

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 4 (16)

2016

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

- Закс С. С., Кузьмин А. А., Титов С. В.* Генетическая структура популяций крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Güld.) в Среднем Поволжье по данным анализа яДНК..... 3
- Гришина Ж. В., Гензин М. Т.* Исследование активности и физико-химических свойств катепсина D личинок трутневого расплода разного возраста..... 14
- Леонова Н. А.* История антропогенного преобразования растительного покрова лесостепных ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности..... 23
- Соловьев В. Б., Володин Р. Н.* Изучение роли сукцинатдегидрогеназы в механизмах повышения концентрации молочной кислоты при пороге анаэробной нагрузки 38
- Погосян Д. Г.* Физиологические аспекты применения кормовых бобов в питании жвачных животных 44
- Новикова Л. А.* Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина (Часть 7) 53

ХИМИЯ

- Полубояринов П. А., Моисеева И. Я., Глебова Н. Н.* Определение продуктов взаимодействия селенита натрия и аминокислоты селеноцистина с восстановленным глутатионом методом ВЭЖХ 77
- Кормишина А. Е., Мизина П. Г., Мелентьева Е. С., Козлов Д. В.* Новые перспективы использования глины кимериджской (голубой) Ундоровской 88

ГЕОГРАФИЯ

- Ковязин В. Ф., Лепихина О. Ю., Зимин В. П.* Группировка земель монопрофильных городов при их кадастровой оценке 97

ЭКОЛОГИЯ

- Чекаев Н. П., Кузнецов А. Ю.* Влагосберегающая роль стокорегулирующих лесных полос в структуре агролесоландшафтов 109

**UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION**

NATURAL SCIENCES

№ 4 (16)

2016

CONTENTS

BIOLOGY

<i>Zaks S. S., Kuzmin A. A., Titov S. V.</i> Genetic structure of spotted ground squirrel populations (<i>Spermophilus suslicus</i> Güld.) in Middle Volga region according to nDNA analysis data.....	3
<i>Grishina Zh. W., Gengin M. T.</i> Research of activity and physical-chemical properties of cathepsin D in drone brood larvae at different stages of development	14
<i>Leonova N. A.</i> The history of man-made transformation of vegetation on forest-steppe landscapes of western slopes of the Volga Uplands	23
<i>Solovev V. B., Volodin R. N.</i> A study of the role of succinate dehydrogenase in the mechanisms of lactic acid concentration increasing at the anaerobic threshold	38
<i>Pogosyan D. G.</i> Physiological aspects of using forage legumes in the diet of ruminants	44
<i>Novikova L. A.</i> A catalog of angiosperm plants of the I. I. Sprygin's Herbarium (Part 7)	53

CHEMISTRY

<i>Poluboyarinov P. A., Moiseeva I. Ya., Glebova N. N.</i> Determination of interaction products of selenite sodium and amino acid selenocystine with reduced glutathione by HPLC method.....	77
<i>Kormishina A. E., Mizina P. G., Melenteva E. S., Kozlov D. V.</i> New application prospects for Undory therapeutic clay	88

GEOGRAPHY

<i>Kovjazin V. F., Lepikhina O. Yu., Zimin V. P.</i> The grouping of lands of single-industry towns for cadastral valuation thereof.....	97
--	----

ECOLOGY

<i>Chekaev N. P., Kuznetsov A. Yu.</i> A moisture preserving role of forest strips in the structure of agro-forest-landscapes	109
---	-----

УДК 591.557:599.322.2

DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-1

С. С. Закс, А. А. Кузьмин, С. В. Титов

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ КРАПЧАТОГО СУСЛИКА (*SPERMOPHILUS SUSLICUS* GÜLD.) В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ЯДНК¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Изучение популяционного полиморфизма у видов животных, имеющих широкое распространение, было и остается одной из актуальных задач популяционной экологии. Особенно такие исследования необходимы при изучении ареалов видов, резко сокращающих свою численность или находящихся в долговременном депрессивном состоянии. Целью исследования было изучение уровня генетического полиморфизма особей в современных популяциях крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Güld.), обнаруженных на территории Ульяновской области, с использованием молекулярно-генетического маркера яДНК – 6 интрона гена p53.

Материалы и методы. Была исследована генетическая структура 24 популяций крапчатого суслика, обнаруженных на территории Ульяновской области. Обобщенная выборка составила 203 особи. Были использованы специфические для сусликов праймеры, применяемые для амплификации фрагментов интрона 6 гена p53. Генетическую структуру популяций описывали по четырем показателям: по доле аллелей гена в поселении, уровню гетерозиготности, соотношению Харди – Вайнберга, индексам фиксации (F-статистика) при использовании программы Arlequin ver. 3.1 и пакета программ Statistica for Windows.

Результаты. При анализе фрагментов 6 интрона гена p53 были обнаружены две различные по массе аллели. Исследования аллельного разнообразия 24 популяций крапчатого суслика в Ульяновской области выявили частотное преобладание аллели S1 интрона 6 гена p53. В обобщенной выборке ($n = 202$) частота этой аллели составила 0,693, при этом проведенный χ^2 -тест ожидаемых и наблюдаемых частот генотипов (S1/S1, S1/S2, S2/S2) не выявил расхождений от теоретической модели их распределения ($1,723$, $df = 2$, $p = 0,423$). В целом полученные результаты подтверждают выявленную ранее метапопуляционную структуру.

Выводы. Анализ частот генотипов по использованному ядерному генетическому маркеру как в случае сравнения отдельных популяций, так и в случае с обобщенной выборкой свидетельствует о том, что в этих популяциях автономные генетические процессы проходят в соответствии с законом Харди – Вайнберга, и, следовательно, в них отсутствуют какие-либо признаки действия отбора. Наблюдаемая разобщенность популяций крапчатых сусликов связана с географическими барьерами. Она проявляется в метапопуляционной струк-

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-60059 мол_а_дк и проекта №14-04-00301 а (исследования в 2014–2015 гг.).

туре восточной части ареала этого вида и подтверждается генетическими данными по аллельному распределению интрона 6 гена p53.

Ключевые слова: крапчатый суслик, ядерная ДНК, ген p53, Ульяновская область.

S. S. Zaks, A. A. Kuzmin, S. V. Titov

**GENETIC STRUCTURE OF SPOTTED GROUND SQUIRREL
POPULATIONS (*SPERMOPHILUS SUSLICUS* GÜLD.)
IN MIDDLE VOLGA REGION ACCORDING
TO nDNA ANALYSIS DATA**

Abstract.

Background. The study of population polymorphism in wide spread animal species has always been one of topical tasks of population ecology. Such researches are especially important when studying habitats of species that rapidly decrease in numbers or have long-term depressive statements. The goal of the research work is to study genetic polymorphism levels of individuals in living populations of Spotted Ground Squirrel (*Spermophilus suslicus* Güld.), found in the territory of Ulyanovsk region, using nuclear DNA locus – intron 6 gene p53.

Materials and methods. The genetic structure of 24 local spotted souslik populations in the territory of Ulyanovsk region was studied. The total sample size – 203 individuals. Specific primers for ground squirrels applicable for intron 6 gene p53 amplification were used. The genetic structure of populations was described by 4 parameters: percentage of gene's alleles in a population, heterozygosity level, Hardy – Weinberg equilibrium, fixation indices (F-statistics) using Arlequin ver. 3.1 and Statistica for Windows software.

Results. During the analysis of intron 6 gene p53 fragments two alleles with different masses were detected. The study of allelic diversity of 24 populations of spotted souslik in Ulyanovsk region has revealed frequency predominance of the S1 allele. In the total sample ($n = 202$) the frequency of S1-allele was 0,693. Herewith the χ^2 -test of expected and observed genotypes' frequencies (S1/S1, S1/S2, S2/S2) hasn't revealed any deviations from a theoretical model of their distribution (1,723, $df = 2$, $p = 0,423$). The obtained results confirm the metapopulation structure revealed earlier.

Conclusions. The analysis of genotypes' frequencies according to the used nDNA locus between populations as well as the whole data shows that autonomous genetic processes correspond to the Hardy – Weinberg's law. Consequently, there is no selection in these populations. The observed dissociation of populations is reasoned by geographical barriers. It displays itself in the metapopulation structure of the eastern part of specie's habitat and is confirmed by genetic data according to intron 6 gene p53 allelic distribution.

Key words: spotted ground squirrel, nuclear DNA, gene p53, Ulyanovsk region.

Изучение популяционного полиморфизма у видов животных, имеющих широкое распространение, было и остается одной из актуальных задач популяционной экологии [1]. Изучение динамики ареала во времени и пространстве с привлечением данных о генетической структуре популяций, кроме выявления причин таких хорологических изменений, позволяет составить прогноз развития ситуации на будущее. Особенно это важно при исследовании ареалов видов, резко сокращающих свою численность или находящихся

в долговременном депрессивном состоянии и требующих проведения охранных мероприятий [2]. Именно к таким видам млекопитающих относится крапчатый суслик (*Spermophilus suslicus* Güld.), включенный в Красные книги большинства субъектов Поволжского региона [3–7], а также в Красную книгу Международного союза охраны природы (МСОП) (<http://www.iucnredlist.org/details/20492/0>).

Целью исследования было изучение уровня генетического полиморфизма особей в современных популяциях крапчатого суслика, обнаруженных на территории Ульяновской области, с использованием молекулярно-генетического маркера яДНК – 6 интрона гена p53.

Материалы и методы

Материал для работы был собран в ходе проведения экспедиционных работ в период 2014–2016 гг. в Ульяновской области. Была исследована генетическая структура 24 популяций крапчатого суслика, обнаруженных на территории Ульяновской области. Обобщенная выборка составила 202 особи (табл. 1). В молекулярно-генетическом анализе были использованы выборки всех географически разобнесенных популяций, а в статистическую обработку полученных данных были вовлечены только те из них, у которых величина выборки превышала три особи ($n = 15$).

Таблица 1

Исследованные на аллельное разнообразие интрона 6 гена p53 популяции крапчатого суслика в Ульяновской области

Популяция	N	Адрес поселения	Выявленные генотипы		
			S1/S1	S1/S2	S2/S2
1	2	3	4	5	6
1. Беловодье	3	Окр-ти с. Беловодье, Карсунский р-н, 54°15' с.ш., 46°39' в.д.	2	1	0
2. Белозерье	2	Окр-ти с. Белозерье, Карсунский р-н, 54°16' с.ш., 47°16' в.д.	2	0	0
3. Бестужевка	2	Окр-ти с. Бестужевка, Кузоватовский р-н, 53°44' с.ш., 47°38' в.д.	2	0	0
4. Волчанка	3	Окр-ти с. Волчанка, Радищевский р-н, 53°00' с.ш., 47°10' в.д.	1	2	0
5. Вязовка	4	Окр-ти с. Вязовка, Радищевский р-н, 52°54' с.ш., 48°22' в.д.	4	0	0
6. Загоскино	2	Окр-ти с. Загоскино, Майнский р-н, 53°53' с.ш., 47°38' в.д.	0	2	0
7. Зыково	4	Окр-ти с. Зыково, Новоспасский р-н, 53°04' с.ш., 47°46' в.д.	2	1	1
8. Красноборск	5	Окр-ти пос. Красноборск, 53°45' с.ш., 48°02' в.д.	2	2	1
9. Николаевка	38	Окр-ти пос. Николаевка, Николаевский р-н, 53°07' с.ш., 47°19' в.д.	24	14	0

1	2	3	4	5	6
10. Новое Погорелово	5	Окр-ти с. Новое Погорелово, Вешкаймский р-н, 54°09' с.ш., 46°50' в.д.	2	1	2
11. Русские Горенки	8	Окр-ти с. Русские Горенки, Карсунский р-н, 54°15' с.ш., 46°44' в.д.	5	1	2
12. Сарым	2	Ур. Сарым, Теренгульский р-н, 53°36' с.ш., 48°19' в.д.	0	1	1
13. Смышляевка	79	Окр. с. Смышляевка, Кузоватовский р-н, 53°45' с.ш., 47°44' в.д.	20	44	15
14. Соловчиха	2	Окр-ти с. Соловчиха, Радищевский р-н, 52°58' с.ш., 47°48' в.д.	2	0	0
15. Старая Ярыкла	2	Окр-ти с. Старая Ярыкла, Теренгульский р-н, 53°41' с.ш., 47°58' в.д.	2	0	0
16. Студенец	2	Окр-ти ст. Студенец, Кузоватовский р-н, 53°25' с.ш., 47°58' в.д.	2	0	0
17. Сухаревка	3	Окр-ти с. Сухаревка, Майнский р-н, 53°58' с.ш., 47°47' в.д.	3	0	0
18. Сухая Терешка	1	Окр-ти с. Сухая Терешка, Николаевский р-н, 52°59' с.ш., 47°29' в.д.	1	0	0
19. Тимерсяны	10	Окр-ти с. Нижние Тимерсяны, Цильнинский р-н, 54°33' с.ш., 47°48' в.д.	7	3	0
20. Трубетчина	7	Окр-ти с. Трубетчина, Кузоватовский р-н, 53°38' с.ш., 47°52' в.д.	5	2	0
21. Урено-Карлинское	6	Окр-ти с. Урено-Карлинское, Карсунский р-н, 54°15' с.ш., 47°15' в.д.	3	2	1
22. Чувашская Кулатка	1	Окр-ти с. Чувашская Кулатка, Старокулатский р-н, 52°43' с.ш., 47°43' в.д.	1	0	0
23. Шевченко	5	Окр-ти пос. Шевченко, Радищевский р-н, 52°53' с.ш., 48°11' в.д.	3	2	0
24. Элита	6	Окр-ти пос. Элита, Сурский р-н, 54°28' с.ш., 46°51' в.д.	6	0	0
Всего:	202		101	78	23

Молекулярно-генетические исследования проведены на базе лаборатории молекулярной экологии и систематики животных кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного университета.

