использования микроводоросли штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в рационах свиней имеет важное научное и практическое значение.

Цель исследований: изучение резервов повышения воспроизводительной функции хряков за счёт введения в их рацион суспензии хлореллы.

Материал и методика исследований. Для изучения влияния скармливания суспензии хлореллы хрякам-производителям на их воспроизводительную функцию нами были проведены специальные исследования в колхозе имени Горина Белгородской области.

Для опыта было отобрано по принципу аналогов 5 групп хряков-производителей породы ландрас по 3 животных в каждой, в возрасте 2,5–3 лет. Исследования проводили в два периода (подготовительный – 40 суток и опытный – 60 суток). В подготовительный период хряки всех подопытных групп получали комбикорм К-57-2 по 3,5 кг в сутки. В опытный период хряков первой кон-

трольной группы кормили так же, как и в подготовительный период, а хрякам второй, третьей, четвертой, пятой групп в суточный рацион добавляли суспензию хлореллы в количестве по 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы.

Сперму от хряков получали по методу ВИЖа, определяли её количественные и качественные показатели. После чего часть спермы замораживали при температуре -196°C по методу ВИЖа [3], а часть её использовали для искусственного осеменения свиноматок в свежеполученном виде.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований было установлено, что скормливание хрякам-производителям суспензии хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы позволило увеличить: объем спермы – соответственно на 4,3; 15,4; 30,7; 30,9 %; концентрацию спермиев в 1 мл спермы – соответственно на 5,3; 13,6; 36,7; 28,1 %; общее число спермиев в эякулятах – соответственно на 9,9; 31,3; 78,8; 67,9 %; подвижность спермиев – соответственно на 1,2; 4,9; 7,5; 7,5 %; резистентность спермиев – соответственно на 5,7; 11,9; 37,9; 32,5 %; переживаемость спермиев вне организма – соответственно на 5,4; 12,6; 24,1; 23,8 % по сравнению с подготовительным периодом.

В этих исследованиях мы также изучали влияние скормливания суспензии хлореллы хрякам на устойчивость их спермы к глубокому охлаждению (табл. 1).

Таблица 1

**Устойчивость спермиев хряков к глубокому охлаждению
в зависимости от скормливания им суспензии хлореллы**

Группа опыта	Условие кормления хряков	Число исследованных эякулятов	Подвижность спермиев, баллов		Разница, %
			свежевзятой спермы	после оттаивания	
1	Основной рацион (ОР)	6	8,1±0,04	4,2±0,02	-48,1
2	ОР+1 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	6	8,2±0,05	4,7±0,03	-42,6
3	ОР+3 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	6	8,5±0,04	5,2±0,06	-38,8
4	ОР+5 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	6	8,6±0,02	6,8±0,04	-20,9
5	ОР+7 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	6	8,6±0,08	6,8±0,05	-20,9

Данные таблицы 1 показывают, что введение в рацион хряков суспензии хлореллы способствует повышению устойчивости спермы к глубокому охлаждению. Так, при введении в рацион хряков суспензии хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы подвижность спермиев после замораживания и оттаивания снизилась по сравнению с свежевзятой спермой соответственно на 42,6; 38,8; 20,9; 20,9 %. В то же время подвижность спермиев у хряков в первой контрольной группе после замораживания и оттаивания снизилась на 48,1 %. Основной оценкой качества спермы является ее оплодотворяющая способность. Поэтому мы проводили искусственное осеменение свиноматок свежевзятой и замороженной спермой подопытных хряков.

Результаты этих исследований показали, что введение в рацион хряков суспензии хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы достоверно не влияет на оплодотворяе-

мость свиноматок, осемененных свежезвзтой спермой. Разница между подопытными группами животных по этому показателю статистически не достоверна.

Многоплодие свиноматок, осемененных свежезвзтой спермой подопытных хряков, представлено в таблице 2.

Таблица 2

Многоплодие свиноматок осемененных свежезвзтой спермой хряков, получавших в рационе суспензию хлореллы

Группа опыта	Условие кормления хряков	Получено поросят, гол.				Разница в пользу опыта, %
		Подготовительный период		Опытный период		
		Всего	На 1 опорос	Всего	На 1 опорос	
1	Основной рацион (ОР)	224	10,18±0,1	227	10,31±0,2	+1,3
2	ОР+1 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	225	10,22±0,2	232	10,54±0,1	+3,1
3	ОР+3 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	217	10,33±0,1	238	10,81±0,1	+4,6
4	ОР+5 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	226	10,27±0,2	242	11,00±2	+7,1
5	ОР+7 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	218	10,38±0,2	241	10,95±0,1	+5,4

Данные таблицы 2 показывают, что многоплодие свиноматок, осемененных спермой хряков первой группы за опытный период, достоверно не изменилось, а при осеменении свиноматок спермой хряков второй, третьей, четвертой, пятой групп, которым скармливали в опытный период суспензию хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы, многоплодие повысилось соответственно на 3,1; 4,6; 7,1; 5,4 % по сравнению с подготовительным периодом.

Что касается крупноплодности свиноматок, то этот показатель достоверно не изменился в опытный период по сравнению с подготовительным периодом. Результативность искусственного осеменения свиноматок замороженной спермой представлена в таблице 3.

Таблица 3

Результативность искусственного осеменения свиноматок замороженной спермой хряков, получавших в рационах суспензию хлореллы

Группа опыта	Условие кормления хряков	Число осемененных свиноматок	Из них опоросилось		Получено поросят, гол.		Крупноплодность, кг
			гол.	%	Всего	На 1 опорос	
1	Основной рацион (ОР)	10	4	40,0	37	9,25±0,1	1,42±0,01
2	ОР+1 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	10	5	50,0	48	9,60±0,1	1,40±0,02
3	ОР+3 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	10	7	70,0	68	9,71±0,1	1,38±0,01
4	ОР+5 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	10	7	70,0	69	9,85±0,2	1,38±0,01
5	ОР+7 мл на 1 кг ж.м. суспензии хлореллы	10	6	60,0	59	9,83±0,2	1,39±0,01

Данные таблицы 3 показывают, что скормливание хрякам суспензии хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы способствует повышению оплодотворяемости свиноматок, осемененных замороженной спермой, соответственно на 10,0; 30,0; 30,0; 20,0 %; многоплодие повысилось при этом соответственно на 3,7; 4,9; 6,4; 6,2 % по сравнению с первой контрольной группой. Разница по многоплодию свиноматок статистически достоверна во всех перечисленных случаях ($P > 0,95$; $P > 0,99$; $P > 0,99$; $P > 0,99$). Крупноплодность свиноматок была несколько выше в контрольной группе, но эта разница по сравнению с опытными группами статистически не достоверна.

Для определения экономической эффективности использования в рационах хряков-производителей разного количества суспензии хлореллы мы произвели расчет, исходя из результатов, полученных в опытах (табл. 4).

Таблица 4

**Экономическая эффективность использования суспензии хлореллы
в рационах хряков-производителей**

Показатель	Условие кормления хряков				
	Основной рацион	ОР+1 мл суспензии хлореллы на 1 кг ж.м.	ОР+3 мл суспензии хлореллы на 1 кг ж.м.	ОР+5 мл суспензии хлореллы на 1 кг ж.м.	ОР+7 мл суспензии хлореллы на 1 кг ж.м.
Число хряков в группе	3	3	3	3	3
Продолжительность опытного периода, сут	60	60	60	60	60
Затраты на содержание одного хряка за опытный период, руб.	1680,00	1716,00	1788,00	1860,00	1932,00
Стоимость хлореллы, скормленной 1 хряку за опытный период, руб.	–	36,00	108,00	180,00	252,00
Получено спермодоз от 1 хряка за опытный период	173	185	232	316	305
Себестоимость 1 спермодозы, руб.	9,71	9,27	7,70	5,88	6,33
Затраты на содержание 100 свиноматок (супоросный период), руб.	264000,0	264000,0	264000,0	264000,0	264000,0
Затраты на двухкратное осеменение 100 свиноматок, руб.	1942,0	1854,0	1540,0	1176,0	1266,0
Общие затраты на полученных поросят от 100 осемененных свиноматок, гол.	265942,0	265854,0	265540,0	265176,0	265266,0
Число полученных поросят от 100 осемененных свиноматок, гол.	908	928	952	968	964
Себестоимость одного поросенка при рождении, руб.	292,88	286,48	278,92	273,94	275,17
«+», «–» к первой группе	0	–6,40	–19,96	–18,94	–17,71

Данные таблицы 4 показывают, что введение в рацион хряков-производителей суспензии хлореллы в количестве 1, 3, 5, 7 мл в расчете на 1 кг живой массы позволяет увеличить число спермодоз от одного хряка за опытный период соответственно на 6,9; 34,1; 82,6; 76,3 %, а себестоимость одной спермодозы снизить соответственно на 4,5; 10,7; 39,4; 34,8 % по сравнению с первой контрольной группой.

Кроме того, в опытных группах (вторая, третья, четвертая, пятая) за счет повышения качественных показателей спермы повысилось многоплодие свиноматок, что позволило увеличить в этих группах общее число поросят в расчете на 100 осемененных свиноматок соответственно на 2,2; 4,8; 6,6; 6,1 %, а себестоимость одного поросенка при рождении снизилась соответственно на 2,1; 4,7; 6,4; 6,0 % по сравнению с первой контрольной группой.

Заключение. Проведенные исследования показали, что введение в рацион хряков-производителей суспензии хлореллы способствует увеличению количественных показателей спермы, что позволило значительно увеличить число спермодоз и снизить себестоимость одной спермодозы. В то же время повышение качественных показателей спермы хряков в опытных группах способствовало повышению многоплодия свиноматок, что позволило увеличить число поросят в расчете на 100 осемененных свиноматок, а себестоимость одного поросенка при рождении снизилась в этих группах соответственно на 2,1; 4,7; 6,4; 6,0 % по сравнению с первой контрольной группой. Из всех испытанных вариантов по экономической оценке данных, полученных в опытах оптимальной дозой введения в рацион хряков-производителей суспензии хлореллы, оптимальным следует считать 5 мл в расчете на 1 кг живой массы в сутки.

Литература

1. *Бреславец П.И., Походня Г.С., Горшков Г.И. и др.* Животноводство. – Белгород: Крестьянское дело, 2001. – 207 с.
2. *Ескин Г.В., Нарижный А.Г., Походня Г.С.* Теория и практика искусственного осеменения свиней свежезятой и замороженной спермой. – Белгород: Везелица, 2007. – 253 с.
3. *Кононов В.П., Осадчук В.С., Нарижный А.Г.* Методические рекомендации по криоконсервации семени хряков. – Дубровицы, 1991. – 54 с.
4. *Нарижный А.Г., Водяников В.И., Поморова Е.Г. и др.* Повышение продуктивности хряков. – Белгород: Крестьянское дело, 2001. – 207 с.
5. *Походня Г.С.* Теория и практика воспроизводства и выращивания свиней. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
6. *Походня Г.С., Ескин Г.В., Нарижный А.Г. и др.* Повышение продуктивности свиней. – Белгород: Крестьянское дело, 2004. – 51 с.
7. *Походня Г.С.* Свиноводство и технология производства свинины. – Белгород: Везелица, 2009. – 776 с.
8. *Походня Г.С., Походня А.Г., Нарижный А.Г. и др.* Свиноводство. – М: Колос, 2009. – 500 с.
9. *Походня Г.С., Федорчук Е.Г., Дудина Н.П.* Суспензия хлореллы в рационах хряков // Животноводство России. – 2010. – № 10. – С. 29–30.
10. *Походня Г.С., Федорчук Е.Г., Файнов А.А. и др.* Рекомендации по использованию кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах свиней. – Белгород: Везелица, 2012. – 36 с.
11. *Походня Г.С., Гришин А.И., Стрельников Р.А. и др.* Повышение продуктивности маточного стада свиней. – Белгород: Везелица, 2013. – 488 с.
12. *Походня Г.С., Ивченко А.Н., Федорчук Е.Г.* Повышение продуктивности свиней при их выращивании на откорме. – Белгород: Везелица, 2014. – 324 с.
13. *Федорчук Е.Г., Походня Г.С.* Повышение воспроизводительной функции хряков. – Белгород: Изд-во ИП Остащенко А.А., 2014. – 228 с.

14. Федорчук Е.Г., Нарижный А.Г., Походня Г.С. и др. Влияние суспензии хлореллы на показатели воспроизводительной функции хряков-производителей // Ветеринария. – 2014. – № 6. – С. 42–45.
15. Федорчук Е.Г. Повышение воспроизводительной функции хряков при скармливании им препарата «Мивал-Зоо» // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 26–28.
16. Федорчук Е.Г., Нарижный А.Г., Горшков Г.И. и др. Устойчивость спермы хряков к глубокому охлаждению в зависимости от скармливания им пророщенного зерна ячменя // Сб. науч. тр. науч. шк. проф. Г.С. Походни. – Белгород: Константа, 2014. – Вып. 9. – С. 83–84.