ДНК выделяли из образцов печени или когтевых фаланг пальцев, зафиксированных в этаноле (96 %). Предварительно гомогенизовав, небольшие кусочки ткани (около 50 мг) инкубировали в течение 6–12 ч в смеси, включающей 0,5 мл буфера STE, 50 мкл 10 %-го додецилсульфата натрия (SDS) и 17 мкл протеиназы К, при 50 °С с последующей фенольной экстракцией [8].

Полимеразную цепную реакцию (PCR) проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 50 мМ Трис-НСl (рН 8,9), 20 мМ сульфата аммония, 20 мкМ ЭДТА, 170 мкг/мл бычьего сывороточного альбумина (BSA), смесь

дезоксинуклеозидтрифосфатов (200 мкМ каждого из них), 2 мМ хлористого магния, 0,6 мкМ каждого из праймеров, 0,1–0,2 мкг ДНК и 2 ед. акт. Таq-полимеразы. Реакцию проводили при условиях – 94 °С – 1 мин, 60 °С – 1 мин (отжиг), 72 °С – 1–3 мин (30 циклов). В работе были использованы специфические для сусликов праймеры, применяемые для амплификации фрагментов интрона 6 гена p53: Sp53 6D – 5'-gactggaagggattgtcattg-3' и Sp53 6R – 5'-cactggcctaacatatgtgag-3' [9]. Впоследствии полученные таким образом PCR-продукты были подвергнуты электрофоретическому разделению в 6 %-м полиакриламидном геле (ПААГ) с целью выявления аллельного состава генотипа для каждого образца.

Генетическую структуру популяций описывали по четырем статическим и динамическим показателям: 1) доле аллелей гена в поселении. Принимали как показатель генетического разнообразия; 2) уровню гетерозиготности. Вычисляли в ходе проведения простейших статистических процедур и при использовании программы *Arlequin* ver. 3.1; 3) соответствию наблюдаемого соотношения генотипов с теоретически ожидаемым (соотношение Харди – Вайнберга). Выявляли с помощью проведения простейших статистических процедур (χ^2 -тест) и при использовании программы *Arlequin* ver. 3.1; 4) индексам фиксации (*F*-статистика). При использовании программы *Arlequin* ver. 3.1 вычисляли значения иерархических коэффициентов *F*, с помощью которых выявляли метапопуляционную структуру восточной части ареала крапчатого суслика.

Достоверность различий параметрических показателей оценивалась по критерию Стьюдента при пороговом значении $p < 0,05$, а непараметрических – с помощью χ^2 -теста. При обработке многомерных показателей был использован пакет программ *Statistica for Windows*.

Результаты и обсуждение

При анализе полученных в ходе проведения амплификации и гелелектрофореза фрагментов 6 интрона гена p53 образцов, использованных в исследовании, было обнаружено, как показывают фореграммы, две различные по массе аллели (рис. 1). Различия в массах обнаруженных аллельных фрагментов 6 интрона гена p53 по данным секвенирования связаны с различной длиной так называемого ID-повтора (поли-Т-хвоста) характерного для грызунов.

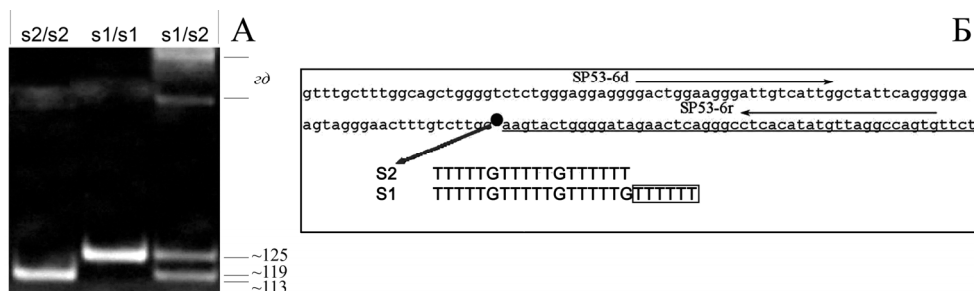


Рис. 1. Выявленные у крапчатого суслика аллели (S1,S2) 6 интрона гена p53:
 А – гомозиготные и гетерозиготный варианты генотипов;
 Б – выявленные различия в длине ID-повтора в аллелях

Исследования аллельного разнообразия 24 популяций крапчатого суслика в Ульяновской области выявили частотное преобладание аллели S1 интрона 6 гена *p53* (табл. 1). В обобщенной выборке ($n = 202$) частота этой аллели составила 0,693, тогда как для второй аллели (S2) этот показатель оказался значительно ниже по своему значению – 0,307. При этом проведенный χ^2 -тест ожидаемых и наблюдаемых частот генотипов (S1/S1, S1/S2, S2/S2) не выявил расхождений от теоретической модели их распределения ($1,723$, $df = 2$, $p = 0,423$).

Анализ генетической структуры локальных популяций *S. suslicus* показал, что в 17 из 24 популяций не обнаружен генотип S2/S2, в 10 не было обнаружено гетерозигот (S1/S2), а только в 6 присутствуют особи всех возможных вариантов генотипов. При этом, как и в случае с обобщенной выборкой, проведенный χ^2 -тест ожидаемых и наблюдаемых частот генотипов не выявил различий ($0,118 \div 4,016$, $df = 2$, $p = 0,134 \div 0,943$) в 15 подлежащих этому анализу популяциях (табл. 2).

Таблица 2

Частоты аллелей 6 интрона гена *p53* в популяциях ($n > 3$) крапчатого суслика из Ульяновской области и достоверность результатов χ^2 -теста ожидаемых и наблюдаемых частот генотипов в них: номера популяций соответствуют порядковым в таблице локалитетов (см. табл. 1)

Популяция	N	Частота аллелей		Результаты χ^2 -теста ожидаемых и наблюдаемых частот генотипов
		S1	S2	
1. Беловодье	3	0,833	0,167	0,118, $df = 2$, $p = 0,943$
4. Волчанка	3	0,667	0,333	0,759, $df = 2$, $p = 0,684$
5. Вязовка	4	1,000	0,000	–
7. Зыково	4	0,625	0,375	0,882, $df = 2$, $p = 0,643$
8. Красноборск	5	0,600	0,400	0,139, $df = 2$, $p = 0,933$
9. Николаевка	38	0,816	0,184	1,945, $df = 2$, $p = 0,378$
10. Новое Погорелово	5	0,500	0,500	1,800, $df = 2$, $p = 0,407$
11. Русские Горенки	8	0,688	0,312	4,016, $df = 2$, $p = 0,134$
13. Смышляевка	79	0,538	0,462	1,135, $df = 2$, $p = 0,567$
17. Сухаревка	3	1,000	0,000	–
19. Тимерсяны	10	0,850	0,150	0,307, $df = 2$, $p = 0,858$
20. Трубетчина	7	0,857	0,143	0,189, $df = 2$, $p = 0,910$
21. Урено-Карлинское	6	0,667	0,333	0,384, $df = 2$, $p = 0,825$
23. Шевченко	5	0,800	0,200	0,313, $df = 2$, $p = 0,855$
24. Элита	6	1,000	0,000	–

Таким образом, анализ частот генотипов интрона 6 гена *p53*, как в случаях сравнения отдельных популяций, так и в случае с обобщенной выборкой, свидетельствует о том, что в этих популяциях автономные генетические процессы проходят в соответствии с законом Харди – Вайнберга, и, следовательно, в них отсутствуют какие-либо признаки действия отбора.

Выявленная по данным анализа митохондриальной ДНК метапопуляционная структура ареалов видов наземных беличьих, обитающих на территории Ульяновской области, подтверждается для крапчатого суслика результатами анализа генетической структуры его ареала по ядерному маркеру – интрону 6 гена *p53* [10, 11].

Проведенный анализ соответствия соотношения наблюдаемых частот генотипов интрона 6 гена *p53* (S1/S1, S1/S2, S2/S2) к теоретически ожидаемым значениям в пяти метапопуляционных группировках (рис. 2) выявил достоверные отличия только по Северо-Западной (Присурской) метапопуляции ($\chi^2 = 10,445$, $df = 2$, $p = 0,005$). Это, возможно, указывает на действие отбора или проявления деструктивных процессов в популяции, связанных в первую очередь с падением численности особей в локальных популяциях. В остальных метапопуляциях (Южной (Сызранской), Восточной (Приволжской), Центральной и Северной) автономные генетические процессы проходят в соответствии с законом Харди – Вайнберга, и, следовательно, в них отсутствуют какие-либо признаки действия отбора ($\chi^2 = 0,201 \div 1,655$, $df = 2$, $p = 0,437 \div 0,905$).

Выделение указанных метапопуляций по результатам анализа характера распределения поселений *S. suslicus* относительно выраженности физико-географических преград к расселению и анализа мтДНК подтверждается сопоставлением частотных показателей генотипов в них. Были выявлены достоверные различия между метапопуляциями почти при всех парах сравнения ($\chi^2 = 594,850 \div 50,183$, $df = 2$, $p < 0,0001$). Только при сравнении частот генотипов Северной и Северо-Западной (Присурской) метапопуляций достоверные различия не были выявлены ($\chi^2 = 4,183$, $df = 2$, $p = 0,123$). Это, возможно, указывает на недостаточную надежность барьерной роли р. Барыш в процессе формирования фрагментированного ареала крапчатого суслика на территории Ульяновской области.

В проведенных ранее исследованиях нами было показано, что модель метапопуляционной структуры восточной части ареала крапчатого суслика, представленная пятью метапопуляциями, имеет право на существование. Проведенный анализ по индексам фиксации (F-статистика) митохондриальных маркеров (D-loop, *cyt B*) позволил тогда построить иерархические ряды F-коэффициентов F_{IS} - F_{SC} - F_{IT} - F_{CT} (D-loop – 0,186-0,190-0,334-0,011, *cyt B* – 0,164-0,189-0,313-0,014 соответственно), что свидетельствовало о реальном обособленном существовании выделенных метапопуляционных группировок [11].

По результатам анализа метапопуляционной структуры ареала крапчатого суслика в Ульяновской области с использованием данных по ядерному маркеру – 6 интрону гена *p53* – были получены следующие результаты. Индекс фиксации генотипов во всех проанализированных популяциях *S. suslicus* оказался достаточно высоким ($F_{ST} = 0,406$), что свидетельствует о надежной изоляции локальных популяций и отсутствии масштабного обмена генетическим материалом между ними за счет мигрантов. Полученный иерархический ряд F-коэффициентов F_{IS} - F_{SC} - F_{IT} - F_{CT} (0,047-0,065-0,137-0,031 соответственно) хотя и представлен по сравнению с митохондриальными маркерами более низкими по значению индексами, также свидетельствует о реальном обособленном существовании выделенных метапопуляционных группировок. Таким образом, выявленная метапопуляционная структура восточной части ареала крапчатого суслика подтверждается как данными по митохондриальной, так и ядерной ДНК.

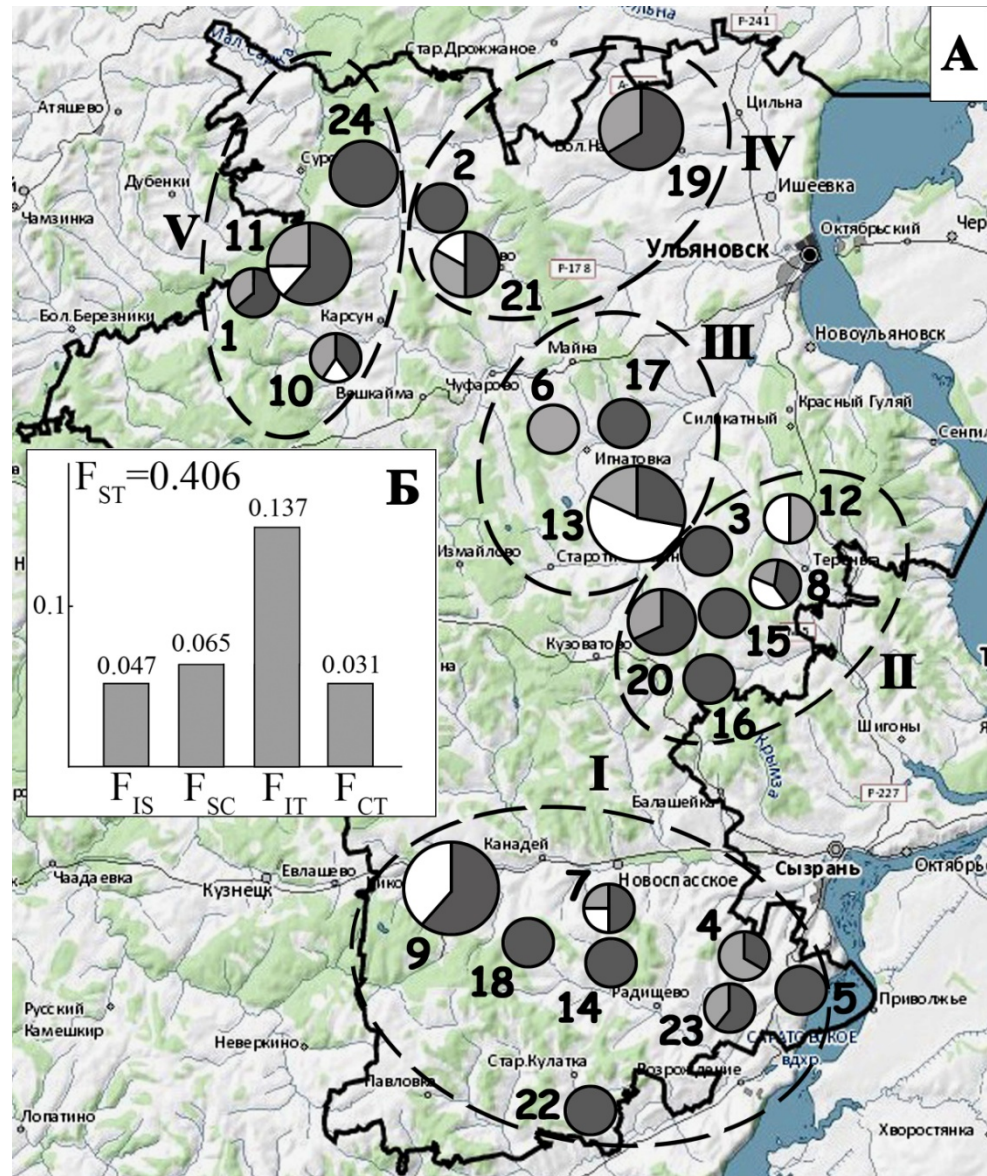


Рис. 2. Распределение генотипов интрона 6 гена 53 в локальных популяциях крапчатого суслика в Ульяновской области (А): цифрами указаны номера популяций (см. табл. 1); большими пунсонами выделены популяционные выборки с $n > 10$ особей, средними – выборки с $n = 5-10$ особей, малыми – выборки с $n < 5$; темно-серым цветом показаны гомозиготы по аллели S1, светло-серым – гетерозиготы S1/S2, белым – гомозиготы по аллели S2; пунктирной линией показаны границы метапопуляций: I – Южной (Сызранской) ($n = 58$), II – Восточной (Приволжской) ($n = 20$), III – Центральной ($n = 82$), IV – Северной ($n = 18$), V – Северо-Западной (Присурской) ($n = 20$); результаты анализа генетической структуры выделенных метапопуляций по индексам фиксации (многоуровневая F -статистика) (Б): F_{IS} – индекс фиксации гаплотипов (гамет) между особями в локальных популяциях; F_{SC} – индекс фиксации генотипов между локальными популяциями внутри метапопуляций; F_{IT} – индекс фиксации гаплотипов (гамет) между локальными популяциями из разных метапопуляций; F_{ST} – индекс фиксации популяций между метапопуляциями