Literatura

1. *Breslavets P.I., Pohodnya G.S., Gorshkov G.I.* [i dr.] *Zhivotnovodstvo*. – Belgorod: Krest'yanskoe delo, 2001. – 207 s.
2. *Eskin G.V., Narizhny A.G., Pohodnya G.S.* *Teoriya i praktika iskusstvennogo osemneniya svinei svezhevzyatoy i zamorozhennoy spermoi*. – Belgorod: Vezelitsa, 2007. – 253 s.
3. *Kononov V.P., Osadchuk V.S., Narizhny A.G.* *Metodicheskie rekomendatsii po kriokonservatsii semeni hryakov*. – Dubrovitsy, 1991. – 54 s.
4. *Narizhny A.G., Vodyannikov V.I., Pomorova E.G.* i dr. *Povyshenie produktivnosti hryakov*. – Belgorod: Krest'yanskoe delo, 2001. – 207 s.
5. *Pohodnya G.S.* *Teoriya i praktika vosproizvodstva i vyrashchivaniya sviney*. – M.: Agropromizdat, 1990. – 271 s.
6. *Pohodnya G.S., Eskin G.V., Narizhny A.G.* i dr. *Povyshenie produktivnosti sviney*. – Belgorod: Krest'yanskoe delo, 2004. – 51 s.
7. *Pohodnya G.S.* *Svinovodstvo i tehnologiya proizvodstva svininy*. – Belgorod: Vezelitsa, 2009. – 776 s.
8. *Pohodnya G.S., Pohodnya A.G., Narizhny A.G.* i dr. *Svinovodstvo*. – M: Kolos, 2009. – 500 s.
9. *Pohodnya G.S., Fedorchuk E.G., Dudina N.P.* *Suspenziya hlorely v ratsionah hryakov // Zhivotnovodstvo Rossii*. – 2010. – № 10. – С. 29–30.
10. *Pohodnya G.S., Fedorchuk E.G., Fainov A.A.* [i dr.] *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu kormovoy dobavki «GidroLaktiV» v ratsionah sviney*. – Belgorod: Vezelitsa, 2012. – 36 s.
11. *Pohodnya G.S., Grishin A.I., Strel'nikov R.A.* i dr. *Povyshenie produktivnosti matochnogo stada sviney*. – Belgorod: Vezelitsa, 2013. – 488 s.
12. *Pohodnya G.S., Ivchenko A.N., Fedorchuk E.G.* *Povyshenie produktivnosti svinei pri ih vyrashchivanii na otkorme*. – Belgorod: Vezelitsa, 2014. – 324 s.
13. *Fedorchuk E.G., Pohodnya G.S.* *Povyshenie vosproizvoditel'noy funktsii hryakov*. – Belgorod: Izd-vo IP Ostashhenko A.A., 2014. – 228 s.
14. *Fedorchuk E.G., Narizhny A.G., Pohodnya G.S.* i dr. *Vliyanie suspenzii hlorely na pokazateli vosproizvoditel'noy funktsii hryakov-proizvoditeley // Veterinariya*. – 2014. – № 6. – С. 42–45.
15. *Fedorchuk E.G.* *Povyshenie vosproizvoditel'noy funktsii hryakov pri skarmlivaniim preparata «Mival-Zoo» // Zootehniya*. – 2014. – № 5. – С. 26–28.
16. *Fedorchuk E.G., Narizhny A.G., Gorshkov G.I.* i dr. *Ustoichivost' spermy hryakov k glubokomu ohlazhdeniyu v zavisimosti ot skarmlivaniya im prorashhennogo zerna yachmenya // Sb. науч. tr. науч. shk. prof. G.S. Pohodni*. – Belgorod: Konstanta, 2014. – Vyp. 9. – С. 83–84.



УДК 636.4

Г.С. Походня, Н.С. Трубчанинова,
В.П. Трубчанинова, А.А. Манохин

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОРОСЯТ С ВВЕДЕНИЕМ В ИХ РАЦИОН КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГИДРОЛАКТИВ»

Одним из перспективных направлений повышения продуктивности свиней в условиях промышленной технологии может стать использование продуктов микробиотехнологической переработки молочных сывороток на основе кормовой добавки «ГидроЛактиВ». Для опыта было отобрано по принципу аналогов четыре группы поросят в возрасте 1 месяца по 15 голов в группе. Поросятам первой контрольной группы скармливали за весь период опыта (с 1 до 3 месяцев) комбикорм, применяемый в хозяйстве, согласно нормам ВИЖА. Поросятам второй, третьей, четвертой опытных групп кроме основного рациона дополнительно скармливали кормовую добавку «ГидроЛактиВ» в количестве 10; 15; 20 г на 1 голову в сутки. На основании проведенных исследований можно отметить следующее: положительный эффект скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» поросятам в период выращивания их с 1 до 3 месяцев отмечается во всех испытанных вариантах. Однако экономический анализ данных, полученных в этих исследованиях, показал, что из всех испытанных вариантов самым эффективным следует считать скармливание кормовой добавки «ГидроЛактиВ» поросятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев в количестве 15 г в расчете на 1 голову дополнительно к суточному рациону. При указанном варианте валовой прирост живой массы поросят в период с 1 до 3 месяцев увеличился на 23,5 %, а себестоимость 1 центнера прироста живой массы поросят снизилась на 5,0 % по сравнению с контрольной группой. Для повышения роста, сохранности поросят, увеличения валового прироста живой массы поросят и снижения себестоимости 1 центнера прироста живой массы рекомендуем скармливать поросятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев кормовую добавку «ГидроЛактиВ» в количестве 15 г в расчете на 1 голову дополнительно к суточному рациону.

Ключевые слова: поросята, живая масса, среднесуточный прирост, затраты кормов, рацион, рост, выращивание, кормовая добавка «ГидроЛактиВ».

G.S. Pokhodnya, N.S. Trubchaninova,
V.P. Trubchaninova, A.A. Manohin

THE EFFICIENCY OF GROWING PIGS WITH THE INTRODUCTION OF THEIR DIET FOOD ADDITIVE «GIDROLAKTIV»

In our opinion, one of the promising ways of increasing the productivity of pigs in conditions of industrial technologies may be the use of products of microbiological processing of dairy wheys on the basis of food additive «GidroLaktiV». In our opinion, one of the most promising ways of increasing the productivity of pigs in the conditions of industrial technology is using products of microbiotekhnological processing of milk whey. For the experiment on the basis of analogy four groups of pigs aged 1 month to 15 animals in the group were selected. Piglets in the first control group were fed during the whole period of the experiment (1 to 3 months) according to the norms of Vijay. Piglets of the second, third, fourth experimental groups except the basic diet were additionally fed with the feed additive «GidroLaktiV» having 10; 15; 20 g per a head a day. On the basis of the research we can mention the following: the positive effect of feeding with the feed additive «GidroLaktiV» during the growing period of 1 to 3 months is noted in all test cases. However, the economic analysis of data from these studies showed that of all the tested options the most effective should be considered the feeding of the feed additive «GidroLaktiV» to piglets during their cultivation from 1 to 3 months in the amount of 15 g per a head, in addition to daily diet. With this embodiment, the gross weight gain of pigs in the period from 1 to 3 months increased by 23,5 %, while the cost of 1

quintal of live weight gain of pigs decreased by 5,0 % compared with the control group. To enhance the growth, preservation of pigs, increasing the total live weight gain of pigs and reduce the cost of 1 quintal of weight gain it is recommended to feed piglets during their cultivation from 1 to 3 months with the feed additive «GidroLaktiV» in the amount of 15 grams per a head in addition to the daily diet.

Key words: *pigs, live weight, average daily gain, feed costs, diet, growth, growing, feed additive «GidroLaktiV».*

Введение. Одной из актуальных тем современного промышленного свиноводства является реализация генетического потенциала продуктивности животных, неотъемлемыми характеристиками которой является не только улучшение воспроизводительных способностей, увеличение средних суточных приростов, но и повышение общей резистентности организма при условии высокой конверсии корма и экологической безопасности получаемых продуктов животноводства.

Однако в условиях промышленной технологии значительное число свиней не проявляет своих потенциальных возможностей. Вызвано это прежде всего специфическими условиями промышленной технологии: отсутствием моциона, солнечной инсоляции, несбалансированностью рационов кормления по белку, витаминам и другим компонентам [1, 2, 4, 5, 7, 10, 11, 15, 16].

На наш взгляд, одним из перспективных направлений повышения продуктивности свиней в условиях промышленной технологии может стать использование продуктов микробиотехнологической переработки молочных сывороток.

Несмотря на то, что использование продуктов микробиотехнологической переработки молочных сывороток в практике известно достаточно давно (П.Ф. Крашенинин и др., 1992), тем не менее использование этих продуктов так и не нашло широкого применения. По мнению авторов, это было обусловлено относительно низкой зоотехнической и экономической эффективностью использования продуктов микробиотехнологической переработки в рационах сельскохозяйственных животных [3, 4].

В настоящее время в нашей стране российскими учеными Р.М. Линд и др. (2004) была разработана и запатентована новая технология производства и использования молочных сывороток, гидролизированных и обогащенных лактатами (СГОЛ).

По данным авторов [3, 4, 6, 8, 9, 12–14] СГОЛ может эффективно использоваться в качестве полноценной кормовой добавки, особенно для молодых растущих животных. Авторы утверждают, что он стимулирует работу пищеварительного тракта, нормализует моторно-секреторную деятельность желудка и кишечника, профилактирует возникновение воспалительных процессов в них. После всасывания биологически активных веществ, входящих в его состав, в организме нормализуется обмен веществ, повышается сопротивляемость к неблагоприятным воздействиям. Кроме того, СГОЛ оказывает иммуномодулирующее и декотосицирующее действие (цит. по Р.М. Линду, 2004). Анализ литературных источников показывает, что технология получения СГОЛа открывает широкие перспективы получения дешевого сырого протеина в неограниченных количествах.

Кормовая добавка «ГидроЛактиВ» получена в заводских условиях естественным молочнокислым сквашиванием качественной сыворотки молока. Она является 100 % натуральным и экологически чистым продуктом. Она не содержит антибиотики, гормоны роста или иные гормоны, генномодифицированные организмы и их продукты, консерванты и любые другие добавки.

В связи с вышеизложенным, проблема использования кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах сельскохозяйственных животных актуальна и имеет научное и практическое значение.

Цель и задачи исследований. Цель наших исследований заключалась в том, чтобы по показателям роста и сохранности поросят изучить запас ресурсов выпуска свиноводческой продукции за счет введения в корма кормовой добавки «ГидроЛактиВ».

Для эффективного достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

– определить оптимальную дозу скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» поросятам в период их выращивания и откорма;

– выявить зоотехническую и экономическую значимость включения в рационы поросят кормовой добавки «ГидроЛактиВ».

Методы и результаты исследований. Для изучения влияния скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам на их рост и сохранность в период выращивания с 1 до 3 месяцев нами были проведены специальные исследования в колхозе имени Горина Белгородского района. Результаты этих исследований представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что скармливание кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам в период выращивания с 1 до 3 месяцев способствует повышению их роста. Так, животные всех подопытных групп при постановке на опыт в возрасте 1 месяца не имели достоверных различий по живой массе, что было предопределено первоначальным подбором по этому показателю.

Однако в 3 месяца животные опытных групп (вторая, третья, четвертая) превосходили своих сверстников из первой контрольной группы по живой массе соответственно на 4,9; 11,2; 11,5 %. Разница статистически достоверна во всех перечисленных случаях ($P > 0,99$; $P > 0,999$; $P > 0,999$). По среднесуточным приростам поросята опытных групп (вторая, третья, четвертая) превосходили поросят из контрольной группы соответственно на 6,7; 15,0; 15,0 %.

Таблица 1

Влияние скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам на их рост с 1 до 3 месяцев

Группа опыта	Условия кормления поросят с 1 до 3 мес.	Число поросят в группе	Средняя живая масса 1 поросенка, кг		Среднесуточный прирост поросят в период с 1 до 3 мес., г
			на 1 месяц при постановке на опыт	в 3 месяца	
1	Основной рацион	15	7,1±0,1	30,2±0,3	385
2	ОР+10 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	7,0 ±0,2	31,7±0,4	411
3	ОР+15 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	7,0±0,1	33,6±0,5	443
4	ОР+20 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	7,1±0,2	33,7±0,4	443

Сохранность подопытных поросят в период с 1 до 3 месяцев представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сохранность поросят в зависимости от скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ»

Группа опыта	Условия кормления поросят с 1 до 3 мес.	Число поросят в группе	Сохранность поросят с 1 до 3 мес.	
			голов	%
1	Основной рацион	15	14	93,3
2	ОР+10 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	15	100,0
3	ОР+15 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	15	100,0

4	ОР+20 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	15	100,0
---	--	----	----	-------

Данные таблицы 2 показывают, что сохранность поросят в опытных группах (второй, третьей, четвертой) за период опыта была максимальной (100 %), а в первой контрольной группе этот показатель снизился на 6,6 %. В этих исследованиях мы учитывали и затраты кормов на 1 кг прироста живой массы (табл. 3).