Выводы

Таким образом, анализ генетической структуры популяций по ядерному гену р53 свидетельствует, что во всех проанализированных популяциях внутренние автономные генетические процессы идут в соответствии с теоретически ожидаемыми. Несмотря на это, есть негативные факты, указывающие на нестабильность и дефективность генетической структуры популяций крапчатого суслика. Это, например, сильная генетическая однородность населения в пределах популяций и достоверно значимые различия географических популяций, свидетельствующие об их сильной изоляции.

Анализ частот генотипов по использованному ядерному генетическому маркеру как в случае сравнения отдельных популяций, так и в случае с обобщенной выборкой свидетельствует о том, что в этих популяциях автономные генетические процессы проходят в соответствии с законом Харди – Вайнберга, и, следовательно, в них отсутствуют какие-либо признаки действия отбора. Наблюдаемая разобщенность популяций крапчатых сусликов связана с географическими барьерами. Она проявляется в метапопуляционной структуре восточной части ареала этого вида и подтверждается генетическими данными по аллельному распределению интрона 6 гена р53.

Список литературы

1. **Алтухов, Ю. П.** Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Академкнига, 2003. – 431 с.
2. **Титов, С. В.** Современное распространение и изменение численности крапчатого суслика в восточной части ареала / С. В. Титов // Зоологический журнал. – 2001. – Т. 80, № 2. – С. 230–235.
3. Красная книга Ульяновской области / под науч. ред. Е. А. Артемьевой, А. В. Масленникова, М. В. Корепова. – М. : Буки Веди, 2015. – 550 с.
4. Красная книга Пензенской области. Том 2. Животные. – Пенза : Пензенская правда, 2005. – 300 с.
5. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. – Саратов : Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратовской области, 2006. – 528 с.
6. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). – 2-е изд. – Казань, 2006. – 832 с.
7. Красная книга Чувашской Республики. Том 1. Часть 2. Животные. – Чебоксары : РГУП «ИПК Чувашия», 2011 (2010). – 372 с.
8. **Sambrook, J.** Molecular cloning: A laboratory Manual / J. Sambrook, E. F. Fritsch, T. Maniatis. – 2nd ed. – New York : Cold Spring Harbor Laboratory Press : Cold Spring Harbor, 1989. – P. 58–64.
9. Изучение гибридизации четырех видов сусликов (*Spermophilus*: *Rodentia*, *Sciuridae*) молекулярно-генетическими методами / О. А. Ермаков, В. Л. Сурин, С. В. Титов, А. Ф. Тагиев, А. В. Лукьяненко, Н. А. Формозов // Генетика. – 2002. – Т. 38, № 7. – С. 950–964.
10. **Наумов, Р. В.** Особенности экологии и современное распространение степного сурка (*Marmota bobak* Muller, 1776) в Самарской области: предварительные данные / Р. В. Наумов, А. А. Кузьмин, С. В. Титов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 60–68.
11. Динамика ареалов и современное состояние поселений наземных белчиц в правобережных районах Поволжья / С. В. Титов, А. А. Кузьмин, Р. В. Наумов, О. А. Ермаков, С. С. Закс, О. В. Чернышова. – Пенза : ПГУ, 2015. – 124 с.

References

1. Altukhov Yu. P. *Geneticheskie protsessy v populyatsiyakh* [Genetic processes in populations]. Moscow: Akademkniga, 2003, 431 p.
2. Titov S. V. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoological journal]. 2001, vol. 80, no. 2, pp. 230–235.
3. *Krasnaya kniga Ul'yanovskoy oblasti* [The red book of Ulyanovsk region]. Ed. by E. A. Artem'eva, A. V. Maslennikov, M. V. Korepov. Moscow: Buki Vedi, 2015, 550 p.
4. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. Tom 2. Zhivotnye* [The red book of Penza region. Vol. 2. Animals]. Penza: Penzenskaya pravda, 2005, 300 p.
5. *Krasnaya kniga Saratovskoy oblasti. Griby. Lishayniki. Rasteniya. Zhivotnye* [The red book of Saratov region. Fungi. Lichens. Plants. Animals]. Saratov: Izd-vo Torgovopromyshlennoy palaty Saratovskoy oblasti, 2006, 528 p.
6. *Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnye, rasteniya, griby)* [The red book of the Republic of Tatarstan (animals, plants, fungi)]. 2nd ed. Kazan, 2006, 832 p.
7. *Krasnaya kniga Chuvashskoy Respubliki. Tom 1. Chast' 2. Zhivotnye* [The red book of the Republic of Chuvashia. Vol. 1. Part 2. Animals]. Cheboksary: RGUP «IPK Chuvashiya», 2011 (2010), 372 p.
8. Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. *Molecular cloning: A laboratory Manual*. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press: Cold Spring Harbor, 1989, pp. 58–64.
9. Ermakov O. A., Surin V. L., Titov S. V., Tagiev A. F., Luk'yanenko A. V., Formozov N. A. *Genetika* [Genetics]. 2002, vol. 38, no. 7, pp. 950–964.
10. Naumov R. V., Kuz'min A. A., Titov S. V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 4 (4), pp. 60–68.
11. Titov S. V., Kuz'min A. A., Naumov R. V., Ermakov O. A., Zaks S. S., Chernyshova O. V. *Dinamika arealov i sovremennoe sostoyaniye poseleniy nazemnykh belich'ikh v pravoberezhnykh rayonakh Povolzh'ya* [Areal dynamics and contemporary conditions of ground squirrel habitats in right-bank areas of Volga region]. Penza: PGU, 2015, 124 p.

Закс Светлана Сергеевна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, научно-исследовательский отдел, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: s.s.zaks@yandex.ru

Zaks Svetlana Sergeevna

Candidate of biological sciences, senior researcher, research department, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кузьмин Антон Алексеевич

кандидат биологических наук, доцент, кафедра биотехнологий и техносферной безопасности, Пензенский государственный технологический университет (Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11)

E-mail: kuzmin-puh@yandex.com

Kuzmin Anton Alekseevich

Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of biotechnology and technosphere safety, Penza State Technological University (1a/11 Baidukova lane/Gagarina street, Penza, Russia)

Титов Сергей Витальевич

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой зоологии
и экологии, декан факультета физико-
математических и естественных наук,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: svtitov@yandex.ru

Titov Sergey Vital'evich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of zoology
and ecology, dean of the faculty of physics,
mathematics and natural sciences, Penza
State University (40 Krasnaya street, Penza,
Russia)

УДК 591.557:599.322.2

Закс, С. С.

Генетическая структура популяций крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Güld.) в Среднем Поволжье по данным анализа яДНК / С. С. Закс, А. А. Кузьмин, С. В. Титов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 3–13. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-1

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТЕПСИНА D ЛИЧИНОК ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация.

Актуальность и цели. В нашей работе мы исследовали активность и некоторые физико-химические свойства катепсина D в личинках трутневого расплода на разных стадиях онтогенеза с целью выяснения динамики изменения активности катепсина D и его роли в ходе развития трутневых личинок.

Материалы и методы. Работа выполнена на личинках трутневого расплода разного возраста. Методом гель-фильтрации идентифицированы две формы фермента, различающихся по молекулярной массе. Найден рН оптимум действия этих форм, исследовано их отношение к специфическому ингибитору катепсина D – пепстатину.

Результаты. Установлена динамика изменения активности катепсина D в личинках трутневого расплода на разных стадиях развития. Идентифицированы две формы, различающихся по молекулярной массе, данного фермента в личинках трутневого расплода. Установлено, что специфический ингибитор для катепсина D позвоночных животных – пепстатин – является неэффективным для катепсина D личинок трутней.

Выводы. Предполагается, что такая динамика изменения активности катепсина D частично отражает метаболизм белков в клетке на конкретном этапе развития личинок.

Ключевые слова: катепсин D, трутневой расплод, онтогенез.

Zh. W. Grishina, M. T. Gengin

RESEARCH OF ACTIVITY AND PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF CATHEPSIN D IN DRONE BROOD LARVAE AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

Abstract.

Background. In our study, we examined the activity and some physicochemical properties of cathepsin D in drone brood larvae at different stages of ontogeny in order to clarify the dynamics of changes in the activity of cathepsin D and its role in the development of drone larvae.

Materials and methods. The dealt with drone brood larvae of various ages. By gel filtration the authors identified two enzyme forms, differing in molecular weight. The researchers found the pH optimum of action of these forms and studied their relation to a specific inhibitor of cathepsin D – pepstatin.

Results. The authors ascertained the dynamics of changes of cathepsin D activity in the larvae of drone brood at different stages of development. It identified two forms, differing in the molecular weight of the enzyme in the larvae of drone brood. It was found that a specific inhibitor of cathepsin D of vertebrates – pepstatin – is ineffective for cathepsin D of drone larvae.

Conclusions. It is expected that such dynamics of cathepsin D activity changes partially reflects the metabolism of proteins in a cell at a particular stage of larval development.

Key words: cathepsin D, drone brood larvae, ontogenesis.

Введение

Для понимания эволюционного развития организмов чрезвычайно важно исследование молекулярных механизмов регуляции метаболизма на конкретных этапах онтогенеза. Обмен веществ на протяжении всего жизненного цикла любого организма претерпевает существенные изменения. Особенно интенсивно эти процессы протекают у насекомых при смене фаз развития.

В качестве объекта исследования мы использовали личинки трутневого расплода. Известно, что масса трутневой личинки за несколько суток увеличивается в полторы тысячи раз, что позволяет говорить о высокой интенсивности обмена веществ [1].

Скорость и направленность метаболических процессов, как известно, определяются ферментативными реакциями, среди которых особо можно выделить ферменты белкового катаболизма, к которым относятся протеолитические ферменты. В результате действия этих ферментов в клетке, с одной стороны, разрушаются «отработанные» белки, а с другой – высвобождаются пептиды, аминокислоты с новыми физико-химическими и биологическими свойствами, что, естественно, сказывается на всем комплексе обменных процессов. Другими словами, протеолитические ферменты осуществляют контроль над метаболизмом в клетке на протяжении всего периода существования живого организма. При этом изучение динамики активности протеолитических ферментов в онтогенезе может дать существенную информацию о процессах клеточной дифференцировки и морфогенеза, сопровождающих развитие личинок [2]. Ряд авторов отмечают, что изучение ферментов насекомых в онтогенезе имеет фрагментарный характер, что также относится и к протеолитическим ферментам [3].

В работе исследовали относительно хорошо изученный фермент – катепсин D. Большинство исследователей относят катепсин D к ферментам лизосомальной локализации, принимающих участие в реакциях неспецифического протеолиза [4–7]. Также по литературным данным известно, что катепсину D и другим кислым протеазам отводится лидирующая роль в метаболизме запасных белков на стадии эмбриогенеза насекомых (Izumietal., 1994; Giorgietal., 1994).

Цель нашего исследования – изучение активности катепсина D и некоторых его физико-химических свойств на разных стадиях развития трутневых личинок.

Объект и методы исследования

Объектом нашего исследования служили личинки трутневого расплода 1, 2, 3, 4, 5–6- и 7-суточного возраста. Исследование активности катепсина D проводили в водных экстрактах трутневых личинок: 1 г личинок гомогенизировали в 10 мл 0,9 %-го NaCl, затем на рефрижераторной центрифуге в течение 30 мин при 10 000 об/мин отделяли оставшиеся неразрушенные клетки и субклеточные структуры, сливали супернатант и в нем определяли активность фермента. Все операции по приготовлению проб и составлению инкубационной смеси проводили в ледяной бане при температуре 5–7 °С.

В качестве субстрата для определения активности исследуемого фермента использовали 8 %-й гемоглобин. За единицу активности фермента принимали такое его количество, которое катализирует высвобождение 1 мкмоль продукта реакции (тирозина) за 1 мин на 1 мг белка. Количество выделившегося тирозина определяли по калибровочной кривой.

Для проведения опытов по изучению активности катепсина D в инкубационную среду, содержащую 120 мкл 100 мМ натрий-ацетатного буфера (рН = 4,5), добавляли 40 мкл 10 %-го экстракта трутневых личинок, 40 мкл 8 %-го гемоглобина, перемешивали и на 40 мин помещали в водяной термостат на инкубацию при температуре 37 °С. Реакцию останавливали добавлением 200 мкл 5 %-го раствора ТХУ. Пробы центрифугировали 20 мин при 4000 об/мин и отбирали 100 мкл супернатанта на проведение цветной реакции. Количество продуктов гидролиза гемоглобина определяли по методу Лоури [8]. Из полученной величины оптической плотности опытных проб вычитали величину оптической плотности соответствующих контрольных проб, которые отличались от опытных проб тем, что ТХУ в них вносили перед добавлением субстрата.

Для определения молекулярной массы катепсина D использовали гель-фильтрацию, которую осуществляли на колонке 40*1,5 см с сефадексом G-100. На колонку, предварительно уравновешенную 0,9 %-м NaCl, наносили 0,5 мл 10 %-го экстракта (2 мг белка). Скорость элюции белков с колонки составила 20 мл/ч, собирали 28 проб по 2 мл. Параметры колонки: свободный объем – 16 мл, рабочий – 56 мл. Свободный и внутренний объем колонки определяли по голубому декстрану и рибофлавину [9]. Концентрацию элюирующихся белков измеряли спектрофотометрически при длине волны 280 нм. В каждой фракции определяли протеолитическую активность фермента. В качестве маркерных белков для определения молекулярной массы использовали БСА (M_r = 68 000 Да), яичный альбумин (M = 42 000 Да), цитохром C (M_r = 12 000 Да).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel 2010. Сравнение средних значений показателей активности проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента и критерия У Манна – Уитни.

Результаты и их обсуждение

Из литературных данных известно, что рН оптимум катепсина D у насекомых отличается от аналогичного фермента в тканях позвоночных животных (Liu et al., 1996; Giorgi et al., 1997; Иванов, 1985). В связи с этим нами был проведен кинетический анализ: подбор оптимума рН действия, концентрации субстрата, времени инкубации, а также ингибиторный анализ.

Для определения рН оптимума действия катепсина D измерение протеолитической активности вели в диапазоне рН от 3,0 до 6,0 с интервалом точек рН 0,5. Полученные результаты (рис. 1) показали, что оптимум рН действия катепсина D равен 4,5 и практически на единицу сдвинут в щелочную область в отличие от такового фермента тканей и органов позвоночных животных, где рН оптимум данного фермента 3,8 (Е. Пресс, 1960; Huang, Tappel, 1971).

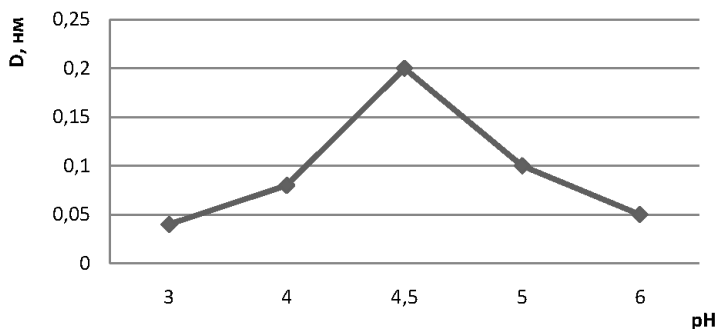


Рис. 1. Зависимость активности катепсина D личинок трутневого расплода от pH инкубационной среды

Ингибиторный анализ показал, что специфический ингибитор катепсина D – пепстатин – незначительно снижает его активность, не более чем на 7–10 %. Подобные данные были получены рядом исследователей на других насекомых [10].

На рис. 2 представлены результаты исследований активности фермента в личинках трутневого расплода разного возраста.

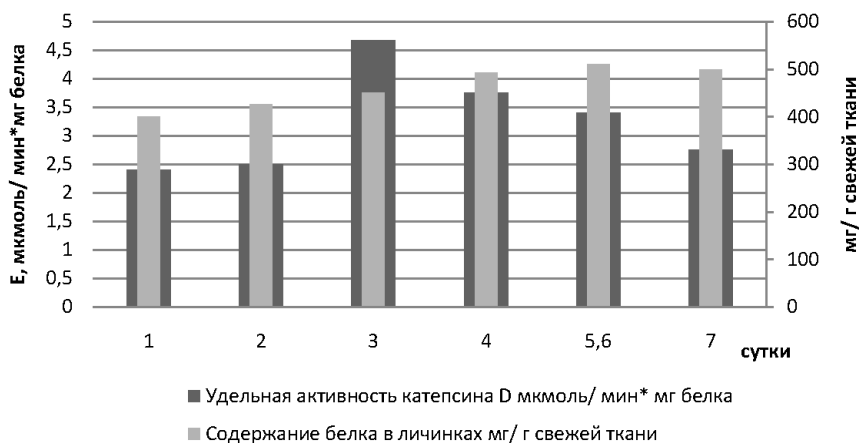


Рис. 2. Удельная активность катепсина D, содержание белка в личинках трутневого расплода на разных стадиях развития ($M \pm m$, $n = 5$)

Из рис. 2 видно, что активность катепсина D наименьшая и практически одинакова в личинках 1- и 2-суточного возраста. Далее, на 3-е сутки, активность фермента увеличивается в 2 раза и затем снижается на 4, 5, 6-е и 7-е сутки, но остается еще выше активности, обнаруживаемой у односуточных личинок. По всей видимости, увеличение активности катепсина D на 3-и сутки связано с началом активизации процесса гидролиза эндогенных запасных белков с целью обеспечения строительным материалом для синтеза новых белков. Активация катепсина D при тех или иных перестройках в организме разных животных отмечена в ряде работ других авторов [4, 6, 11].

Как показано на рис. 3, активация катепсина D происходит уже на 1-е сутки развития личинки и достигает максимума на 3-и сутки, на 4–6-е сутки активность катепсина D снижается, в то время как масса личинки резко

возрастает с 120 до 280 мг. Надо полагать, что 3-и сутки развития личинки являются критическими для активации катепсина D.

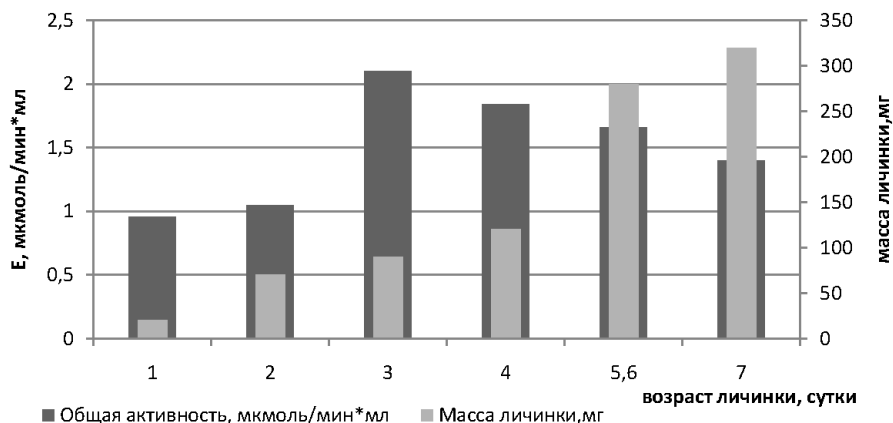


Рис. 3. Общая активность катепсина D, масса личинок на разных стадиях развития ($M \pm m$, $n = 5$)

Результаты фракционирования растворимых белков 10 %-го водного экстракта 3-суточных трутневых личинок методом гель-фильтрации представлены на рис. 4.

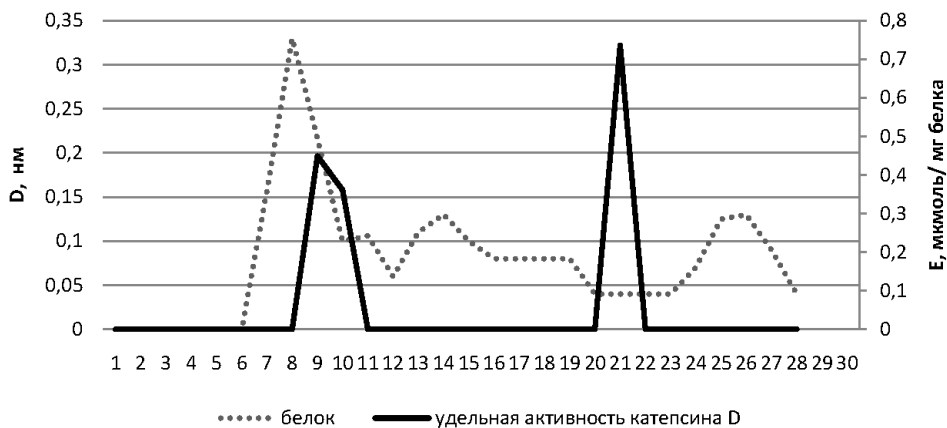


Рис. 4. Фракционирование растворимых белков 10 %-го водного экстракта 3-суточного трутневого расплода на колонке с сефадексом G-100

При гель-хроматографическом разделении установлено, что активность катепсин D-подобной протеиназы проявилась в двух формах, существенно различающихся по молекулярным массам (см. рис. 4). Из литературных данных известно, что катепсин D в клетках существует в виде изоформ. По мнению Танга и соавторов, существование изоформ обусловлено либо микрогетерогенностью тяжелой цепи фермента (положение 228 может занимать как остаток лизина, так и серина, а положение 241 – остатки глицина и глутамина), либо микрогетерогенностью олигосахаридов, связанных с остатком Asn-70 (Азарян, 1989).

По-видимому, сразу за свободным объемом колонки проявляют активность высокомолекулярные формы фермента (120 кДа). Что же касается активности в 21 фракции, то по молекулярной массе (30 кДа) он соответствует таковым ферментам, обнаруженным ранее у других насекомых [10, 11] (рис. 5). Существование изоформ катепсина D с подобными молекулярными массами (45000 Д и 110000 Д) было показано ранее в экстракте мозга крыс (Нурмагомедова и др., 1983).

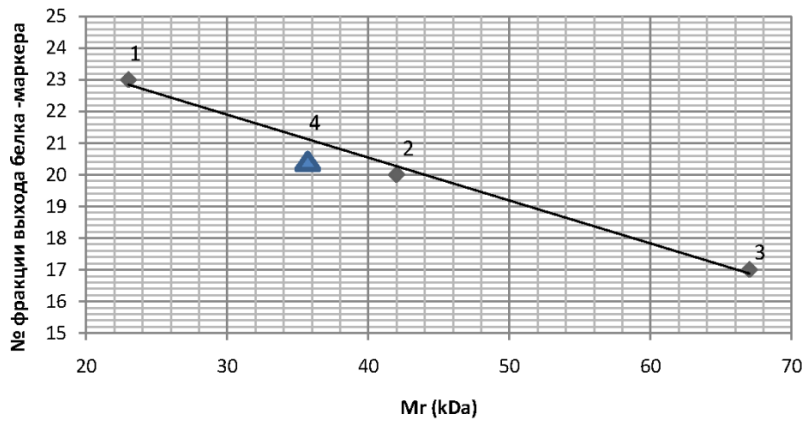


Рис. 5. Калибровочная кривая:
1 – цитохром C; 2 – яичный альбумин; 3 – БСА; 4 – катепсин D

Обнаруженные формы фермента повторяются на каждом этапе онтогенеза личинки, но соотношение их меняется (рис. 6).

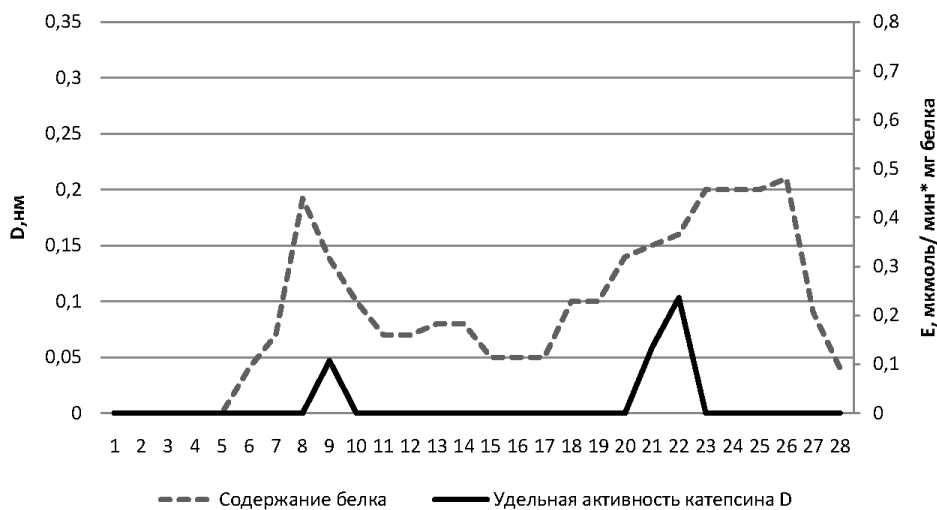


Рис. 6. Фракционирование растворимых белков 10 %-го экстракта 5, 6-суточного трутневого расплода на колонке с сефадексом G-100

Был проведен частичный анализ по изучению физико-химических свойств обнаруженных форм фермента. Определение рН оптимума представлено на рис. 7. Из рисунка видно, что рН обеих форм совпадает и соответствует 4, 5.