Таблица 3

Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы свиней при выращивании с 1 до 3 месяцев в зависимости от скармливания им кормовой добавки «ГидроЛактиВ»

Группа опыта	Условия кормления поросят с 1 до 3 месяцев	Число поросят в группе	Валовой прирост живой массы свиней с 1 до 3 мес., ц	Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы свиней с 1 до 3 мес., кг
1	Основной рацион	15	3,23	2,40
2	ОР+10 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	3,70	2,25
3	ОР+15 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	3,99	2,08
4	ОР+20 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	3,99	2,08

Данные таблицы 3 показывают, что скармливание кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев в количестве 10, 15 и 20 в расчете на 1 голову в сутки способствует снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы соответственно на 6,2; 13,3; 13,3 % по сравнению с первой контрольной группой.

На основании проведенных исследований мы провели расчет эффективности скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев. Результаты этих расчетов представлены в таблице 4.

Данные таблицы 4 показывают, что скармливание кормовой добавки «ГидроЛактиВ» пороссятам с 1 до 3 месяцев в количестве 10; 15; 20 г в расчете на 1 голову в сутки позволило увеличить валовой прирост животных соответственно на 14,5; 23,5; 23,5 %, а себестоимость 1 ц прироста живой массы снизить соответственно на 0,5; 5,0; 2,3 % по сравнению с первой контрольной группой.

Таблица 4

**Экономическая эффективность скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ»
поросьятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев**

Группа опыта	Условия кормления порослят с 1 до 3 месяцев	Число порослят в группе	Затраты на выращивание порослят с 1 до 3 месяцев, руб.			Валовой прирост порослят при выращивании их с 1 до 3 мес., ц	Себестоимость 1 ц прироста свиней с 1 до 3 мес., руб.
			Общие затраты	Затраты на корма	Затраты на кормовую добавку «ГидроЛактиВ»		
1	Основной рацион	15	13320,0	9324,00	0	3,23	4123,83
2	ОР+10 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	15171,42	9990,00	900,0	3,70	4100,38
3	ОР+15 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	15621,42	9990,00	1350,00	3,99	3915,14
4	ОР+20 г кормовой добавки «ГидроЛактиВ»	15	16071,42	9990,00	1800,00	3,99	4027,92

Выводы. На основании проведенных исследований можно отметить следующее: положительный эффект скармливания кормовой добавки «ГидроЛактиВ» поросьятам в период выращивания их с 1 до 3 месяцев отмечается во всех испытанных вариантах. Однако экономический анализ данных, полученных в этих исследованиях, показал, что из всех испытанных вариантов самым эффективным следует считать скармливание кормовой добавки «ГидроЛактиВ» поросьятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев в количестве 15 г в расчете на 1 голову дополнительно к суточному рациону. При указанном варианте валовой прирост живой массы порослят в период с 1 до 3 месяцев в количестве 15 г в расчете на 1 голову дополнительно к суточному рациону. При указанном варианте валовой прирост живой массы порослят в период с 1 до 3 месяцев увеличился на 23,5 %, а себестоимость 1 ц прироста живой массы порослят снизилась на 5,0 % по сравнению с контрольной группой. Исходя из вышесказанного, для повышения роста, сохранности порослят, увеличения валового прироста живой массы порослят и снижения себестоимости 1 ц прироста живой массы рекомендуем скармливать поросьятам в период их выращивания с 1 до 3 месяцев кормовую добавку «ГидроЛактиВ» в количестве 15 г в расчете на 1 голову дополнительно к суточному рациону.

Литература

1. Зависимость воспроизводительной функции свиноматок от сезона года / В.Я. Горин, Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук [и др.] // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 24–26.
2. Организация и технология производства свинины в колхозе имени Фрунзе Белгородской области / В.Я. Горин, А.А. Файнов, Г.С. Походня [и др.] // Зоотехния. – 2012. – № 1. – С. 15–17.
3. Повышение эффективности воспроизводства свиней / В.Я. Горин, Г.С. Походня, А.А. Файнов [и др.] // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 21–23.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисунин, В.В. Щеглов [и др.]. – М., 2003. – 456 с.

5. Пат. РФ № 1831292. Способ производства концентрата лактатов для кормления сельскохозяйственных животных / *Линд Р.М.*
6. *Мысик А.Т.* Состояние и перспективы развития мирового и отечественного свиноводства // Сб. науч. тр. XIV междунар. науч.-практ. конф. по свиноводству. – Ульяновск, 2007. – С. 33–42.
7. *Понедельченко М.Н., Походня Г.С.* Использование нетрадиционных кормов в свиноводстве. – Белгород: Везелица, 2011. – 380 с.
8. *Походня Г.С., Манохина Л.А., Малахова Т.А.* Интенсификация воспроизводительной функции у свиней. – Белгород: Везелица, 2014. – 212 с.
9. Откорм свиней с использованием нетрадиционных кормов в их рационах / *Г.С. Походня, М.И. Подчалимов, Л.А. Манохина* [и др.]. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. – 124 с.
10. Повышение продуктивности маточного стада свиней / *Г.С. Походня, А.И. Гришин, Р.А. Стрельников* [и др.]. – Белгород: Везелица, 2013. – 488 с.
11. *Походня Г.С., Ивченко А.Н., Федорчук Е.Г.* Повышение продуктивности свиней при их выращивании и откорме. – Белгород: Везелица, 2014. – 324 с.
12. Рекомендации по использованию кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах свиней / *Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, А.А. Файнов* [и др.]. – Белгород: Везелица, 2012. – 36 с.
13. *Походня Г.С.* Свиноводство и технология производства свинины. – Белгород: Везелица, 2009. – 776 с.
14. *Федорчук Е.Г., Походня Г.С.* Повышение воспроизводительной функции у хряков. – Белгород: Изд-во ИП Остащенко А.А., 2014. – 228 с.
15. *Федорчук Е.Г., Походня Г.С.* Повышение воспроизводительной функции у хряков за счет скармливания им кормовой добавки «ГидроЛактиВ» // Вестн. Курской гос. с.-х. академии. – 2012. – № 4. – С. 42–45.
16. Эффективность использования кормовой добавки «ГидроЛактиВ» в рационах хряков / *Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня, Г.И. Горшков* [и др.] // Зоотехния. – 2013. – № 3. – С. 30–31.

Literatura

1. Zavisimost' vosproizvoditel'noy funktsii svinomatok ot sezona goda / *V.Ya. Gorin, G.S. Pohodnya, E.G. Fedorchuk* [i dr.] // Zootekhniya. – 2014. – № 5. – S. 24–26.
2. Organizatsiya i tekhnologiya proizvodstva svininy v kolkhoze imeni Frunze Belgorodskoy oblasti / *V.Ya. Gorin, A.A. Fainov, G.S. Pohodnya* [i dr.] // Zootekhniya. – 2012. – № 1. – S. 15–17.
3. Povyshenie effektivnosti vosproizvodstva sviney / *V.Ya. Gorin, G.S. Pohodnya, A.A. Fainov* [i dr.] // Zootekhniya. – 2014. – № 5. – S. 21–23.
4. Normy i ratsiony kormleniya sel'skohozyaistvennykh zivotnykh / *A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglov* [i dr.]. – M., 2003. – 456 s.
5. Pat. RF №1831292. Sposob proizvodstva kontsentrata laktatov dlya kormleniya sel'skohozyaistvennykh zivotnykh / *R.M. Lind.*
6. *Mysik A.T.* Sostoyanie i perspektivy razvitiya mirovogo i otechestvennogo svinovodstva // Sb. nauch. tr. XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. po svinovodstvu. – Ul'yanovsk, 2007. – S. 33–42.
7. *Ponedel'chenko M.N., Pohodnya G.S.* Ispol'zovanie netraditsionnykh kormov v svinovodstve. – Belgorod: Vezelitsa, 2011. – 380 s.
8. *Pohodnya G.S., Manohina L.A., Malahova T.A.* Intensifikatsiya vosproizvoditel'noy funktsii u sviney. – Belgorod: Vezelitsa, 2014. – 212 s.

9. Otkorm sviney s ispol'zovaniem netradicionnyh kormov v ih ratsionah / G.S. Pohodnya, M.I. Podchalimov, L.A. Manohina [i dr.]. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2013. – 124 s.
10. Povyshenie produktivnosti matochного stada sviney / G.S. Pohodnya, A.I. Grishin, R.A. Strel'nikov [i dr.]. – Belgorod: Vezelitsa, 2013. – 488 s.
11. Pohodnya G.S., Ivchenko A.N., Fedorchuk E.G. Povyshenie produktivnosti sviney pri ih vyra-shchivanii i otkorme. – Belgorod: Vezelitsa, 2014. – 324 s.
12. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu kormovoy dobavki «GidroLaktiV» v ratsionah sviney / G.S. Pohodnya, E.G. Fedorchuk, A.A. Fainov [i dr.]. – Belgorod: Vezelitsa, 2012. – 36 s.
13. Pohodnya G.S. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy. – Belgorod: Vezelitsa, 2009. – 776 s.
14. Fedorchuk E.G., Pohodnya G.S. Povyshenie vosproizvoditel'noy funktsii u hryakov. – Belgorod: Izd-vo IP Ostashchenko A.A., 2014. – 228 s.
15. Fedorchuk E.G., Pohodnya G.S. Povyshenie vosproizvoditel'noy funktsii u hryakov za schet skarmlivaniya im kormovoy dobavki «GidroLaktiV» // Vestn. Kurskoy gos. s.-h. akademii. – 2012. – № 4. – S. 42–45.
16. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoy dobavki «GidroLaktiV» v racionakh hryakov / E.G. Fedorchuk, G.S. Pohodnya, G.I. Gorshkov [i dr.] // Zootekhnika. – 2013. – № 3. – S. 30–31.



УДК 636.4:631.862.1

С.Н. Рассолов, О.А. Багно, К.В. Беспоместных

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ СВИНОГО НАВОЗА

В статье представлены результаты исследования эффективности использования биорегулятора «Биоксимин» при утилизации свиного навоза в условиях крестьянского (фермерского) хозяйства Кемеровской области. Технология переработки навоза свиней включает операции: приготовление маточного раствора препарата; выбор открытого участка с глинистой почвой для переработки и складирование навоза; введение биопрепарата в навоз путем опрыскивания из расчета 39 л маточного раствора на 30 т навоза; формирование бурта; хранение обработанного свиного навоза при положительной температуре окружающей среды в течение 30 суток; перемешивание навоза в процессе введения маточного раствора и в дальнейшем 2 раза неделю. В ходе испытаний проведены химико-аналитические, микробиологические исследования свиного навоза и полученного биоудобрения. Через 30 дней после обработки подстилочного свиного навоза микробиологическим препаратом установлено повышение содержания в субстрате: азота – на 4,95 %; фосфора – на 50; калия – на 16,94; золы – 67,63 %. Введение микроорганизмов в навозную массу позволило снизить бактериальную обсемененность субстрата, но не устранить ее полностью. Использование биорегулятора при утилизации свиного навоза не повлияло на содержание в нем ооцист эймерий.

Ключевые слова: свиной навоз, микроорганизмы, утилизация.

S.N. Rassolov, O.A. Bagno, K.V. Bespomestnykh

BIOLOGICAL METHOD OF PIG MANURE UTILIZATION

The article represents the results of studying the efficiency of bioregulator «Bioximin» during pig manure utilization in the conditions of the farms of Kemerovo region. The technology of pig manure recycling includes the following operations: receiving the mother solution of the preparation; choosing of the open plot with clay loam for manure recycling and storage; introducing of the biopreparation into the manure by spraying of 39 l of the mother solution per 30 t of the manure; forming of the pile; storing of the

treated pig manure at the positive temperature of the environment during 30 days; agitating of the manure during the introduction of the mother solution and then 2 times a week. The chemical, analytical and microbiological tests of the pig manure and the biofertilizer were conducted during the experiment. In 30 days after treatment of the pig manure with the microbiological preparation the nitrogen, phosphorus, potassium, and ash content in the substrate increased: nitrogen – by 4,95 %; phosphorus – by 50 %; potassium – by 16,94 %; ash – by 67,63 %. Introduction of the microorganisms into the manure allowed reducing of bacterial contamination of the substrate but not eliminating it totally. The usage of the bioregulator under pig manure utilization didn't influence the eimeria oocyst content in it.

Key words: *pig manure, microorganisms, utilization.*

Введение. Интенсивное развитие свиноводства в Российской Федерации, в том числе в условиях крестьянских (фермерских) хозяйств, сопряжено с наращиванием поголовья. В связи с этим вокруг свиноферм накапливаются большие объемы навоза, отличающиеся высоким содержанием экологически опасных компонентов, возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний. Проблема утилизации органических отходов жизнедеятельности свиней до настоящего времени полностью не решена.

Почва после внесения органических отходов в значительной степени обсеменяется микрофлорой, что создает определенную экологическую и санитарную опасность. Внесение навоза без предварительной обработки не исключает загрязнения почв экотоксикантами, попадающими по пищевой цепочке в продукты питания [1].

В связи с этим разработка эффективных технологий утилизации навоза является актуальной для науки и практики. Из существующих методов утилизации органических отходов несомненный приоритет по показателям эффективности и безопасности отводится биологическим. Для переработки органических отходов используются микроорганизмы различных таксономических групп, позволяющих ускорить процесс деструкции органических компонентов и получить экологически чистый субстрат [2–4].

Уникальность технологии заключается также в том, что она применима в масштабах любого животноводческого комплекса или фермы, не требует значительных капитальных затрат, сооружений, оборудования, проста в использовании и дает существенную дополнительную прибыль в короткие сроки [4].

В настоящее время поиск эффективных штаммов микроорганизмов-деструкторов продолжает оставаться актуальной задачей. В данной работе представлены результаты использования препарата «Биоксимин» для утилизации свиного навоза.

Препарат «Биоксимин» (ООО «НПП ГеоСинтез») – это концентрированная смесь ферментов, пробиотиков и органических катализаторов, предназначенных для разложения органических веществ до их простых природных компонентов, которые легко и естественно впитываются окружающей средой. Препарат ускоряет процесс разложения белковых, углеводных и жировых групп, избегает формирования таких токсичных газов, как аммиак, сероводород, метан.

Препарат эффективен в качестве субстанции для биологической переработки и утилизации продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, свиней, овец) и птиц. Все компоненты, входящие в состав препарата, естественного, природного происхождения и не содержат химических загрязнений и ГМО.

При поступлении маточного раствора биопрепарата в сырой навоз происходит активная работа микроорганизмов. В результате работы микроорганизмов происходит активная ферментация сырого навоза.

Микроорганизмы, входящие в состав биорегулятора «Биоксимин», активизируют процесс нитрификации ионов аммония в навозе в нитраты, предотвращая тем самым выделение аммиака в атмосферу. Ферменты и пробиотики разрушают органические составляющие навоза, превращая всю массу в компост, подготавливая его к дальнейшему использованию в качестве азот-, фосфор-, калий-содержащего удобрения.

Цель исследований: определение эффективности использования биорегулятора «Биоксимин» при утилизации свиного навоза в условиях крестьянского (фермерского) хозяйства.

В соответствии с поставленной целью в работе были определены следующие задачи исследований:

- дать санитарно-микробиологическую оценку свиного навоза до и после обработки препаратом;
- исследовать образцы навозной массы на наличие яиц гельминтов и ооцист простейших;
- провести химико-аналитические исследования полученного органического удобрения.

Объекты и методы исследований. Производственные испытания биологического препарата «Биоксимин» проведены в мае-июне 2015 г. в К(Ф)Х Абрамова С.Г. (Топкинский район Кемеровской области).

Биорегулятор «Биоксимин» поставляется в порошкообразной форме в металлизированных многослойных пакетах весом 1 кг. Раствор приготавливают из 1 кг препарата и 39 л очищенной воды. Содержимое пакета помещают в 25–30 л воды, размешивают в течение 2–3 мин. Раствор должен отстояться в течение 10 мин. Затем необходимо добавить воды до объема 40 л. До применения раствора рекомендуется выдержать его не менее 12 ч для созревания биологически активной среды.

Технология переработки навоза свиней включает следующие операции:

- отбор контрольной пробы свежего навоза для анализа согласно ГОСТ 54519-2011 «Удобрения органические. Методы отбора проб» [5];
- приготовление маточного раствора препарата «Биоксимин»;
- выбор открытого участка с глинистой почвой для переработки навоза;
- складирование навоза;
- введение биопрепарата «Биоксимин» в навоз с подстилочным материалом в виде соломы путем опрыскивания препаратом из расчета 39 л маточного раствора на 30 т навоза. Навоз увлажняется водой до влажности не менее 80 %. При такой влажности навоз активно вступает в контакт с биопрепаратом;
- формирование бурта высотой 1,5 м, шириной 2 м;
- хранение обработанного свиного навоза с подстилкой при положительной температуре окружающей среды в течение 30 сут;
- перемешивание навоза в процессе введения маточного раствора и в дальнейшем 2 раза в неделю для предотвращения образования сухой корки на обрабатываемом навозе и более активной работы биопрепарата;
- отбор пробы для анализа.

В ходе опыта проведены химико-аналитические, микробиологические исследования и исследования на наличие яиц и личинок гельминтов в свином навозе и биоудобрениях в ФГБУ ЦАС «Кемеровский» и ФГБУ «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория» (г. Кемерово). Отбор, хранение и транспортировку исследуемых проб, определение массовой доли влаги, азота, фосфора, калия, аммиачного азота, золы, рН проводили согласно требованиям ГОСТ 26713-85, 26715-85, 27717-85, 26718-85, 27979-88, 26716-85, 26714-85 и существующих методик [6–12].

Санитарно-микробиологическую оценку свиного навоза осуществляли на основании результатов исследований по определению бактерий групп: кишечная палочка, представителей родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter*, клостридии, стафилококки, энтерококки, бифидобактерии, лактобактерии, микроскопические грибы, сальмонелла.

Выявление в образцах яиц гельминтов и ооцист простейших проводили общепринятыми методами [13].

Результаты исследований. Санитарно-бактериологический анализ проб нативной навозной массы, отобранных в разных точках, показал высокую степень микробной контаминации (табл. 1). Так, количество бактерий группы кишечной палочки составило $23 \cdot 10^6$ /г фекалий (типичная) и $87 \cdot 10^2$ /г фекалий (лактозонегативная), представителей родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter* – $4 \cdot 10^6$ /г, энтерококков – $23 \cdot 10^5$ /г, бифидобактерий – 10^8 /г фекалий. Бактерии остальных групп не были обнаружены. Нормативное значение количества бактерий в 1 г фекалий превышены по представителям родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter* (норма – $0-10^5$ /г фекалий).

Таблица 1

Результаты санитарно-бактериологического анализа проб свиного навоза, на 1 г фекалий

Показатель	Свежий навоз	Навоз после обработки препаратом «Биоксимин»
Гемолитическая кишечная палочка	Отсутствует	Отсутствует
Бактерий группы кишечной палочки: типичная лактозонегативная	23·10 ⁶ 87·10 ²	8·10 ⁶ –
Представители родов <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Hafnia</i> , <i>Serratia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Morganella</i> , <i>Providencia</i> , <i>Citrobacter</i>	4·10 ⁶	10 ⁵
Клостридии	Отсутствуют	Отсутствуют
Стафилококки	Отсутствуют	Отсутствуют
Энтерококки	23·10 ⁵	18·10 ⁵
Бифидобактерии	10 ⁸	10 ⁸
Лактобактерии	Отсутствуют	Отсутствуют
Микроскопические грибы	Отсутствуют	Отсутствуют
Сальмонелла	Отсутствует	Отсутствует

В отобранных образцах свиного навоза были обнаружены ооцисты эймерий. Возбудители аскаридоза, диктиокаулеза, стронгилятоза не выявлены.

Введение микроорганизмов в навозную массу позволило снизить бактериальную обсемененность субстрата. На 30 сут исследования количество бактерий группы кишечной палочки (типичная) в подстилочном навозе уменьшилось на 34,8 % (лактозонегативная кишечная палочка не обнаружена), представителей родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter* уменьшилось на 97,5 %, энтерококков – на 22,0 % по сравнению с первоначальными показателями. Количество бифидобактерий осталось без изменений и составило 10⁸/г фекалий.

В обработанном субстрате также были обнаружены ооцисты эймерий.

Через 30 дней после обработки подстилочного свиного навоза биорегулятором «Биоксимин» установлено повышение содержания в субстрате (табл. 2): азота – на 4,95 %; фосфора – на 50; калия – на 16,94; золы – на 67,63 %; снижение pH – на 64,6 %.

Таблица 2

Результаты химико-аналитических исследований проб свиного навоза, %

Показатель	Свежий навоз	Навоз после обработки препаратом «Биоксимин»
Массовая доля влаги	78,6±0,9	78,0±0,9
Массовая доля общего азота (в пересчете на сухое вещество)	2,22±0,2	2,33±0,2
Массовая доля P ₂ O ₅ (в пересчете на сухое вещество)	1,3±0,1	1,95±0,1
Массовая доля калия (в пересчете на сухое вещество)	2,48±0,1	8,4±0,1
pH, ед. pH	8,2±0,1	2,9±0,1
Массовая доля золы	13,9±0,4	23,3±0,8

Выводы

1. Введение препарата «Биоксимин» в свиной навоз позволило снизить бактериальную обсемененность субстрата, но не устранить ее полностью. На 30 сут исследования количество бактерий группы кишечной палочки (типичная) в подстилочном навозе уменьшилось с $23 \cdot 10^6/\text{г}$ до $8 \cdot 10^6/\text{г}$ фекалий (лактозонегативная кишечная палочка не обнаружена), представителей родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter* – с $4 \cdot 10^6/\text{г}$ до $10^5/\text{г}$, энтерококков – с $23 \cdot 10^5/\text{г}$ до $18 \cdot 10^5/\text{г}$ фекалий. Количество бифидобактерий осталось без изменений и составило $10^8/\text{г}$ фекалий.

2. Использование биорегулятора «Биоксимин» при утилизации свиного навоза не повлияло на содержание в субстрате ооцист эймерий.

3. Через 30 дней после обработки подстилочного свиного навоза биорегулятором «Биоксимин» установлено повышение содержания в субстрате: азота – на 4,95 %; фосфора – на 50; калия – на 16,94; золы – на 67,63 %.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности дополнительных исследований использования биорегулятора «Биоксимин» для утилизации свиного навоза.

Литература

1. Архипченко Н.А., Орлова О.В. Перспективы использования микробной экотехнологии для переработки отходов птицеферм // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 30–32.
2. Трemasов М.Я., Иванов А.А. Новые технологии в утилизации органических отходов и реабилитации почвы // Ветеринарный врач. – 2008. – № 1. – С. 2–4.
3. Якунчев М., Кадималиев Д. Биотехнология: утилизация навоза без проблем // Животноводство России. – 2014. – № 1. – С. 22.
4. Матросова Л.Е., Трemasов М.Я., Иванов А.В. Биотехнологические решения при утилизации бесподстилочного свиного навоза // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы V москов. междунар. конгресса. – М., 2009. – Ч. 1. – С. 335.
5. ГОСТ 54519-2011. Удобрения органические. Методы отбора проб. – М., 2011.
6. ГОСТ 26713-85. Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка. – М., 1985.
7. ГОСТ 26715-85. Удобрения органические. Методы определения общего азота. – М., 1985.
8. ГОСТ 26718-85. Удобрения органические. Метод определения общего калия. – М., 1985.
9. ГОСТ 27979-88. Удобрения органические. Метод определения pH. – М., 1988.
10. ГОСТ 26716-85. Удобрения органические. Методы определения аммонийного азота. – М., 1985.
11. ГОСТ 26714-85. Удобрения органические. Метод определения золы. – М., 1985.
12. ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора. – М., 1985.
13. МУК-4.2.795-99. Методы санитарно-паразитологических исследований. – М., 1999.

Literatura

1. Arkhipchenko N.A., Orlova O.V. Perspektivy ispol'zovaniya mikrobnoy ehkotekhnologii dlya pererabotki othodov pticeferm // Doklady Rossiyskoy akademii sel'skohozyaystvennyh nauk. – 2011. – № 6. – S. 30–32.
2. Tremasov M.Ya., Ivanov A.A. Novye tekhnologii v utilizatsii organicheskikh othodov i reabilitatsii pochvy // Veterinarny vrach. – 2008. – № 1. – S. 2–4.
3. Yakunchev M., Kadimaliev D. Biotekhnologiya: utilizatsiya navoza bez problem // Zivotnovodstvo Rossii. – 2014. – № 1. – S. 22.
4. Matrosova L.E., Tremasov M.Ya., Ivanov A.V. Biotekhnologicheskie resheniya pri utilizatsii bespodstilochnogo svinogo navoza // Biotekhnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: mat-ly moskov. mezhdunar. kongressa. – M., 2009. – Ch. 1. – S. 335.