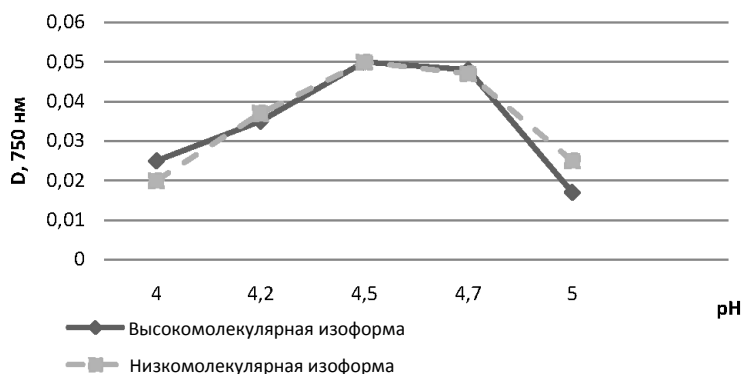


Рис. 7. pH оптимум изоформ катепсина D

В наших опытах было показано, что пепстатин ингибирует катепсин D трутневых личинок на 7–10 %, в то время как обнаруженные нами отдельные формы он ингибирует на 20–21 %. Исходя из этого, можно сказать, что пепстатин является неэффективным ингибитором для катепсина D трутневых личинок так же, как и для катепсина D некоторых других насекомых [10].

Заключение

Активность катепсина D различна в личинках трутневого расплода в зависимости от стадии их развития. Методом гель-фильтрации идентифицировано две формы фермента, различающиеся по молекулярным массам: высокомолекулярная (100–120 кДа) и низкомолекулярная (30–40 кДа). Последующие исследования с выделением и очисткой катепсина D позволят внести ясность по обнаруженным нами формам фермента.

Список литературы

1. **Бурмистрова, Л. А.** Перспективный продукт пчеловодства / Л. А. Бурмистрова // Пчеловодство. – 2005. – № 8. – С. 18.
2. **Клунова, С. М.** Ферменты белкового обмена коконопрядущих насекомых : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Клунова С. М. – М., 2005. – С. 83–89.
3. **Филиппович, Ю. Б.** Ферменты насекомых / Ю. Б. Филиппович, Н. И. Минина. – М. : ВИНТИ, 1976. – Т. 9. – 218 с. – (Итоги науки и техники. Биологическая химия).
4. **Нурмагомедова, П. М.** Пептидгидролазная активность в тканях мозга на ранних этапах постгипотермического периода / П. М. Нурмагомедова // Украинский биохимический журнал. – 1987. – Т. 59, № 4. – С. 91–93.
5. Кининогеназная активность катепсина D / О. Г. Оглоблина, В. В. Руанет, О. В. Казакова, Т. С. Пасхина, В. Н. Орехович // Биохимия. – 1980. – Т. 45, вып. 12. – С. 2217–2223.
6. Катепсины D и B лизосом мозга различных животных / А. Д. Рева, В. А. Березин, А. А. Черная, Н. Ч. Лоханская // Механизмы пластичности мозга. – Махачкала, 1982. – С. 82.
7. Разработка новых эффективных биохимических подходов к регуляции жизнедеятельности насекомых на основе исследования структуры их генома и характеристики конечных продуктов генной активности (белков и ферментов) / Ю. Б. Филиппович, В. М. Банников, А. С. Конищев, Н. М. Кутузова, Г. А. Севастьянова // Биохимия насекомых: структура хроматина и характеристика продуктов генной активности : сб. ст. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1987. – Вып. 26. – С. 3–34.

8. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O. H. Lowry, N. J. Rosebrought, A. G. Farr, R. J. Randall // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–275.
9. Лабораторный практикум «Физико-химические методы исследований» : учеб.-метод. пособие для студентов 3 курса специальности «Биохимия» / сост. В. Б. Соловьев, М. Т. Генгин. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2012. – 72 с.
10. **Ярыгин, Д. В.** Изучение комплекса протеолитических ферментов и их белковых ингибиторов в грене тутового шелкопряда : дис. ... канд. биол. наук / Ярыгин Д. В. – М., 2000. – 163 с.
11. **Высоцкая, Р. У.** Лизосомальные ферменты в ходе жизненного цикла слепней рода *hybomitra* / Р. У. Высоцкая, В. В. Сорокина, В. С. Сидоров // *Паразитология.* – 1995. – № 29, вып. 2. – С. 83–89.

References

1. Burmistrova L. A. *Pchelovodstvo* [Apiculture]. 2005, no. 8, p. 18.
2. Klunova S. M. *Fermenty belkovogo obmena kokonopryadushchikh nasekomykh: avtor-ref. dis. d-ra biol. nauk* [Enzymes of protein metabolism of cocoon-weaving insects: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Moscow, 2005, pp. 83–89.
3. Filippovich Yu. B., Minina N. I. *Fermenty nasekomykh* [Enzymes of insects]. Moscow: VINITI, 1976, vol. 9, 218 p. (Results of science and technology. Biological chemistry).
4. Nurmagedova P. M. *Ukrainskiy biokhimicheskiy zhurnal* [Ukrainian biochemical journal]. 1987, vol. 59, no. 4, pp. 91–93.
5. Ogloblina O. G., Ruanet V. V., Kazakova O. V., Paskhina T. S., Orekhovich V. N. *Biokhimiya* [Biochemistry]. 1980, vol. 45, iss. 12, pp. 2217–2223.
6. Reva A. D., Berezin V. A., Chernaya A. A., Lokhanskaya N. Ch. *Mekhanizmy plastichnosti mozga* [Mechanisms of brain plasticity]. Makhachkala, 1982, p. 82.
7. Filippovich Yu. B., Bannikov V. M., Konichev A. S., Kutuzova N. M., Sevast'yanova G. A. *Biokhimiya nasekomykh: struktura khromatina i kharakteristika produktov gennoy aktivnosti: sb. st.* [Biochemistry of insects: chromatin structure and characteristics of genetic activity products: collected articles]. Moscow: MGPI im. V. I. Lenina, 1987, iss. 26, pp. 3–34.
8. Lowry O. H., Rosebrought N. J., Farr A. G., Randall R. J. *J. Biol. Chem.* 1951, vol. 193, no. 1, pp. 265–275.
9. *Laboratornyy praktikum «Fiziko-khimicheskie metody issledovaniy»: ucheb.-metod. posobie dlya studentov 3 kursa spetsial'nosti «Biokhimiya»* [Laboratory practical course "Physical and chemical research methods": tutorial of 3rd year students majoring in Biochemistry]. Comp. by V. B. Solov'ev, M. T. Gengin. Penza: PGPU im. V. G. Belinskogo, 2012, 72 p.
10. Yarygin D. V. *Izuchenie kompleksa proteoliticheskikh fermentov i ikh belkovykh inhibitorov v grene tutovogo shelkopryada: dis. kand. biol. nauk* [A study of a complex of proteolytic enzymes and their protein inhibitors in mulberry silkworm eggs: dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Moscow, 2000, 163 p.
11. Vysotskaya R. U., Sorokina V. V., Sidorov V. S. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1995, no. 29, iss. 2, pp. 83–89.

Гришина Жанна Валерьевна

аспирант, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: grinzanetk@gmail.com

Grishina Zhanna Waler'evna

Postgraduate student, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Генгин Михаил Трофимович

доктор биологических наук, профессор,
кафедра общей биологии и биохимии,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: gengin07@yandex.ru

Gengin Mikhail Trofimovich

Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of biology
and biochemistry, Penza State
University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

УДК 577.12

Гришина, Ж. В.

Исследование активности и физико-химических свойств катепсина D личинок трутневого расплода разного возраста / Ж. В. Гришина, М. Т. Генгин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 14–22. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-2

ИСТОРИЯ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНЫХ СКЛОНОВ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ¹

Аннотация.

На формирование растительности лесостепных ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности значительное влияние оказывают различные формы и интенсивность хозяйственной деятельности. Спорово-пыльцевой анализ с учетом археологических, архивных и современных данных о совместном обитании лесных, лесостепных и степных видов животных и растений позволяет предполагать наличие на лесостепных территориях в течение голоцена мозаичной структуры биоценотического покрова: сложных сочетаний лесных, луговых, степных и опушечных сообществ. Длительное и интенсивное освоение этой территории привело к существенным изменениям растительного покрова. Установлено, что за последние 300 лет площадь лесных массивов сократилась более чем на половину, а площадь распаханной земли увеличилась в 1,5 раза.

Ключевые слова: растительный покров, западные склоны Приволжской возвышенности, лесостепь, антропогенная трансформация растительности, природопользование.

N. A. Leonova

THE HISTORY OF MAN-MADE TRANSFORMATION OF VEGETATION ON FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF WESTERN SLOPES OF THE VOLGA UPLANDS

Abstract.

The formation of the vegetation on forest-steppe landscapes of western slopes of the Volga Uplands is strongly influenced by different forms and intensity of economic activities. The spore-pollen analysis, taking into account the archaeological, archival and current data on cohabitation of forest, forest steppe and steppe species of animals and plants, suggests the presence of a mosaic biocenotic cover in the forest-steppe areas during the Holocene: complex combinations of forest, meadow, steppe and forest-edge communities. Prolonged and intensive development of the area has led to significant changes in the vegetation cover. It has been found that over the past 300 years, the forest area has decreased by more than a half, while the area of cultivated land has increased 1,5 times.

Key words: vegetation, western slopes of the Volga Uplands, anthropogenic transformation of vegetation, nature management.

Представления о растительности Приволжской возвышенности складывались в течение довольно длительного времени. Первые данные о растительном покрове появились в конце XIX в. и связаны с именами А. Н. Бе-

¹ Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 16-04-00395 А.

кетова (1884; 1896), О. О. Баума (1869–1870), М. Н. Богданова (1871), С. И. Коржинского (1892, 1898, 1899), Г. И. Танфильева (1896, 1902), Д. И. Литвинова (1894).

Начиная с середины прошлого века резко возрастает количество работ, посвященных исследованию истории растительности Русской равнины спорово-пыльцевым методом стратифицированных отложений [1–14]. Исходя из геоморфологических данных, а также с учетом палеоботанического материала авторами предложены сходные варианты ранних этапов эволюции растительного покрова Русской равнины и Приволжской возвышенности (в позднем неоплейстоцене и голоцене). Большинство авторов признают, что в доагрикультурное время на территории Приволжской возвышенности преобладала лесная растительность (широколиственные, сосновые, сосново-широколиственные леса), но значительная территория была занята степной растительностью.

Анализ ареалов широколиственных и темнохвойных видов деревьев, полученных на основе баз данных спорово-пыльцевых спектров [15], позволил высказать предположение о совместном произрастании этих видов на протяжении всего голоцена на большей части Восточной Европы и о существовании здесь смешанной неморально-бореальной флоры.

Однако спорово-пыльцевой анализ имеет ряд существенных недостатков для интерпретации состава растительного покрова по спорово-пыльцевым спектрам. Пыльца разных видов отличается по степени сохранности, дальности ее переноса, пыльцевая продуктивность существенно различается у растений разных видов [10, 16–18]. Плохо сохраняется в торфе пыльца ясени, клена, пихты, лиственницы [19], не сохраняется совершенно пыльца рода тополь [11, 18].

Обобщающая монография по становлению растительности Приволжской возвышенности была представлена В. В. Благовещенским [20], в которой автор обсуждает естественную историю становления растительности региона и отдельно подчеркивает важную роль хозяйственной деятельности в этом процессе.

Отечественная и зарубежная литература располагает достаточно обширными сведениями об антропогенной трансформации растительного покрова [21–31]. Авторами убедительно показаны изменения растительного покрова, почв, климата и гидрологического режима в разные времена и на разных уровнях: от локального до глобального, под влиянием различных форм и интенсивности хозяйственной активности. Наиболее значимые и резкие изменения связаны с уничтожением лесов при освоении территорий.

Хозяйственное освоение лесостепных территорий западных склонов Приволжской возвышенности началось очень рано – начиная с мезолита – около 10–6-го тыс. до н.э. и проходило на фоне интенсификации форм и методов хозяйственной деятельности. Активное заселение территории наблюдалось в неолитический период (5–3 тыс. л.н.) и сопровождалось прямым антропогенным воздействием (рубка) на леса: древесина использовалась для построек, обогрева, обжига керамики, приготовления пищи [32, 33].

В эпоху бронзы (3–2 тыс. до н.э.) скотоводство, причем кочевое, становится главным видом хозяйства жителей [32, 34]. В это время в спорово-

пыльцевых спектрах появляется пыльца культурных злаков [13, 35], а в остеологическом материале сокращается доля костей диких копытных (зубра, тура, тарпана) и увеличивается доля домашнего скота [36–39].

В начале I тысячелетия нашей эры основу хозяйства населения (мордвы) составляло оседлое скотоводство, а в конце I тысячелетия основным занятием становится земледелие в сочетании с лесными промыслами. В хозяйстве сначала преобладает подсечно-огневое земледелие, затем – переложное. С этого времени земледелие становится ведущим мощным фактором антропогенного преобразования природных экосистем, наряду с рубками, пожарами и выпасом.

Таким образом, в эпоху Средневековья, задолго до строительства городов, существовало активное использование территории в подсечно-огневом и переложном земледелии, сопровождавшееся частой сменой лесных и открытых угодий, в ряде случаев по причине деградации почв (вплоть до полного ее смыва). По характеру исходных экосистем антропогенному использованию предшествовала лесная растительность. В одних местах она уменьшалась за счет распашки, в других из-за активного выпаса скота.