5. GOST 54519-2011. Udobreniya organicheskie. Metody otbora prob. – М., 2011.
6. GOST 26713-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya vlagi i suhogo ostatka. – М., 1985.
7. GOST 26715-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego azota. – М., 1985.
8. GOST 26718-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya obshchego kaliya. – М., 1985.
9. GOST 27979-88. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya pH. – М., 1988.
10. GOST 26716-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya ammoniynogo azota. – М., 1985.
11. GOST 26714-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya zoly. – М., 1985.
12. GOST 26717-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya obshchego fosfora. – М., 1985.
13. МУК-4.2.795-99. Metody sanitarno-parazitologicheskikh issledovaniy. – М., 1999.



УДК 639.371.13.032

С.Ч. Казанчев, А.Б. Хабжоков,
А.Х. Алоев, В.Ф. Дышекова

ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЕРСКОЙ КУМЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ НЕРЕСТА

Цель работы – оценка качества половых продуктов и факторов, влияющих на физиологические параметры этого процесса. Объектом исследования явилась терская кумжа, – яровая и озимая формы, – отловленная у плотины Павлодольской в 2013 г. Отлов проходил в два срока: яровая – в октябре, озимая – в декабре по 30 экз. каждой формы, т. е. 60 экз.: по 10 и 20 самок. После сбора икры производили ее весовой учет, оплодотворение производили русским способом (сухой метод). Пробы отбирали по 10 г каждая, просчитывалось количество икринок и определялся коэффициент (индекс) плодовитости. Возраст отловленных производителей для самок – 4+, самцов – 3+ года. Масса тела к моменту отлова составила 0,8–0,9 у яровой и 1,0–1,2 кг у озимой. Время выхода на нерест в реке Терек у яровой формы – октябрь – начало ноября, крупной озимой – с конца ноября по февраль. Абсолютная плодовитость самок очень высока, масса икры у яровой кумжи составляет 62,5, у озимой – 75,2 мг, при этом они продуцируют в основном крупную икру диаметром 4,7 и 5,1 мм соответственно. В 100 г ее содержится от 65,5 у яровой и 72,2 тыс. у озимой, поэтому общее их количество составляет 1,5 и 1,7 тыс. шт., ГИС равны 20–23 %. Разница в массе и диаметре овулировавшей икринки достоверна при $V_3=0,999$. Наиболее крупная икра – у озимой кумжи. Учитывая наличие корреляций между индексами прогонистости и широкоспинности с продуктивными качествами производителей кумжи, мы положили в основу комплексной оценки именно эти показатели. Выводы: терской кумже (яровой и озимой) свойственны высокая жизнестойкость, плодовитость (рабочая и относительная), наличие высокой реакции на гипофизарную инъекцию. У яровой – 89 %, у озимой – 97,7 % проинъекцированных самок созревают и отдают икру.

Ключевые слова: кумжа, яровая и озимая формы, половые продукты, пищевая цепь, хиромомиды.

S.Ch. Kazanchev, A.B. Habzhokov,
A.H. Alov, V.F. Dysheкова

THE PRODUCTIVITY OF TEREK TROUT FLOAT, DEPENDING ON THE TIME OF SPAWNING

The purpose of the study is the assessment of the quality of sexual products and factors affecting the physiological parameters of the process. The object of the exploration was Terek brown trout, its spring and winter form, captured at the dam Pavlodolskaya in 2013. The catching was held in two periods: in spring (October) and in winter (December), the number was 30 samples of each form, i.e., 60 specimens: 10 males and 20 females. After the roe collection it underwent weight accounting, fertilization was produced by Russian method (dry method). Samples were 10 g each, the number of eggs was counted and

factor-coefficient (index) of fertility was determined. The age of caught egg producers for females was – 4+ for males it was – 3+ years. Body weight at the time of capture was 0,8-0,9 in spring and 1,0–1,2 kg in winter. Time to spawn in the river Terek in spring form was from October till the beginning of November, for winter it was from the end of November to February. Absolute fecundity of females was very high, the mass of eggs in spring trout was 62,5, it was 75,2 mg in winter specimens, and they produced mainly large eggs with a diameter of 4,7 and 5,1 mm, respectively. 100 gram of it contained from 65,5 in spring and 0,72,2 thousand in winter, so the total number was 1,5 and 1,7 thousand. GIS were 20-23%. The difference in weight and diameter of ovulated eggs is reliable if $B3 = 0,999$. The largest trout roe was in winter. Taking into account the correlation between the index of relative body height and the width of back and productivity qualities of the trout as producers, we used as the basis of evaluation indicators. Conclusions. Terek trout (summer and winter) is characterized by high vitality, fertility (working and relative), the presence of high reaction on the pituitary injection. In spring it is 89% , in winter is about 97,7 % of the injected females, mature and product hard roe.

Key words: *trout, spring and winter form, sexual products, food chain, chironomids.*

Введение. В современном рыбном хозяйстве наряду с промысловым рыбоводством все большую роль играет промышленное разведение в целях воспроизводства ценных видов рыб, в том числе и лососевых. В частности для терской кумжи и ее жилой формы ручьевой форели искусственное разведение в ряде случаев оказывается единственным способом поддержания и увеличения запасов вида в водоемах, так как его естественное воспроизводство во многих реках нарушено, а часто и вовсе исключено [5, 6].

Кумжа (*Salmo trutta*) – чрезвычайно пластичный вид, в водоемах бассейна Каспийского моря представлен двумя формами (яровая и озимая). Яровая форма входит в Терек в октябре с почти зрелыми половыми продуктами, поднимается по реке относительно невысоко – до Павлодольской плотины.

Крупная озимая форма идет на нерест с ноября по февраль и поднимается до Павлодольской плотины. От 8 до 11 месяцев озимые лососи созревают у плотины. Они нередко описывались как самостоятельные виды и подвиды.

В настоящее время терский лосось один из редких видов в бассейне реки, он занесен в Красную книгу РФ по первой категории статуса редкости (виды, находящиеся под угрозой исчезновения и подвергающиеся прямой опасности вымирания) [5].

Возможным путем улучшения ситуации является искусственное воспроизводство кумжи на рыбоводных заводах с последующим вселением в естественные водоемы.

В связи с этим нами были проведены исследования по оценке воспроизводительной способности яровой и озимой форм терской кумжи.

Цель исследований: оценка качества половых продуктов и изучение факторов, влияющих на физиологические параметры этого процесса.

Материал и методика исследований. Самым крупным водотоком (реки), являющимся местом нереста ценных видов рыб (лососевых), является р. Терек, приток Каспийского моря. Длина р. Терек в пределах республики составляет 80–85 км, с перепадом высот от 800 до 200 м.

Объектом исследования явилась терская кумжа, яровой и озимой форм, отловленная у плотины Павлодольской. Отлов производителей проходил в два срока: яровая – в октябре, озимая – в декабре (р. Терек). Отлов производителей осуществляли ставными сетями и сачками с использованием безузловой дели ячеей 12–18 мм. Количество – 30 экземпляров каждой формы, т. е. 60 шт.: по 10 самок и по 20 самцов. Транспортировку производителей на рыбзавод «Майский» осуществляли в живорыбной машине.

Определение зрелости гонад проводили по шкале зрелости. По мере созревания производителей переводили в бассейны ИЦА-2 в закрытый инкубационный цех.

После сбора икры производили ее весовой учет, оплодотворение производили сухим способом. Пробы отбирали по 10 г каждая, просчитывалось количество икринок и определялось среднее.

Таким образом определялся коэффициент (индекс) плодовитости. Инкубацию проводили в японских аппаратах Аткинса.

Идущая на нерест кумжа продолжает питаться [1], поэтому для исследования трофической базы у Павлодольской плотины два раза в месяц отбирали пробы зообентоса [3]. При обработке проб учитывали качественный и количественный состав организмов [4].

Результаты исследований. Для производителей лосося Павлодольская плотина непреодолима, с ее появлением оказались изолированными существующие нерестилища правобережной группы притоков Терека – бассейне Малка – Баксан и, таким образом, поддержание запасов терской кумжи осуществляется только путем искусственного разведения.

Отловленные производители (яровой и озимой форм) были рассортированы по полу, которые в дальнейшем (до нереста) содержались отдельно в лососевых бетонных садках. В процессе содержания провели необходимое измерение рыб. На основании полученных промеров вычислены индексы, характеризующие экстерьер и хозяйственную ценность рыб (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическая характеристика производителей терской кумжи (яровой и озимой) ($M \pm m$)*

Показатель	Яровая	Lim	CV, %	Озимая	Lim	CV, %	td между формами
Масса, г	0,8±0,02	0,75–0,95	25,1	1,0±0,04	0,9–1,5	23,4	4,2
	0,9±0,04	0,8–1,00	26,7	1,2±0,03	1,1–1,9	24,7	5,1
Индексы: прогонистости, L/H	3,85±0,03	3,5–4,1	14,7	3,97±0,03	3,7–4,2	3,6–3,9	2,7
	3,80±0,01	0,7–4,9	15,8	3,67±0,02	3,8–4,5	3,8–4,1	2,9
толщины, Вг/ℓ, %	17,0±0,01	15,1–17,3	14,9	18,5±0,04	17,62–9,6	16,7–18,0	3,4
	17,6±0,02	15,1–18,2	16,1	18,1±0,05	16,7–2,3	18,1–19,6	1,6
Коэффициент упитанности	1,44±0,02	1,56–2,0	17,2	1,51±0,04	1,6–1,8	1,8–1,9	1,9
	1,52±0,07	1,45–2,3	18,9	1,62±0,03	1,8–2,0	1,9–2,03	2,6

* Числитель – самцы, знаменатель – самки.

Анализ результатов показывал, что как яровая так и озимая формы обладают хорошим экстерьером. Масса четырехлеток и трехлеток соответствует нормативам для первонерестующих рыб терской кумжи. Среди признаков масса тела обладала наибольшей изменчивостью (CV = 26,1–27,5 %). Размах колебаний показателей телосложения позволяет выделить в улове отдельные обособленные экземпляры в достаточном количестве для изучения биопродуктивных особенностей различных форм терской кумжи.

Для оценки воспроизводительной способности терской кумжи наряду с экстерьером имеют значение и некоторые её интерьерные показатели: размеры икринок и качество молока (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика половых продуктов терской кумжи ($M \pm m$)

Показатель	Форма терской кумжи		
	Яровая	tg	Озимая
Масса икринки, мг	62,5±1,1	5,2	75,2±1,4
Диаметр икринки, мм	4,7±0,02	4,8	5,1±0,05
Концентрация спермиев, млн шт/мм ³	5,6±0,32	3,4	5,0±0,27
Активность спермиев	55,8±0,03	3,7	50,0±0,27

Как свидетельствуют результаты эксперимента, форменная принадлежность размеров икринок и качество молок у терской кумжи достаточно велики. Разница в массе и диаметре овулировавшей икринки достоверна при $V_3 = 0,999$. Наиболее крупная икра у самок озимой формы. Размер овулировавшей икры у самок яровой формы кумжи находится на уровне стандартных для вида. По качеству молок наблюдается несколько иная закономерность. Наиболее «густые» молоки производит яровая форма, и активность спермиев выше у производителей яровой формы.

Полученные данные по качеству половых продуктов у терской кумжи могут служить критерием предварительной оценки видовой принадлежности по воспроизводительной способности.

Изучение и дифференцирование показателей телосложения у производителей имеет значение для оценки воспроизводительной способности разных форм терской кумжи. Нами установлено, что корреляция между индексом прогонистости и рабочей плодовитостью достаточно велика (яровой – $r = -0,47$, озимой – $0,56$). Для диагностики воспроизводительной способности самок разных форм ещё выше корреляция между индексом толщины и рабочей плодовитостью ($r = +0,63$ у яровой и $0,69$ у озимой). Показатели телосложения самцов коррелируют также с объёмом эякулята. Форменная принадлежность воспроизводительной способности самок и самцов у терской кумжи выражены достаточно четко. Их изменчивость позволяет дифференцировать отбор производителей разных форм по плодовитости самок и спермопродукции самцов (табл. 3).

Таблица 3

Воспроизводительная способность терской кумжи

Показатель	Формы терской кумжи	
	Яровая	Озимая
Рабочая плодовитость самок, тыс. личинок:		
$M \pm m$	$1,90 \pm 0,07$	$2,22 \pm 0,05$
Lim	1,10–2,02	1,5–2,430
CV, %	21,2	25,3
Относительная плодовитость, %	$2375 \pm 5,75$	$1850 \pm 4,53$
Объём эякулята, см ³ :		
$M \pm m$	$5,21 \pm 0,19$	$5,65 \pm 0,11$
Lim	4,2–5,7	4,9–6,1
CV, %	23,7	20,9

Значительная разница по плодовитости и объёму эякулята (табл. 4) позволяет надеяться на повышение продуктивности у обоих видов путем прямого отбора желательного типа.

Изучение телосложения и его связей с продуктивными показателями позволяет определить желательную форму, с которой можно вести производственные процессы по получению покатной молоди и возрастному отбору производителей. Данные (см. табл. 3) свидетельствуют, что возраст отловленных производителей для самок – 4 года, для самцов – 3 года. Масса тела производителей к моменту отлова составила $0,8–0,9$ у яровой и $1,0–1,2$ кг у озимой. Кроме того, характерные показатели соответствия возраста свидетельствуют минимальные экстерьерные данные (см. табл. 1). Разница показателей экстерьера по групповой принадлежности у производителей терской кумжи статистически достоверна на уровне второго порога вероятности.

В связи с тем, что показатель массы тела у рыб зависит в основном от условий обеспеченности трофической цепью, мы посчитали целесообразным определить донную фауну нерестилища у плотины Павлодольской с охватом всей ширины – 250 м и длины – 500 м. Как правило, в бентосе континентальных водоёмов личинки хирономид по весовому значению занимают одно из первых мест среди остальных групп организмов, уступая в этом отношении только моллюскам. Материалы о питании рыб бассейна р. Терек собирались в течение трёх лет.

Сбор материала по питанию рыб проводился участниками экспедиции научного кружка аграрного университета «Рыба». Видовую принадлежность бентофауны определяли по составу съеденных организмов, в основном хирономид.

Просмотрено содержимое пищеварительных трактов 10 экземпляров яровой и столько же озимой кумжи. При обработке материала содержимое пищеварительных трактов небольшими порциями просматривалось под микроскопом. Все найденные хирономиды и их хитиновые остатки (головные капсулы личинок, плавательные пластинки куколок) тщательно выбирались и передавались на обработку авторам данной работы.

По непереваривающимся хитиновым остаткам (головные капсулы) нами с возможной точностью определялась принадлежность личинок к определенному роду, группе или виду. Для суждения о возрастном составе съеденных личинок все головные капсулы промерялись с помощью окуляр-микрометра. Это давало нам возможность при последующих вычислениях переходить к определению массы и роли хирономид в трофической цепи кумжи, а также находить весовое соотношение отдельных личинок хирономид (табл. 4).

Как показывают данные таблицы 4, частота встречаемости личинок хирономид в пищеварительных трактах кумжи составляет: у яровой – 85 и у озимой – 84 %; значение в пище по весу: 87,3 % у яровой и 77,3 % у озимой.

Таблица 4

Соотношение отдельных организмов в трофической цепи кумжи

Встреченная форма	Форма кумжи	
	Яровая	Озимая
	Соотношение по массе, %	
<i>Orthocladius gr. saxicota</i>	15	–
<i>Syndiamesa gr. nivosa</i>	–	15
<i>Diamesa gaedii</i>	10,5	–
<i>Ablabesmyia sp.</i>	5	–
<i>Mieropsectra sp.</i>	–	12
<i>Gricotopus biformis</i>	21	10
<i>Gricotopus gr. silvestris</i>	5	8
<i>Eukiefferiella coerulecens</i>	11	0,5
<i>Tanytarsus gr. mancus</i>	–	–
<i>Tanytarsus gr. gregarius</i>	2	1
<i>Glyptotendipes gr. gripekoveni</i>	–	13,5
<i>Chironomini macrophthalma</i>	8	9
<i>Procladius sp.</i>	2,5	1
<i>Polypedilum gr. convictum</i>	3	–
<i>Syndiamesa gr. nivosa</i>	–	10
<i>Benthophilinae</i>	15	8
<i>Neritidae</i>	–	5
<i>Theodoxus pallasii</i>	–	5
<i>Theodoxus fluvialis</i>	2	2

Из хирономид на долю личинок приходится у яровой – 28 % и на долю куколок – 57 %, у озимой, соответственно, – 36 и 40 %. Кроме личинок хирономид в кишечных трактах обнаружены мелкие рыбы в основном из групп Пуговкоподобные (*Benthophilinae*): у яровой – 15 %, а у озимой – 8 %. Озимая форма также потребляла в большом количестве (12 %) брюхоногих моллюсков, представителей пресноводных неритид маленького размера (*Theodoxus fluvialis*). Она держится обычно близко к поверхности на прибрежных камнях.

Из вышеизложенного материала видно, насколько велико значение хирономид в трофической цепи бентосоядных рыб р. Терек. Следует сказать, что метод [2], применённый нами для учёта значения хирономид в трофической цепи терской кумжи (непосредственное вычисление процентов от веса всей пищи), имеет ряд недочётов, до известной степени уменьшающих точность выводов.

Неточность наших исследований связана с недоучётом олигохет, присутствие которых в пище рыб, как правило, не улавливается из-за отсутствия у этих организмов сколько-нибудь крупных непереваривающихся образований.

Выводы

1. Замечено, что идущая на нерест кумжа продолжает питаться, хотя и менее интенсивно, до выхода в пресную воду.

2. Терской кумжи (яровой и озимой) свойственны высокая жизнестойкость, плодовитость (рабочая и относительная), наличие высокой реакции на гипофизарную инъекцию. У яровой – 89 %, у озимой – 97,7 % проинъекцированных самок созревают и отдают икру.

3. По нашей оценке, использование некоторых личинок хирономид рыбами носит только качественный характер, получение количественных данных потребует огромной работы, которая послужит темой для ряда специальных исследований.

Литература

1. *Зинченко Т.Д.* Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область) // Эколого-фаунистический обзор. – Самара: Изд-во ИЭВБ РАН, 2002. – С. 60–71.
2. *Казанчев С.Ч., Хабжиков А.Б.* и др. Биологические варианты (varietas) форели и их рыбоводно-экологическая характеристика // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (8). – С. 1677–1681.
3. *Киселёв И.А.* Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 4. – Ч. 1. – С. 183–215.
4. *Липин А.Н.* Пресные воды и их жизнь. – М.: Госучпедгиз, 1950. – С. 340–345.
5. *Павлов Д.С.* Развитие форелеводства в России в современных условиях и селекционно-племенная работа (аналитические аспекты) // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. – М., 1994. – С. 74–90.
6. *Тамарин А.Е., Лукьянов А.С., Айдемирова Н.А.* и др. Инструкция по разведению кумжи. – Махачкала: Мининформпечать Р.Д., 1983. – С. 47–57.

Literatura

1. *Zinchenko T.D.* Hironomidy poverhnostnyh vod basseina Sredney i Nizhney Volgi (Samarskaya oblast') // Ekologo-faunisticheskiy obzor. – Samara: Izd-vo IEVB RAN, 2002. – S. 60–71.
2. *Kazanchev S.Ch., Habzhikov A.B.* i dr. Biologicheskie varietety (varietas) foreli i ih rybovodno-ekologicheskaya kharakteristika // Fundamental'nye issledovaniya. – 2014. – № 12 (8). – S. 1677–1681.
3. *Kiselyov I.A.* Metody issledovaniya planktona // Zhizn' presnyh vod. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. – T. 4. – CH. 1. – S. 183–215.
4. *Lipin A.N.* Presnye vody i ih zhizn'. – M.: Gosuchpedgiz, 1950. – S. 340–345.
5. *Pavlov D.S.* Razvitie forelevodstva v Rossii v sovremennyh usloviyah i selektsionno-plemennaya rabota (analiticheskie aspekty) // Nauchnye osnovy sel'skohozyajstvennogo rybo-vodstva: sostoyanie i perspektivy razvitiya. – M., 1994. – S. 74–90.
6. *Tamarin A.E., Luk'yanov A.S., Aidemirova N.A.* i dr. Instruktsiya po razvedeniyu kumzhi. – Mahachkala: Mininformpechat' R.D., 1983. – S. 47–57.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Алоев А.Х.* – асп. каф. зоотехнии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: mpiezhieva@mail.ru
- Андреев Л.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. энергообеспечения сельского хозяйства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: andreev@tmn-tlt.ru
- Антипова Е.М.* – д-р биол. наук, проф. каф. биологии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск. E-mail: katusha05@bk.ru
- Антонович А.А.* – асп. каф. профессиональной коммуникации и сервиса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dixi-1972@yandex.ru
- Багно О.А.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. физиологии и воспроизводства животных Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: OAglazunova@mail.ru
- Бадмаева С.Э.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Бажина Н.Л.* – мл. науч. сотр. Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: natasha-bazhina@mail.ru
- Байкалова Л.П.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kos.69@mail.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
- Баранова М.П.* – д-р техн. наук, проф. каф. системознергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Белоусов А.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: svoboda57130@mail.ru
- Белюсова Е.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: svoboda57130@mail.ru
- Берестов И.В.* – асп. каф. использования водных ресурсов Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: takestaff@rambler.ru
- Беркаль И.В.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. общего земледелия и растениеводства Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: alex77_66@mail.ru
- Беспоместных К.В.* – канд. техн. наук, зав. лаб. каф. биотехнологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: kbespmestnykh@rambler.ru
- Бодикова Н.В.* – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: bodilova90@mail.ru
- Боннет В.В.* – канд. техн. наук, доц., зав. каф. электрооборудования и физики Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: bonnet74@mail.ru
- Братилова Н.П.* – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Вахрушева Т.И.* – канд. вет. наук, доц. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zoofak@kgau.ru

- Величко Н.А.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: fppp@kgau.ru
- Гаевая Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: ele-gaeva@ya.ru
- Гаевский Н.А.* – д-р биол. наук, проф. каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Галямов А.А.* – асп. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru
- Герасимова О.А.* – магистр лесохозяйственного факультета Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Десягин В.Н.* – д-р техн. наук, проф., зав. лаб. Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, Новосибирская обл., п. Краснообск. E-mail: valdel@ngs.ru
- Демиденко Г.А.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры и агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoe@ngs.ru
- Дергачёва М.И.* – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. лаб. биогеоэкологии Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: mid555@yandex.com
- Дышекова В.Ф.* – асп. каф. зоотехнии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: mpiezhieva@mail.ru
- Енуленко О.В.* – асп. каф. биологии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск. E-mail: enolga@mail.ru
- Захарова Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru
- Казанчев С.С.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. зоотехнии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: kbgsha@rambler.ru
- Каледина М.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии сырья и продуктов животного происхождения Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: kaledinamarina@yandex.ru
- Калинкин П.Н.* – канд. хим. наук, ассист. каф. физической химии Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: kalinka@ngs.ru
- Ковригин А.В.* – канд. с.-х. наук, преп. каф. общей и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Козлов А.В.* – ст. науч. сотр. лаб. машинных технологий послеуборочной обработки зерна и подготовки семян Дальневосточного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Благовещенск. E-mail: kozlov_av@mail.ru
- Колесникова Н.А.* – асп. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Коротченко И.С.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: agro@kgau.ru
- Лебедева В.П.* – асп. каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru

- Логинов А.Ю.* – канд. техн. наук, доц. каф. электрооборудования и физики Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: alexander_loginov@mail.ru
- Локьяева Ж.Р.* – асп. каф. товароведения и туризма Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Манохин А.А.* – студ. Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Маслова Н.А.* – канд. с.-х. наук, преп. каф. общей и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: natasha-maslova@mail.ru
- Матюшев В.В.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: matyushe@yandex.ru
- Моксина Н.В.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Мурко В.И.* – д-р техн. наук, проф., директор по науке ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», г. Новокузнецк. E-mail: sib_eco@kuz.ru
- Мучкина Е.Я.* – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: emuchkina@yandex.ru
- Некрасова О.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург. E-mail: o_nekr@mail.ru
- Пережилин А.И.* – канд. биол. наук, доц. каф. использования водных ресурсов Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: AlexPr_1982@mail.ru
- Подлужная А.С.* – асп. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Полонский В.И.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Попова А.А.* – студ. 4-го курса лесоинженерного факультета Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: alina28091994@mail.ru
- Потапов В.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. электрооборудования и физики Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: pv7@rambler.ru
- Походня Г.С.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. разведения и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: bqsxarqs@mail.ru
- Присухина Н.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Института пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: nat3701@mail.ru
- Прудников А.Ю.* – асп. каф. электрооборудования и физики Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: mr.Groll666@yandex.ru
- Рассолов С.Н.* – д-р с.-х. наук, доц. каф. биотехнологии, декан факультета аграрных технологий Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: sn_zenit@mail.ru
- Рахимов К.Х.* – студ. 4-го курса лесоинженерного факультета Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: rakhimov.karomatullo.tjk-01@mail.ru