С XVI в. начинается новый этап хозяйственного освоения лесостепных территорий западных склонов Приволжской возвышенности, что очень сильно отразилось на соотношении между лесом и безлесными пространствами. Появляются первые поселения, затем начинают строиться крепости, и к XVII в. создается целая система засечных черт, которая защищала местное население от набегов южных кочевников – ногайцев, кубанцев и других, что способствовало дальнейшему активному освоению территории. Достоверных данных о соотношении лесов и безлесных территорий в это время нет, однако о характере растительного покрова, в частности участии в нем лесов, можно судить по организации оборонительной линии от набегов кочевников с южных территорий (рис. 1). Оборонительные сооружения засечных черт состояли из лесных и полевых укреплений. В лесах сооружались засеки – завалы из подрубленных и срубленных деревьев. Межлесные участки укреплялись рвами и земляными валами, по верху которых возводилась деревянная стена, низменные и болотные места – частоколами и надолбами. По Засечной черте ставились башни (глухие и проезжие), остроги, города-крепости. Засечные леса считались заповедными. В них запрещалось рубить деревья и прокладывать дороги. На более чем половине Пензенской засечной черты в качестве естественных укреплений выступали дремучие леса, которые конница противника была не в состоянии преодолеть (например, верховье р. Суры до ее поворота на север занимал большой Сурский лес, поэтому здесь почти не существовало искусственных укреплений). Пензенско-ломовско-керенская черта упиралась в непроходимые Мещерские леса, которые соединялись с большим Цнинским лесом, тянувшимся вдоль правого берега Цны до самого Тамбова.

Постройка засек, валов, крепостей и острогов предоставила возможность интенсивного заселения обширной территории, которая стала обустраиваться десятками и сотнями городов и других населенных пунктов. В новых городах-крепостях во исполнение царского указа отводились земли тем, кто нес обязанности по защите рубежей.

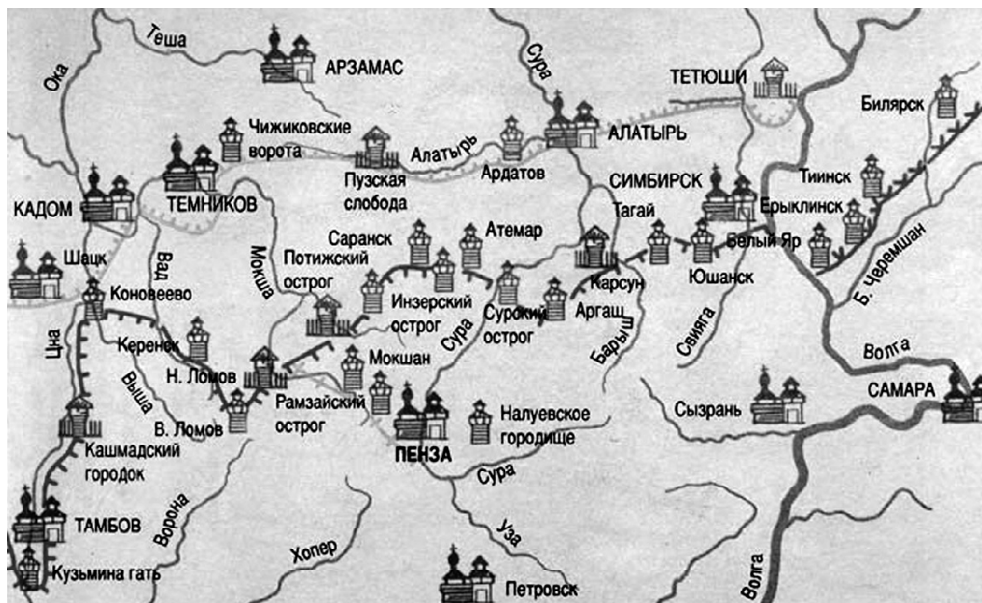


Рис. 1. Засечные черты Русского государства в XVI–XVII вв. [40]

К концу XVII в., оставляя занятия бортничеством, требовала отказа себе новых земель под пашню мордва. Отходили от традиционного воинского ремесла служилые татары, ориентируясь на скотоводство и земледелие. Селясь среди лесов, на реках (Сура, Кадада, Труев), татары вместо воинской службы отправляли лашманную повинность (сплав корабельного леса). Перенаселенность деревень и сел, отдаленность полей вынуждали делать выселки, хутора на бывших зимовьях и при других хозяйственных объектах, из которых развивались самостоятельные населенные пункты [41–43]. Жители гнали смолу и выжигали поташ, для производства которого требовалось большое количество золы. Многочисленные поташные заводы (будные станы) выжигали сотни и тысячи десятин превосходного корабельного леса.

Распашка земли, вначале охватившая преимущественно безлесные участки, в дальнейшем шла в значительной мере за счет площади, занятой лесом [44, 45]. Согласно данным, относящимся к концу XVII в. (1696), лес покрывал свыше 55 % территории [46]. Согласно архивным данным на 1750 г. площадь лесов составляла «около половины всех земель» [47], к концу XVIII в. уже более половины территории была хозяйственно освоена: занята пашней, а также участками сенокоса (рис. 2).

В течение всего XIX в. продолжался процесс уничтожения лесов. Леса отступали под натиском пашни, вырубки для нужд промышленных предприятий, масса лип уничтожалась из-за лыка, шедшего на изготовление лаптей, рогож. Факты «невероятно быстрого истребления лесов» отмечены даже в официальных статистико-экономических обзорах Центрального статистического комитета Министерства внутренних дел [48]. Так, только в одном из уездов (Городищенском) в 1844 г. драньем лыка и плетением рогож занималось более 10 500 человек [49].

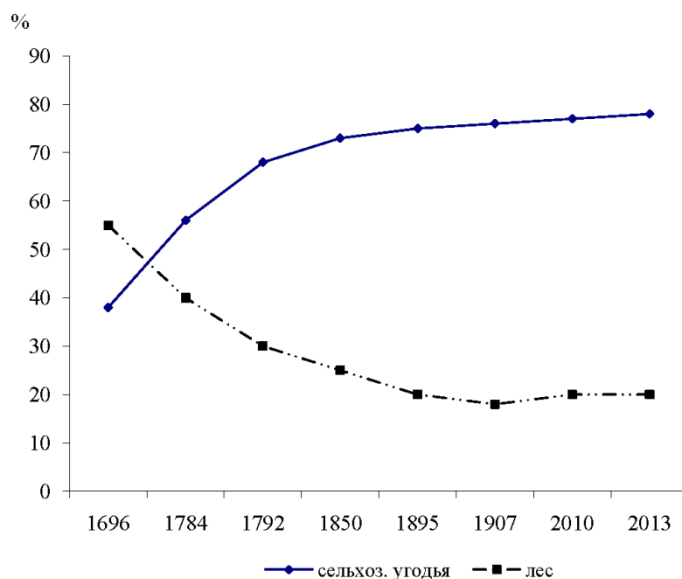


Рис. 2. Изменение площади сельхозугодий и леса по годам (%)

Даже в начале XX в., когда свыше 1/10 всех крестьянских дворов губернии было занято кустарными промыслами, более половины всех кустарей приходилось на промыслы, связанные с обработкой дерева [50]. Развиваются отрасли промышленности, широко использовавшие местные леса: в Пензе создается бумажная фабрика, одна из крупнейших в России, большое развитие получает лесопиление, мебельная фабрика, с конца XIX в. губерния превратилась в важный район спичечной промышленности [51].

Много древесины уходило на нужды населения. Вырубка и вывозка строевого леса и дров, заготавливаемых лесопромышленниками в местных казенных лесных дачах, были главным промыслом сельского населения. В этих же дачах заняты местные плотники и пильщики, приготавливая срубы для изб, доски и тес. Лес был почти единственным источником топлива для бытовых нужд.

Появление на рубеже XIX и XX вв. железной дороги усилило вывоз ценных пород древесины для изготовления шпал, телеграфных столбов, строительства станционных и служебных построек. Вырубка леса сопровождалась закрытием старых поселков на местах вырубленных делянок и открытием новых там, где еще не ступала нога дровосека. Лесоразработки из года в год наращивают объемы и темпы. Для нужд столицы вырубались обширные лесные площади, прокладывались узкоколейные дороги для вывозки древесины. Лес сплавляется весной по рекам. Рубки проводились без всяких норм и сроков. За короткое время насаждения ценных пород были сильно истощены [40, 52].

Таким образом, наиболее масштабные рубки в XVIII–XIX вв. привели к сокращению лесных массивов в 3,5 раза. Лес встречался небольшими разрозненными участками вдоль берегов рек. При этом пашня занимала участки, на которых уничтожались леса. В середине XIX в. на долю пашни приходится около 50 % территории, а накануне Первой мировой войны – уже 63 % (на долю пашни в некоторых южных уездах приходилось до 70–85 %) [51].

В начале XX в. хвойные казенные леса рубились по обороту в 100–140 лет, хотя допускалась рубка и 60-летних сосен [51, 52].

В настоящее время лесистость составляет около 20 % (см. рис. 2). Некоторое увеличение площади лесов происходит за счет естественного зарастания залежей (неиспользуемых в течение последних 10–20 лет земель сельскохозяйственного назначения).

Анализ видового состава древостоя в середине XVIII в. показал, что преобладали лиственные леса, в которых господствующим видом являлся *Quercus robur*, также отмечались *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*. Соотношение лиственных лесов к хвойным, с доминированием сосны обыкновенной, составляло 13:1. В 1867 г., т.е. примерно через 100 лет, в материалах для географии и статистики России, собираемых офицерами генерального штаба, отмечается, что основную массу лесов составляет *Populus tremula*: «Осина – господствующее дерево во всех местностях Пензенской губернии» [44, с. 297]. Второе место – сосна (25 %), затем – дуб и береза. «Кроме этих, почти все лиственные породы произрастают в здешних лесах в больших или меньших количествах, но только в виде дровяного и кустарного леса» [44, с. 298]. В настоящее время (еще через 100–150 лет) более половины лесостепных территорий (51 %) занимают вторичные (производные леса) мелколиственные леса: березняки и осинники, сосняки занимают треть (31,5 %), дубравы сохранились лишь на 17,5 % территории.

Длительное масштабное сокращение лесистости, уменьшение протяженности и площади экотонов на фоне увеличения сельхозугодий, размеры которых в сотни (а возможно и тысячи) раз превысили размеры исходно природных местообитаний, привели к потере смешанного характера флоры и фауны. Некогда единый биоценотический покров расчленился на две принципиально различные группы экосистем [53]: экосистемы, способные поддерживать себя при спонтанном развитии (теневые леса), и экосистемы, требующие для своего поддержания постоянных антропогенных воздействий (пойменные и суходольные луга, луговые степи, леса с господством пионерных видов деревьев).

Анализ картографического материала [54, 55], результатов рекогносцировочного обследования почвенного покрова [56] позволяет утверждать, что современные фрагменты луговых степей на водоразделах (вошедшие в состав заповедника «Приволжская лесостепь») возникли на антропогенно преобразованных территориях – распаханых участках, сенокосных полянах, пастбищах, значительная часть которых, очевидно, была лесной, имеют вторичное происхождение, и возраст их не превышает 300 лет, а в большинстве случаев – не более 100 [57].

Существенный вклад в понимание характера растительного покрова голоцена могут внести данные по составу фауны модельной территории: сосуществование видов животных открытых (степных, луговых) и сомкнутых (лесных) местообитаний будет диагностировать наличие лесостепных комплексов в растительном покрове территории.

Анализ палеоботанических, палеонтологических и археологических данных [23, 58, 59] показывает, что на большей части Восточной Европы в середине и начале позднего голоцена наблюдался смешанный характер

флоры и фауны. Широколиственные и темнохвойные виды деревьев практически всюду произрастали совместно, а останки северного оленя, сайги во второй половине голоцена найдены на большей части центра Русской равнины [60]. Совместное присутствие животных открытых, закрытых и полукрытых ландшафтов позволяет сделать заключение о том, что лесной покров не представлял собой монолитного образования, а был насыщен открытыми пространствами разного размера, достаточного для устойчивого существования даже таких животных, как сайга и северный олень. Такой облик природных ландшафтов, очень постепенно теряющих ключевые виды животных и растений, сохранялся вплоть до позднего голоцена.

В археологических памятниках XI–XIV вв. лесостепных территорий встречены кости лося, зайца, медведя, барсука [61]. Население в это время разводило две группы крупного рогатого скота: I группа «лесной, мелкий, комолый» и II группа «степного» облика, сравнительно крупный, с небольшими роговыми стержнями. Особенностью региона является и то, что здесь преобладают лошади «степного» облика – довольно крупные животные со сравнительно массивным скелетом [62]. Находки степных видов животных – степной сурик, сайга – известны со среднего голоцена [60, 63]. Данные о совместном обитании лесных и степных видов животных (по результатам размещения и добыче охотничье-промысловых зверей) отмечаются в архивных документах XVII–XVIII вв. [58, 64, 65]. Так, в топографических описаниях Пензенского наместничества (1784) [66] отмечаются медведи, волки, лисицы, зайцы, куницы, порешни (выдры), белки, сурки, горностаи и ласточки (ласки). В конце XIX в. И. И. Спрыгиным [67] отмечалось сокращение численности степного сурика и расширение области распространения крапчатого сулика [65]. В начале XX в. отмечается хорь светлый [68].

В настоящее время на западных склонах Приволжской возвышенности обитают *лесные* виды: лось, лесная куница, бобр, кабан, рысь; *лесостепные*: косуля европейская, хомяк обыкновенный; *степные*: степной сурик, большой тушканчик, малый крапчатый сулик; на заповедных степных участках и по югу модельной территории встречаются виды, основной ареал которых находится южнее – степная гадюка, степная пеструшка, хорь светлый, серый хомячок, дрофа.

Флора модельной территории насчитывает 1445 реально выявленных аборигенных (1075) и адвентивных (370) видов сосудистых растений [69]. Анализ эколого-ценотической структуры флоры (проводился по списку флоры, составленному на основе геоботанических описаний автора с дополнениями, насчитывает 924 вида сосудистых растений) показал, что абсолютными доминантами являются виды открытых пространств – 63,5 %: луговой (46) и степной (17,5) ЭЦГ, на долю неморальных видов приходится 15,2 %.

Таким образом, наличие в стратифицированных отложениях пыльцы деревьев и травянистых растений открытых местообитаний, подкрепленное археологическими, архивными и современными данными о совместном обитании лесных, лесостепных и степных видов животных и растений, позволяет предполагать наличие на лесостепных территориях в течение голоцена мозаичной структуры биоценотического покрова: сложных сочетаний лесных, луговых, степных и опушечных сообществ.

На формирование растительности лесостепных ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности значительное влияние оказывают антропогенные факторы. Длительное и интенсивное освоение этой территории привело к существенным изменениям растительного покрова. За последние 300 лет площадь лесных массивов сократилась более чем на половину, а площадь распаханых земель увеличилась в 1,5 раза.

Еще в середине XVIII в. в лесостепных ландшафтах западных склонов Приволжской возвышенности лиственные леса с доминированием *Quercus robur* значительно преобладали над хвойными из *Pinus sylvestris*. В начале XXI в. более половины лесостепных территорий (51 %) занимают вторичные (производные леса) мелколиственные леса: березняки и осинники, сосняки занимают треть (31,5 %), дубравы сохранились лишь на 17,5 % территории.

Водораздельные луговые степи сохранились только в составе особо охраняемых природных территорий: заповедников, памятников природы, окруженных агроландшафтами.

Список литературы

1. Доктуровский, В. С. О торфяниках Пензенской губернии (из материалов по изучению заповедных участков) / В. С. Доктуровский // Труды по изучению заповедников. – М., 1925. – С. 1–15.
2. Чигуряева, А. А. Ивановские торфяники / А. А. Чигуряева // Ученые записки СГУ. Сер. Биология. – 1941. – Т. 15, вып. 7. – С. 3–82.
3. Чигуряева, А. А. Торфяники и озерные отложения Юго-Востока / А. А. Чигуряева // Ученые записки СГУ. – 1946. – Т. 16, вып. 1. – С. 102–116.
4. Пьявченко, Н. И. Итоги изучения торфяников и истории ландшафтов Среднего Поволжья / Н. И. Пьявченко // Труды конференции по споропыльцевому анализу 1948 г. – М. : МГУ, 1950. – С. 21–42.
5. Пьявченко, Н. И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение / Н. И. Пьявченко. – М. : Наука, 1958. – 152 с.
6. Семенова-Тян-Шанская, А. Н. Изменение растительного покрова лесостепи Русской равнины в XVI–XVIII вв. под влиянием деятельности человека / А. Н. Семенова-Тян-Шанская // Ботанический журнал. – 1957. – Т. 42, № 9. – С. 53–72.
7. Нейштадт, М. И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене / М. И. Нейштадт. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 404 с.
8. Марков, К. К. Четвертичный период / К. К. Марков, Г. И. Лазуков, В. А. Николаев. – М. : МГУ, 1965. – Т. 2. – 436 с.
9. Хотинский, Н. А. Голоцен Северной Евразии / Н. А. Хотинский. – М. : Наука, 1977. – 200 с.
10. Гричук, В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В. П. Гричук. – М. : Наука, 1989. – 180 с.
11. Кожевников, Ю. П. Проблемы интерпретации споропыльцевых спектров в реконструкции растительного покрова / Ю. П. Кожевников // Ботанический журнал. – 1995. – Т. 80, № 9. – С. 1–19.
12. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л.н.) / А. К. Маркова, Т. ван Кольфсхотен, Ш. Бохнке, П. А. Косинцев, И. Мол, А. Ю. Пузаченко, А. Н. Симакова, Н. Г. Смирнов, А. Верпоорте, И. Б. Головачев. – М. : КМК, 2008. – 556 с.
13. Благовещенская, Н. В. Динамика растительного покрова центральной части Приволжской возвышенности в голоцене / Н. В. Благовещенская. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 283 с.

14. Изменение растительности на южной границе зоны широколиственных лесов Восточно-европейской равнины в голоцене (реконструкция по палеоботаническим данным болота Источек. Тульская область) / Е. Ю. Новенко, И. С. Зюганова, Е. М. Волкова, К. В. Дюжова // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 318–321.
15. **Смирнова, О. В.** Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере Восточноевропейских лесов) / О. В. Смирнова // Лесоведение. – 2004. – № 3. – С. 15–27.
16. **Сукачев, В. Н.** К вопросу интерпретации результатов спорово-пыльцевых анализов / В. Н. Сукачев // К первой международной палинологической конференции. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – С. 3–15.
17. **Сладков, А. Н.** Введение в спорово-пыльцевой анализ / А. Н. Сладков. – М. : Высшая школа, 1981. – 271 с.
18. **Удра, И. Ф.** Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии / И. Ф. Удра. – Киев : Наукова думка, 1988. – 200 с.
19. **Заклинская, Е. Д.** Спорово-пыльцевой анализ и палеопалинология / Е. Д. Заклинская. – М. : Наука, 1980. – С. 3–9.
20. **Благовещенский, В. В.** Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием / В. В. Благовещенский. – Ульяновск : УлГУ, 2005. – 715 с.
21. **Серебрянная, Т. А.** Влияние человека на растительность Среднерусской возвышенности (по палинологическим данным) / Т. А. Серебрянная // Антропогенные факторы в истории развития современных экосистем. – М. : Наука, 1981. – С. 52–60.
22. **Küster, H.** Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart / H. Küster. – Beck, 2003. – 266 p.
23. Восточноевропейские леса. История в голоцене и современность / под ред. О. В. Смирновой. – М. : Наука, 2004. – Кн. 1. – 428 с.
24. Human-environment interactions: learning from the past / J. A. Dearing, R. W. Battarbee, R. Dikau, I. Larocque, F. Oldfield // Regional Environmental Change. – 2006. – № 6 (1–2). – P. 115–123.
25. Mosaic celes in agricultural landscapes of Northwest Europe / M. Kleyera, R. Biedermann, K. Henlec, E. Obermaierd, H.-J. Poethked, P. Poschlode, B. Schödera, J. Settelef, D. Vetterleing // Basic and Applied Ecology. – 2007. – Vol. 8. – P. 295–309.
26. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry / K. L. Denman, G. Brasseur, A. Chidthaisong, P. Ciaais, P. M. Cox, R. E. Dickinson, D. Hauglustaine, C. Heinze, E. Holland, D. Jacob, U. Lohmann, S. Ramachandran, P. L. da Silva Dias, S. C. Wofsy, X. Zhang // Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / ed. by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, H. L. Miller. – Cambridge ; New York : Cambridge University Press, 2007. – P. 501–587.
27. **Бобровский, М. В.** Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования / М. В. Бобровский. – М. : КМК, 2010. – 359 с.
28. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen, P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, J. R. G. Townshend // Science. – 2013. – 15 November. – Vol. 342 (6160). – P. 850–853.
29. **Глумскова, Ю. А.** Изменение растительного покрова севера Пензенской области / Ю. А. Глумскова, И. И. Кивишева, Н. А. Леонова // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ.

- 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 139–141.
30. **Леонова, Н. А.** Пространственно-временная трансформация растительности верхнего плато Приволжской возвышенности (в пределах Пензенской области) / Н. А. Леонова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9. – С. 81–85.
31. **Леонова, Н. А.** История природопользования и современное состояние растительности лесных ландшафтов низкого плато Приволжской возвышенности / Н. А. Леонова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/120-15566>
32. **Белорыбкин, Г. Н.** Изучение буртас: итоги и перспективы / Г. Н. Белорыбкин // *Краеведение*. – 1998. – № 1–2. – С. 31–35.
33. **Белорыбкин, Г. Н.** Динамика хозяйственного и этнокультурного развития Западного Поволжья в средние века (по археологическим данным) : автореф. дис. ... д-ра ист. наук / Белорыбкин Г. Н. – Ижевск, 2003. – 51 с.
34. **Белорыбкин, Г. Н.** Заселение Пензенского края / Г. Н. Белорыбкин // *Пензенская энциклопедия*. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 588–589.
35. **Благовещенская, Н. В.** Динамика лесных экосистем верхнего плато Приволжской возвышенности в голоцене / Н. В. Благовещенская // *Экология*. – 2006. – № 2. – С. 83–88.
36. **Цалкин, В. И.** Материалы для истории скотоводства и охоты в Древней Руси / В. И. Цалкин // *Материалы и исследования по археологии*. – М. : АН СССР, 1956. – № 51. – 185 с.
37. **Цалкин, В. И.** Фауна из раскопок археологических памятников Среднего Поволжья (материалы для истории скотоводства и охоты СССР) / В. И. Цалкин // *Труды Куйбышевской археологической экспедиции. Материалы и исследования по археологии*. – М. : АН СССР, 1958. – Т. 2, № 61. – С. 221–281.
38. **Цалкин, В. И.** Древнее животноводство племен Восточной Европы и Средней Азии / В. И. Цалкин // *Материалы и исследования по археологии*. – М. : Наука, 1966. – № 135. – 159 с.
39. **Андреева, Е. Г.** Древние млекопитающие по археозоологическим материалам Среднего Поволжья и Среднего Прикамья / Е. Г. Андреева, А. Г. Петренко // *Из археологии Волго-Камья*. – Казань, 1976. – С. 137–189.
40. **Полубояров, М. С.** Древности Пензенского края в зеркале топонимики / М. С. Полубояров. – М. : ФОН, 2010. – 224 с.
41. **Тихомиров, И. А.** К истории колонизации Пензенского края в XVII веке / И. А. Тихомиров // *Журнал Министерства народного просвещения*. – 1909. – № 6 ; 1910. – № 11. – С. 274–298.
42. **Полубояров, М. С.** Заселение Пензенского края в XVII – начале XVIII вв. / М. С. Полубояров // *Земство*. – 1995. – № 2. – С. 171–196.
43. **Лебедев, В. И.** Засечные черты / В. И. Лебедев, Л. В. Лебедева // *Пензенская энциклопедия*. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 192–194.
44. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами генерального штаба. Пензенская губерния. – СПб. : Тип. Бургеля, 1867. – Т. 17 : в 2 ч. – Ч. 2. – 400 с.
45. **Ландо, И. И.** Историко-географическая характеристика народного хозяйства Пензенского края (дореформенный период) / И. И. Ландо // *Ученые записки ПГПИ им. В. Г. Белинского*. – Пенза, 1959. – Вып. 6. – С. 175–253.
46. **Цветков, М. А.** Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. / М. А. Цветков. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – С. 126.
47. Государственный архив Пензенской области. Ф. 5. Оп. 1. Д. 2911. Л. 3.
48. Военно-статистическое обозрение Российской империи. Т. XIII. Ч. 4. Пензенская губерния. – СПб., 1849. – С. 57.

49. **Штукенберг, И. Ф.** Описание Пензенской губернии / И. Ф. Штукенберг // Статистические труды И. Ф. Штукенберга. – СПб., 1857. – С. 15.
50. Краткий очерк кустарных промыслов Пензенской губернии. – СПб., 1902. – С. 1.
51. Ученые записки ПГПУ им. В. Г. Белинского. – Пенза, 1959. – С. 256–268.
52. **Прохоров, А. А.** Зубова Поляна: (Прошлое и настоящее Зубово-Полянского района Мордовии) / А. А. Прохоров, Г. Н. Петелин. – Саранск : Мордовское книжное изд-во, 1998. – 212 с.
53. **Смирнова, О. В.** Популяционная организация биоценологического покрова лесных ландшафтов / О. В. Смирнова // Успехи современной биологии. – 1998. – № 2. – С. 25–39.
54. Планы генерального межевания уездов Пензенской губернии 1766–1861 гг. – URL: <http://maps.southklad.ru>
55. **Менде, А. И.** Топографические карты Пензенской губернии 1849–1866 гг. / А. И. Менде. – URL: <http://starayakarta.com>
56. **Пономаренко, Е. В.** Методические подходы к анализу сукцессионных процессов в почвенном покрове / Е. В. Пономаренко // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / под ред. О. В. Смирновой, Е. С. Шапошниковой. – СПб. : РБО, 1999. – С. 34–57.
57. **Леонова, Н. А.** Основные этапы преобразования растительного покрова западных склонов Приволжской возвышенности / Н. А. Леонова // Материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции «Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования», посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (г. Пенза, 10–14 мая 2016 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 315–317.
58. **Паллас, П. С.** Путешествие по разным местам Российского государства / П. С. Паллас. – СПб., 1773. – Ч. 1. – 117 с.
59. **Гептнер, В. Г.** Млекопитающие Советского Союза. Т. 1. Парнокопытные и непарнокопытные / В. Н. Гептнер, А. А. Насимович, А. Г. Банников. – М. : Высшая школа, 1961. – 776 с.
60. **Цалкин, В. И.** Материалы и исследования по археологии древнерусских городов / В. И. Цалкин // Материалы и исследования по археологии. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3, № 41. – С. 211–236.
61. **Иконников, Д. С.** Материальная культура Верхнего Посурья и Примокшанья XI–XIV вв. : автореф. дис. ... канд. ист. наук / Иконников Д. С. – Казань, 2009. – 22 с.
62. **Иконников, Д. С.** Историография изучения вопроса о животноводстве Верхнего Посурья и Примокшанья / Д. С. Иконников // Пензенский археологический сборник. – Пенза, 2007. – С. 195–197.
63. Современная зональность Восточной Европы как результат преобразования позднелепистоценового комплекса ключевых видов / О. В. Смирнова, В. Н. Калякин, С. А. Турубанова, М. В. Бобровский // Мамонт и его окружение: 200 лет изучения. – М. : Геос, 2001. – С. 200–208.
64. Полное собрание ученых путешествий по России. Том шестой. Записки Путешествия Академика Фалька. – СПб. : Императорская Академия Наук, 1824. – С. 27–33.
65. **Кириков, С. В.** Промысловые животные, природная среда и человек / С. В. Кириков. – М. : Наука, 1966. – 349 с.
66. Топографическое описание Пензенского наместничества (1784) // Российский государственный военно-исторический архив. Ф. ВУА. Д. 18912. Лл. 1–65 об.
67. **Спрыгин, И. И.** Некоторые сведения о фауне степи около д. Поперечной / И. И. Спрыгин // Материалы к описанию степи около д. Поперечной Пензенской губернии и заповедного участка на ней. – Пенза : Типо-литография им. тов. Воробьего, 1923. – С. 43–45.