- Репс Е.Д.* – бакалавр каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Рыгалова Е.А.* – асп. каф. технологии жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: fppp@kgau.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
- Серебренников Ю.И.* – асп. каф. растениеводства и плодоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ivanoff.yurser2011@yandex.ru
- Сивкова Е.И.* – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. энтомологии и дезинсекции Всероссийского НИИ ветеринарной энтомологии и арахнологии, г. Тюмень. E-mail: sivkovaei@mail.ru
- Смольникова Я.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: fppp@kgau.ru
- Сорокина Г.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Струпан Е.А.* – д-р техн. наук, проф. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Тамахина А.Я.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. товароведения и туризма Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Тупсина Н.Н.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Трубчанинова В.П.* – асп. каф. разведения и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Трубчанинова Н.С.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. разведения и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Учаев А.П.* – асп. каф. экологии Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург. E-mail: uchaev89@inbox.ru
- Фёдорова О.А.* – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. энтомологии и дезинсекции Всероссийского НИИ ветеринарной энтомологии и арахнологии, г. Тюмень. E-mail: fiodorova-olia@mail.ru
- Федорчук Е.Г.* – канд. биол. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Федосова А.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. технологии сырья и продуктов животного происхождения Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: fedosova.anna2011@yandex.ru
- Хабжоков А.Б.* – канд. с.-х. наук, председатель ассоциации «Каббалкрьбхоз», Кабардино-Балкарская Республика, Урванский р-н, с. п. Старый Черек. E-mail: mpiezhieva@mail.ru

- Халипский А.Н.* – д-р с.-х. наук, зав. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: halipskiy@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
- Хилько В.И.* – вед. науч. сотр. лаб. машинных технологий послеуборочной обработки зерна и подготовки семян Дальневосточного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Благовещенск. E-mail: valent3827@mail.ru
- Хохлова А.П.* – канд. с.-х. наук, преп. каф. общей и частной зоотехнии Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Майский. E-mail: bgsxarpgs@mail.ru
- Чаплыгина И.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ledum_palustre@mail.ru
- Чеботарева Е.Ю.* – асп. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Чепелев Н.И.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Чураков А.А.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: halipskiy@mail.ru
- Шахматов С.Н.* – канд. техн. наук, директор Института энергетики и управления энергетическими ресурсами АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Штефен Д.В.* – ассист. каф. технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Шуранов В.В.* – асп. каф. ландшафтной архитектуры и агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: rabota-61@mail.ru
- Янова М.А.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

LIST OF CONTRIBUTORS

- Aloev A. Ch.* – Post-Graduate Student, Chair of Animal Breeding, Kabardino-Balcar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: mpiezhieva@mail.ru
- Andreev L.N.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Energy Supplying of Agriculture, State Agrarian University of North Ural, Tumen. E-mail: andreev@tmn-itt.ru
- Antipova E.M.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Biology and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogic University, named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk. E-mail: katusha05@bk.ru
- Antonovich A.A.* – Post-Graduate Student, Chair of Professional Communication and Service, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: dixi-1972@yandex.ru
- Badmaeva S.E.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Built Territories Cadastre and Populated Places Planning, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Bagno O.A.* – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Physiology and Reproduction, Kemerovo State Agrarian University, Kemerovo. E-mail: OAglazunova@mail.ru
- Baikalova L.P.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Plant Raising and Fruit and Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: kos.69@mail.ru
- Baksheeva S.S.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Professional Communication and Service, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: dixi-1972@yandex.ru
- Baranova M.P.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Energy Systems, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Bazhina N.L.* – Staff Scientist, Soil Science and Agricultural Chemistry Institute, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk. E-mail: natasha-bazhina@mail.ru
- Belousov A.A.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Sci. and Agr. Chem., Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: svoboda57130@mail.ru
- Belousova E.N.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Sci. and Agr. Chem., Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: svoboda57130@mail.ru
- Berestov I.V.* – Post-Graduate Student, Chair of Water Resources Use, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: takestaff@rambler.ru
- Berkal I.V.* – Cand. Agr. Sci. Assoc. Prof., Chair of General Crop Growing and Plant Raising, Far East State Agrarian University, Blagoveshchensk. E-mail: alex77_66@mail.ru
- Bespomestnykh K.V.* – Cand. Techn. Sci., Lab. Head, Chair of Biotechnology, Kemerovo State Agrarian University, Kemerovo. E-mail: kbespomestnykh@rambler.ru
- Bodikova N.V.* – Post-Graduate Student, Chair of Soil Sci. and Agr. Chem., Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: bodikova90@mail.ru
- Bonnet V.V.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Electrical Equipment and Physics, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk region, Irkutsk area, settlement Molodyozhny. E-mail: bonnet74@mail.ru
- Bratilova N.P.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Selection and Planting Trees and Shrubs, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Chaplygina I.A.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Grain Storage and Processing Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ledum_palustre@mail.ru
- Chebotaryova E. Yu.* – Post-Graduate Student, Chair of Grain Storage and Processing Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Chepelev N.I.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Living Activities Safety, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Churakov A.A.* – Cand. Agr. Sci. Assoc. Prof., Chair of Plant Raising and Fruit and Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: halipskiy@mail.ru
- Delyagin V.N.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Head of lab. of Siberian research Institute of mechanization and electrification of agriculture, Novosibirsk Region, Settlement Krasnoobsk. E-mail: valdel@ngs.ru
- Demidenko G.A.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture and Agr. Ecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

- Dergachyeva M.I.* – Dr. Biol. Sci., Chief Staff Scientist, Biogeocenology, Soil Science and Agricultural Chemistry Institute, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk. E-mail: mid555@yandex.com
- Dyshekova V.F.* – Post-Graduate Student, Chair of Animal Breeding, Kabardino-Balcar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: mpiezhieva@mail.ru.
- Enulenko O.V.* – Post-Graduate Student, Chair of Biology and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogic University, named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk. E-mail: enolga@mail.ru
- Fedorchuk E.G.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production and Processing of Agricultural Products Technology, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Fedosova A.N.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Resources Technology and Animal Origin Products, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: fedosova.anna2011@yandex.ru
- Fyedorova O.A.* – Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Entomology and Desinsection, Russian Veterinary Entomology and Arachnology Research Institute, Tumen. E-mail: fiodorova-olia@mail.ru
- Gaevaya E.V.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Techn. Sec., Tumen state Architectural University, Tumen. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru
- Gaevsky N.A.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Water and Land Ecosystems, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Galyamov A.A.* – Post-Graduate Student, Chair of Techn. Sec., Tumen state Architectural University, Tumen. E-mail: bgd@tgasu.ru
- Gerasimova O.A.* – Master's Degree Student, Forestry Department, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Hadzhokov A.B.* – Cand. Agr. Sci., Chairman, Association of Kabardino-Balcar Fish Farming, Kabardino-Balkaria, Urvansk Region, Settlement Old Cherek. E-mail: mpiezhieva@mail.ru
- Kaledina M.V.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Resources Technology and Animal Origin Products, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: kaledinamarina@yandex.ru
- Kalinkin P.N.* – Cand. Biol. Sci., Asst. Prof., Chair of Physical Chem., Catalysis Institute named after G.K. Boresky Siberian Branch, Rus. Acad. Of Sci., Novosibirsk. E-mail: kalinka@ngs.ru
- Kazanchev S.Ch.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Animal Breeding, Kabardino-Balcar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: kbgsha@rambler.ru
- Khalipsky A.N.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Plant Raising and Fruit and Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: halipskiy@mail.ru
- Khilko V.I.* – Leading Staff Scientist, Machine technology of Afterharvesting Grain Processing, Far East Mechanization and Electrification of Agriculture Research Institute, Blagoveshchensk. E-mail: valent3827@mail.ru
- Khizhnyak S.V.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Botany, Physiology and Plant Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru
- Khokhlova A.P.* – Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of General and Specific Animal Breeding, Belgorod State agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Kolesnikova N.A.* – Post-Graduate Student, Chair of Grain Storage and Processing Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Korotchenko I.S.* – Cand. Biol. Sci., Asst. Prof., Chair of Ecology and Natural Sci., Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: agro@kgau.ru
- Kovrygin A.V.* – Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of General and Specific Animal Breeding, Belgorod State agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Kozlov A.V.* – Senior Staff Scientist, Machine technology of Afterharvesting Grain Processing, Far East Mechanization and Electrification of Agriculture Research Institute, Blagoveshchensk. E-mail: kozlov_av@mail.ru

- Lebedeva V.P.* – Post-Graduate Student, Chair of Water and Land Ecosystems, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Loginov A.Yu.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Electrical Equipment and Physics, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk region, Irkutsk area, settlement Molodyozhny. E-mail: alexander_loginov@mail.ru
- Lokyaeva Zh.R.* – Post-Graduate Student, Chair of Merchandise study and Tourism, Kabardino-Balcar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Manokhin A.A.* – Student, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Maslova N.A.* – Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of General and Specific Animal Breeding, Belgorod State agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: natasha-maslova@mail.ru
- Matyushev V.V.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Grain Storage and Processing Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: matyushe@yandex.ru
- Moksina N.V.* – Cand. Agr. Sci. Assoc. Prof., Chair of Selection and Planting Trees and Shrubs, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: lhf@sibgtu.ru
- Muchkina E.Ya.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Ecology and Natural Use, Economy, Management and Natural Use, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: emuchkina@yandex.ru
- Murko V.I.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Scientific director of CJSC «Research and production enterprise «Sibecotechnika», Novokuznetsk. E-mail: sib_eco@kuz.ru
- Nekrasova O.A.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Ecology, Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. E-mail: o_nekr@mail.ru
- Perezhilin A.I.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Water Resources Use, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: AlexPr_1982@mail.ru
- Podluzhnaya A.S.* – Post-Graduate Student, Chair of Built Territories Cadastre and Populated Places Planning, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zemfak@kgau.ru
- Pokhodnya G.S.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Breeding and Special Animal Breeding, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: bgsxapgs@mail.ru
- Polonsky V.I.* – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Botany, Physiology and Plant Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Popova A.A.* – Student, Forest Engineering Department, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: alina28091994@mail.ru
- Potapov V.V.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Electrical Equipment and Physics, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk region, Irkutsk area, settlement Molodyozhny. E-mail: pv7@rambler.ru
- Prisukhina N.V.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Bread Baking, Confectionery and Macaroni Production Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: nat3701@mail.ru
- Prudnikov A.Yu.* – Post-Graduate Student, Chair of Electrical Equipment and Physics, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk region, Irkutsk area, settlement Molodyozhny. E-mail: mr.Groll666@yandex.ru
- Rakhimov K.Kh.* – Student, Forest Engineering Department, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: rakhimov.karomatullo.tjk-01@mail.ru
- Rassolov S.N.* – Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biotechnology, Dean, Agrarian Technologies Department, Kemerovo State Agrarian University, Kemerovo. E-mail: sn_zenit@mail.ru
- Reps E.D.* – Bachelor's Degree Student, Chair of Ecology and Natural Use, Institute of Economy, management and Natural Use, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Rygalova E.A.* – Post-Graduate Student, Chair of Oils, Volatile Oils and Perfume and Cosmetics Products, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: fppp@kgau.ru

- Selivanov N.I.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Automobiles, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Serebrennikov Yu.I.* – Post-Graduate Student, Chair of Plant Raising and Fruit and Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ivanoff.yurser2011@yandex.ru
- Shakhmatov S.N.* – Cand. Techn. Sci., Director of the Institute of energy and management of energy resources of agro-industrial complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Shtefen D.V.* – Asst. Prof., Chair of Bread Baking, Confectionery and Macaroni Production Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Shuranov V.V.* – Post-Graduate Student, Chair of Landscape Architecture and Agr. Ecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: rabota-61@mail.ru
- Sivkova E.I.* – Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Entomology and Desinsection, Russian Veterinary Entomology and Arachnology Research Institute, Tumen. E-mail: sivkovaei@mail.ru
- Smolnikova Ya.V.* – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Oils, Volatile Oils and Perfume and Cosmetics Products, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: fppp@kgau.ru
- Sorokina G.A.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Ecology and Natural Use, Institute of Economy, management and Natural Use, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: nika_lebedeva@mail.ru
- Strupan E.A.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Technology and Public Catering, Trade and Economy Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Tamakhina A.Ya.* – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Merchandise Study and Tourism, Kabardino-Balcar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Tipsina N.N.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Bread Baking, Confectionery and Macaroni Production Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Trubchaninova N.S.* – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Breeding and Special Animal Breeding, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Trubchaninova V.P.* – Post-Graduate Student, Chair of Breeding and Special Animal Breeding, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Belgorod Region, Settlement Maisky. E-mail: tan-malahowa2012@yandex.ru
- Uchaev A.P.* – Post-Graduate Student, Chair of Ecology, Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. E-mail: uchaev89@inbox.ru
- Vakhrusheva T.I.* – Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zoofak@kgau.ru
- Velichko N.A.* – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Oils, Volatile Oils and Perfume and Cosmetics Products, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: fppp@kgau.ru
- Yanova M.A.* – Cand. Agr. Sci. Assoc. Prof., Chair of Grain Storage and Processing Technology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Zakharova E.V.* – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Techn. Sec., Tumen State Architectural University, Tumen. E-mail: bgd@tgasu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Белоусова Е.Н.</i> Влияние почвозащитных технологий на плотность и твердость чернозема выщелоченного.....	3
<i>Белоусов А.А.</i> Оценка активности каталазы чернозема выщелоченного при разных способах основной обработки.....	10
<i>Галямов А.А., Гаевая Е.В., Захарова Е.В.</i> Экологические проблемы восстановления нарушенных земель на полуострове Ямал.....	16
<i>Лебедева В.П., Сорокина Г.А., Репс Е.Д., Гаевский Н.А.</i> Техногенное воздействие на сезонную динамику состояния коры у кустарниковых и древесных форм на примере шиповника обыкновенного (<i>Rosa acicularis</i> L.) и березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth.).....	22
<i>Фёдорова О.А., Сивкова Е.И.</i> Экологические факторы, влияющие на численность преимагинальных фаз развития мошек.....	30
<i>Антипова Е.М., Енуленко О.В.</i> Экологическая структура флоры Сыдинской предгорной и Прибайтакской луговой степей (Красноярский край).....	35
<i>Бакшеева С.С., Антонович А.А.</i> Качественная и количественная характеристика питания бобра (<i>Castor Fiber</i>), обитающего на территории бассейна реки Оя Шушенского района Красноярского края.....	41
<i>Бодикова Н.В.</i> Аккумуляция биогенных элементов в искусственных лесных биогеоценозах техногенных ландшафтов.....	45
<i>Подлужная А.С., Бадмаева С.Э.</i> Содержание тяжелых металлов в почвах урбанизированных территорий общего пользования (парков и скверов) правобережья г. Красноярск.....	50
<i>Учаев А.П., Некрасова О.А., Дергачёва М.И., Бажина Н.Л., Калинин П.Н.</i> Природные условия формирования палеопочв первой трети субатлантического периода в разрезе Батурино (Южный Урал).....	57
<i>Коротченко И.С.</i> Биоиндикация загрязнения районов г. Красноярск по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки вяза приземистого.....	67

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

<i>Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю., Потапов В.В.</i> Экспериментальная проверка способа диагностирования эксцентриситета ротора асинхронного двигателя.....	73
<i>Андреев Л.Н.</i> Повышение экологичности промышленного животноводства.....	77
<i>Козлов А.В., Хилько В.И.</i> Энергосберегающая технология сушки семян в камерной зерносушилке напольного типа.....	85
<i>Ковригин А.В., Хохлова А.П., Маслова Н.А.</i> Изучение эффективности эксплуатации автоматизированной аквапонной установки в зависимости от режимов ее работы.....	90
<i>Пережилин А.И., Берестов И.В., Рахимов К.Х., Попова А.А.</i> Исследование эффекта гашения энергии волн на водохранилищах плавучими волногасителями различных конструкций.....	96
<i>Мурко В.И., Делягин В.Н., Баранова М.П., Шахматов С.Н.</i> Диверсификация источников энергии в сельском хозяйстве Сибири.....	103

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

<i>Федосова А.Н., Каледина М.В.</i> Разработка функционального продукта с медом на основе концентрата натурального казеина.....	109
---	-----

<i>Тупсина Н.Н., Присухина Н.В.</i> Кондитерские изделия с повышенной пищевой ценностью.....	115
<i>Хижняк С.В., Демиденко Г.А., Мучкина Е.Я.</i> Микрофлора консервированной растительной продукции при использовании насыщенного рассола в качестве консерванта.....	120
<i>Чеботарева Е.Ю., Янова М.А., Мучкина Е.Я.</i> Разработка композитных смесей с использованием пшеничной и ячменной мучки зерна для хлебобулочных изделий.....	125
<i>Янова М.А., Колесникова Н.А., Мучкина Е.Я.</i> Исследование проса и продуктов его переработки.....	130
<i>Демиденко Г.А., Чепелев Н.И., Тупсина Н.Н., Струпан Е.А., Шуранов В.В.</i> Влияние термической обработки на безопасность овощной продукции.....	135
<i>Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Селиванов Н.И., Чепелев Н.И.</i> Оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов.....	140
<i>Братилова Н.П., Моксина Н.В., Герасимова О.А., Чепелев Н.И.</i> Сроки созревания и хранения плодов разных сортов яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского.....	146
<i>Тупсина Н.Н., Штефен Д.В.</i> Использование порошка голубики в мучных кондитерских изделиях.....	150
<i>Струпан Е.А., Полонский В.И., Демиденко Г.А.</i> Технология получения экстрактов из дикорастущего растительного сырья, применяемого в пищевой промышленности и фитотерапии.....	154
<i>Величко Н.А., Смольникова Я.В., Рыгалова Е.А.</i> Оценка качества напитка на основе плодов <i>Rubus Saxatilis</i> L.....	163

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

<i>Тамахина А.Я., Локьяева Ж.Р.</i> Анализ состояния ценопопуляций девясила высокого (<i>Inula helenium</i> L.) в предгорной зоне Северного Кавказа.....	170
<i>Беркаль И.В.</i> Сеяные многолетние травы в южной зоне Амурской области.....	177
<i>Чураков А.А., Халипский А.Н.</i> Оценка соматических популяций сои и нута по качеству и продуктивности.....	183
<i>Серебренников Ю.И., Байкалова Л.П.</i> Влияние абиотических факторов на урожайность сортов ячменя в лесостепи Приенисейской Сибири.....	190

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Вахрушева Т.И.</i> Особенности патоморфологических изменений органов и тканей у кур-несушек при патологии репродуктивной системы.....	198
<i>Федорчук Е.Г.</i> Повышение воспроизводительной функции хряков за счет введения в их рацион суспензии хлореллы.....	207
<i>Походня Г.С., Трубчанинова Н.С., Трубчанинова В.П., Манохин А.А.</i> Эффективность выращивания поросят с введением в их рацион кормовой добавки «ГидроЛактиВ».....	214
<i>Рассолов С.Н., Багно О.А., Беспоместных К.В.</i> Биологический способ утилизации свиного навоза.....	220
<i>Казанчев С.Ч., Хабжиков А.Б., Алоев А.Х., Дышекова В.Ф.</i> Продуктивность терской кумжи в зависимости от времени нереста.....	225
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	231

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

<i>Belousova E.N.</i> Influence of soil conservation technologies on density and hardness of leached chernozom	3
<i>Belousov A.A.</i> The evaluation of catalase activity at different ways plowing of the leached black soil	10
<i>Galyamov A.A., Gaevaya E.V., Zakharova E.V.</i> Environmental problems of rehabilitation of degraded sites on the Yamal peninsula	16
<i>Lebedeva V.P., Sorokina G.A., Reps E.D., Gaevsky N.A.</i> Anthropogenic impact on the seasonal dynamics state bark of trees and shrubs on the example of <i>Betula pendula</i> and <i>Rosa acicularis</i>	22
<i>Fyedorova O.A., Sivkova E.I.</i> Environmental factors influencing the number of preimaginal phases of development midges	30
<i>Antipova E.M., Enulenko O.V.</i> Ecological overview of Sidinsky foothill flora and Pribaitaksky meadow steppes (Krasnoayrsk region)	35
<i>Baksheeva S.S., Antonovich A.A.</i> Qualitative and quantitative characteristics of nutrition of beaver (<i>Castor Fiber</i>) inhabiting the river basin Oja Shushensky district Krasnoyarsk territory	41
<i>Bodikova N.V.</i> Accumulation biogenic elements in artificial forest biogeocoenosis man-made landscapes	45
<i>Podluzhnaya A.S., Badmaeva S.E.</i> Heavy metals availability in soils of urban territories common areas (parks and squares) on the right bank of Krasnoyarsk	50
<i>Uchaev A.P., Nekrasova O.A., Dergachyeva M.I., Bazhina N.L., Kalinkin P.N.</i> Natural conditions of paleosol formation in the first third of the subatlantic period in Baturino section (Southern Ural)	57
<i>Korotchenko I.S.</i> Bioindication of pollution of districts of Krasnoyarsk in size of the fluctuating asymmetry of the sheet plate of the elm stocky	67

TECHNICAL SCIENCES

PROCESSES AND MACHINES OF AGRICULTURAL ENGINEERING SYSTEMS

<i>Prudnikov A.Yu., Bonnet V.V., Loginov A. Yu., Potapov V.V.</i> Experimental verification of the method of diagnosis of eccentricity of the rotor of the induction motor	73
<i>Andreev L.N.</i> Improving environmental industrial livestock	77
<i>Kozlov A.V., Khilko V.I.</i> Energy saving technology of drying seeds in the dryer chamber floortype	85
<i>Kovrygin A.V., Khokhlova A.P., Maslova N.A.</i> The study of the operation efficiency of the automated aquaponic system depending on the operating mode	90
<i>Perezhilin A.I., Berestov I.V., Rakhimov K.Kh., Popova A.A.</i> Studying of dissipation of wave energy effect on the water reservoir floating wave absorbers of different designs	96
<i>Murko V.I., Delyagin V.N., Baranova M.P., Shakhmatov S.N.</i> The diversification of energy sources in agriculture of Siberia	103

FOOD PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>Fedosova A.N., Kaledina M.V.</i> Development of the functional product with honey on the basis of the concentrate of natural casein	109
<i>Tipsina N.N., Prisukhina N.V.</i> The confectionery of high nutrition value	115
<i>Khizhnyak S.V., Demidenko G.A., Muchkina E.Ya.</i> Microflora of canned vegetables when using saturated salt brine as a preservative	120

<i>Chebotaryova E.Yu., Yanova M.A., Muchkina E.Ya.</i> Bakery products development with the composite with a mixture of wheat flour and barley flour grain.....	125
<i>Yanova M.A., Kolesnikova N.A., Muchkina E.Ya.</i> The study of millet and its processed products.....	130
<i>Demidenko G.A., Chepelev N.I., Tipsina N.N., Strupan E.A., Shuranov V.V.</i> The influence of heat treatment on safety of vegetable production.....	135
<i>Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Selivanov N.I., Chepelev N.I.</i> Evaluation of the effectiveness of the production of extruded feed based on a mixture of grains and plant components.....	140
<i>Bratilova N.P., Moksina N.V., Gerasimova O.A., Chepelev N.I.</i> Stages of picking and storage for different sorts of apple fruit in the Botanical garden named after V.M. Krutovsky.....	146
<i>Tipsina N.N., Shtefen D.V.</i> The use of powder blueberries in pastry	150
<i>Strupan E.A., Polonsky V.I., Demidenko G.A.</i> Technology reception of extracts from wild-growing vegetative raw materials widely applied in the food-processing industry and herbal medicine.....	154
<i>Velichko N.A., Smolnikova Ya. V., Rygalova E.A.</i> Evaluation of the quality of the drink based on stone bramble (<i>Rubus Saxatilis L.</i>).....	163

AGRICULTURAL SCIENCES

AGRONOMY

<i>Tamakhina A.Ya., Lokyaeva Zh.R.</i> Analysis of coenopopulations of elecampane (<i>Inula helenium L.</i>) in a foothill zone of the North Caucasus.....	170
<i>Berkal I.V.</i> The sowed long-term grasses in a southern zone of the Amur region.....	177
<i>Churakov A.A., Khalipsky A.N.</i> The assessment of somatic clonal populations of soybean and chickpea on quality and productivity.....	183
<i>Serebrennikov Yu.I., Baikalova L.P.</i> The influence of abiotic factors on crop yields of barley varieties in partially wooded steppe of Prieniseysky Siberia.....	190

VETERINARY SURGERY AND ANIMAL BREEDING

<i>Vakhrusheva T.I.</i> Features of pathological changes of organs and tissues of laying hens in the pathology of the reproductive system.....	198
<i>Fedorchuk E.G.</i> Improving the boar reproductive function by introducing in their diet suspension of chlorella.....	207
<i>Pokhodnya G.S., Trubchaninova N.S., Trubchaninova V.P., Manokhin A.A.</i> The efficiency of growing pigs with the introduction of their diet food additive «GidroLaktiV».....	214
<i>Rassolov S.N., Bagno O.A., Bespomestnykh K.V.</i> Biological method of pig manure utilization.....	220
<i>Hadzhokov A.B., Kazanchev S.Ch., Alov A. Ch., Dyshekova V.F.</i> The productivity of Terek trout float, depending on the time of spawning.....	225
LIST OF CONTRIBUTORS	231