68. Федорович, Ф. Ф. Звери и птицы Пензенской губернии / Ф. Ф. Федорович // Тр. ПОЛЕ. – Пенза, 1915. – Вып. 2. – С. 41–46.
69. Васюков, В. М. Растения Пензенской области / В. М. Васюков. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2004. – 184 с.

References

1. Dokturovskiy V. S. *Trudy po izucheniyu zapovednikov* [Works on nature reserves studies]. Moscow, 1925, pp. 1–15.
2. Chiguryaeva A. A. *Uchenye zapiski SGU. Ser. Biologiya* [Proceedings of SSU. Series: Biology]. 1941, vol. 15, iss. 7, pp. 3–82.
3. Chiguryaeva A. A. *Uchenye zapiski SGU* [Proceedings of SSU]. 1946, vol. 16, iss. 1, pp. 102–116.
4. P'yavchenko N. I. *Trudy konferentsii po sporopyl'tsevomu analizu 1948 g.* [Proceedings of the conference in spore-pollen analysis of 1948]. Moscow: MGU, 1950, pp. 21–42.
5. P'yavchenko N. I. *Torfyanye bolota, ikh prirodnoe i khozyaystvennoe znachenie* [Peat bogs, their natural and economic importance]. Moscow: Nauka, 1958, 152 p.
6. Semenova-Tyan-Shanskaya A. N. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1957, vol. 42, no. 9, pp. 53–72.
7. Neyshtadt M. I. *Istoriya lesov i paleogeografiya SSSR v golotsene* [The history of forests and paleogeography of USSR in the Holocene]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1957, 404 p.
8. Markov K. K., Lazukov G. I., Nikolaev V. A. *Chetvertichnyy period* [The Quaternary]. Moscow: MGU, 1965, vol. 2, 436 p.
9. Khotinskiy N. A. *Golotsen Severnoy Evrazii* [The Holocene of Northern Eurasia]. Moscow: Nauka, 1977, 200 p.
10. Grichuk V. P. *Istoriya flory i rastitel'nosti Russkoy ravniny v pleystotsene* [The history of flora and vegetation of the Russian plain in the Pleistocene]. Moscow: Nauka, 1989, 180 p.
11. Kozhevnikov Yu. P. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1995, vol. 80, no. 9, pp. 1–19.
12. Markova A. K., van Kol'fskhoten T., Bokhnkka Sh., Kosintsev P. A., Mol I., Puzachenko A. Yu., Simakova A. N., Smirnov N. G., Verpoorte A., Golovachev I. B. *Evolutsiya ekosistem Evropy pri perekhode ot pleystotsena k golotsenu (24–8 tys. l.n.)* [The evolution of the European ecosystem during the transition from the Pleistocene to the Holocene (24–8 thousand years ago)]. Moscow: KMK, 2008, 556 p.
13. Blagoveshchenskaya N. V. *Dinamika rastitel'nogo pokrova tsentral'noy chasti Privolzhskoy vozvyshennosti v golotsene* [The plant cover dynamics in the central part of the Volga Uplands in the Holocene]. Ulyanovsk: UIGU, 2009, 283 p.
14. Novenko E. Yu., Zyuganova I. S., Volkova E. M., Dyuzhova K. V. *Sovremennyye konceptsii ekologii biosistem i ikh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i prirodopol'zovaniya* [Modern conceptions of biosystem ecology and its role in solving issues of nature preservation and management]. Penza: Izd-vo PGU, 2016, pp. 318–321.
15. Smirnova O. V. *Lesovedenie* [Forest studies]. 2004, no. 3, pp. 15–27.
16. Sukachev V. N. *K pervoy mezhdunarodnoy palinologicheskoy konferentsii* [To the first international palynological conference]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1962, pp. 3–15.
17. Sladkov A. N. *Vvedenie v sporovo-pyl'tsevuyu analiz* [Introduction into the spore-pollen analysis]. Moscow: Vysshaya shkola, 1981, 271 p.
18. Udra I. F. *Rasselenie rasteniy i voprosy paleo- i biogeografii* [Dissemination of plants and issues of paleo- and biogeography]. Kiev: Naukova dumka, 1988, 200 p.
19. Zaklinskaya E. D. *Sporovo-pyl'tsevyy analiz i paleopalynologiya* [The spore-pollen analysis and paleopalynology]. Moscow: Nauka, 1980, pp. 3–9.
20. Blagoveshchenskiy V. V. *Rastitel'nost' Privolzhskoy vozvyshennosti v svyazi s ee istoriei i ratsional'nym ispol'zovaniem* [Vegetation of the Volga uplands in connection with its history and rational use]. Ulyanovsk: UIGU, 2005, 715 p.

21. Serebryannaya T. A. *Antropogennyye faktory v istorii razvitiya sovremennykh ekosistem* [Anthropogenic factors in the history of modern ecosystem development]. Moscow: Nauka, 1981, pp. 52–60.
22. Küster H. *Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart* [The history of forests. From prehistoric to present times]. Beck, 2003, 266 p.
23. *Vostochnoevropayskie lesa. Istoriya v golotsene i sovremennost'* [East European forests. The history in the Holocene and present times]. Ed. by O. V. Smirnova. Moscow: Nauka, 2004, bk. 1, 428 p.
24. Dearing J. A., Battarbee R. W., Dikau R., Larocque I., Oldfield F. *Regional Environmental Change*. 2006, no. 6 (1–2), pp. 115–123.
25. Kleyera M., Biedermann R., Henle K., Obermaier E., Poethke H.-J., Poschlode P., Schödera B., Settele J., Vetterleing D. *Basic and Applied Ecology*. 2007, vol. 8, pp. 295–309.
26. Denman K. L., Brasseur G., Chidthaisong A., Ciais P., Cox P. M., Dickinson R. E., Hauglustaine D., Heinze C., Holland E., Jacob D., Lohmann U., Ramachandran S., P. L. da Silva Dias, Wofsy S. C., Zhang X. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ed. by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, H. L. Miller. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007, pp. 501–587.
27. Bobrovskiy M. V. *Lesnye pochvy Evropeyskoy Rossii: bioticheskie i antropogennyye faktory formirovaniya* [Forest soils of European Russia: biotic and anthropogenic formation factors]. Moscow: KMK, 2010, 359 p.
28. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G. *Science*. 2013, 15 November, vol. 342 (6160), pp. 850–853.
29. Glumskova Yu. A., Kivisheva I. I., Leonova N. A. *Lesostep' Vostochnoy Evropy: struktura, dinamika i okhrana: sb. st. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 140-letiyu so dnya rozhdeniya I. I. Sprygina (g. Penza, 10–13 iyunya 2013 g.)* [East European forest-steppe: structure, dynamics and protection: proceedings of the International scientific conference devoted to the 140th anniversary of I. I. Sprygin (Penza, 10th–13th June 2013)]. Penza: Izd-vo PGU, 2013, pp. 139–141.
30. Leonova N. A. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2014, no. 9, pp. 81–85.
31. Leonova N. A. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014, no. 6. Available at: <http://www.science-education.ru/120-15566>
32. Belorybkin G. N. *Kraevedenie* [Regional studies]. 1998, no. 1–2, pp. 31–35.
33. Belorybkin G. N. *Dinamika khozyaystvennogo i etnokul'turnogo razvitiya Zapadnogo Povolzh'ya v srednie veka (po arkheologicheskim dannym): avtoref. dis. d-ra ist. nauk* [Dynamics of economic and ethnocultural development of Western Volga region in the middle ages (by archeological data): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of historical sciences]. Izhevsk, 2003, 51 p.
34. Belorybkin G. N. *Penzenskaya entsiklopediya* [Penza encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya, 2001, pp. 588–589.
35. Blagoveshchenskaya N. V. *Ekologiya* [Ecology]. 2006, no. 2, pp. 83–88.
36. Tsalkin V. I. *Materialy i issledovaniya po arkheologii* [Archeological materials and research]. Moscow: AN SSSR, 1956, no. 51, 185 p.
37. Tsalkin V. I. *Trudy Kuybyshevskoy arkheologicheskoy ekspeditsii. Materialy i issledovaniya po arkheologii* [Proceedings of Kuybyshev archeological expedition. Archeological research and materials]. Moscow: AN SSSR, 1958, vol. 2, no. 61, pp. 221–281.

38. Tsalkin V. I. *Materialy i issledovaniya po arkheologii* [Archeological materials and research]. Moscow: Nauka, 1966, no. 135, 159 p.
39. Andreeva E. G., Petrenko A. G. *Iz arkheologii Volgo-Kam'ya* [From archeology of Volga and Kama regions]. Kazan, 1976, pp. 137–189.
40. Poluboyarov M. S. *Drevnosti Penzenskogo kraya v zerkale toponimiki* [Antiquities of Penza region in the mirror of toponymy]. Moscow: FON, 2010, 224 p.
41. Tikhomirov I. A. *Zhurnal Ministerstva narodnogo prosveshcheniya* [The journal of the Ministry of public education]. 1909, no. 6; 1910, no. 11, pp. 274–298.
42. Poluboyarov M. S. *Zemstvo* [Zemstvo]. 1995, no. 2, pp. 171–196.
43. Lebedev V. I., Lebedeva L. V. *Penzenskaya entsiklopediya* [Penza encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya, 2001, pp. 192–194.
44. *Materialy dlya geografii i statistiki Rossii, sobrannye ofitserami general'nogo shtaba. Penzenskaya guberniya* [Materials for geography and statistics of Russia, collected by general staff officers. Penza province]. Saint-Petersburg: Tip. Burgelya, 1867, vol. 17: in 2 part. Part. 2, 400 p.
45. Lando I. I. *Uchenye zapiski PGPI im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of PSPU named after V. G. Belinsky]. Penza, 1959, iss. 6, pp. 175–253.
46. Tsvetkov M. A. *Izmenenie lesistosti Evropeyskoy Rossii s kontsa XVII stoletiya po 1914 g.* [Changes of the forest-steppe in European Russia from late XVII century to 1914]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1957, p. 126.
47. *Gosudarstvennyy arkhiv Penzenskoy oblasti* [State archives of Penza region]. F. 5. Op. 1. D. 2911. L. 3.
48. *Voенно-statisticheskoe obozrenie Rossiyskoy imperii. T. XIII. Ch. 4. Penzenskaya guberniya* [The military statistical review of the Russian Empire. Vol. XIII. Part 4. Penza province]. Saint-Petersburg, 1849, p. 57.
49. Shtukenberg I. F. *Statisticheskie trudy I. F. Shtukenberga* [Statistical works by I. F. Shtukenberg]. Saint-Petersburg, 1857, p. 15.
50. *Kratkiy ocherk kustarnykh promyslov Penzenskoy gubernii* [A brief sketch of cottage craft of Penza province]. Saint-Petersburg, 1902, p. 1.
51. *Uchenye zapiski PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of PSPU named after V. G. Belinsky]. Penza, 1959, pp. 256–268.
52. Prokhorov A. A., Petelin G. N. *Zubova Polyana: (Proshloe i nastoyashchee Zubovo-Polyanskogo rayona Mordovii)* [The Zubova glade: (The past and the present of Zubovo-Polyansky district of Mordovia)]. Saransk: Mordovskoe knizhnoe izd-vo, 1998, 212 p.
53. Smirnova O. V. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Progress of modern biology]. 1998, no. 2, pp. 25–39.
54. *Plany general'nogo mezhevaniya uezdov Penzenskoy gubernii 1766–1861 gg.* [Plans of general land surveying in Penza province 1766–1861]. Available at: <http://maps.southklad.ru>
55. Mende A. I. *Topograficheskie karty Penzenskoy gubernii 1849–1866 gg.* [Topographic maps of Penza province 1849–1866]. Available at: <http://starayakarta.com>
56. Ponomarenko E. V. *Suksessionnye protsessy v zapovednikakh Rossii i problemy sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya* [Seral processes in nature reserves of Russia and problems of biological diversity preservation]. Saint-Petersburg: RBO, 1999, pp. 34–57.
57. Leonova N. A. *Materialy Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchnoy shkoly-konferentsii «Sovremennye kontseptsii ekologii biosistem i ikh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i prirodopol'zovaniya», posvyashchennoy 115-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Uranova (g. Penza, 10–14 maya 2016 g.)* [Proceedings of the All-Russian (with international participation) scientific conference “Modern conception of biosystem ecology and its role in settling issues of nature preservation and management”, devoted to the 115th anniversary of A. A. Uranov (Penza, 10th–14th May 2016)]. Penza: Izd-vo PGU, 2016, pp. 315–317.

58. Pallas P. S. *Puteshestvie po raznym mestam Rossiyskogo gosudarstva* [Traveling across various places of the Russian State]. Saint-Petersburg, 1773, part 1, 117 p.
59. Geptner V. G., Nasimovich A. A., Bannikov A. G. *Mlekoпитayushchie Sovetskogo Soyuz-a. T. 1. Parnokopytnye i neparnokopytnye* [Mammals of the Soviet Union. Vol. 1. Cloven-hoofed and odd-toed]. Moscow: Vysshaya shkola, 1961, 776 p.
60. Tsalkin V. I. *Materialy i issledovaniya po arkheologii* [Archeological materials and research]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1954, vol. 3, no. 41, pp. 211–236.
61. Ikonnikov D. S. *Material'naya kul'tura Verkhnego Posur'ya i Primokshan'ya XI–XIV vv.: avtoref. dis. kand. ist. nauk* [Material culture of Upper Sura and Mokshan regions in XI–XIV centuries: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of historical sciences]. Kazan, 2009, 22 p.
62. Ikonnikov D. S. *Penzenskiy arkheologicheskii sbornik* [Penza archeological collection]. Penza, 2007, pp. 195–197.
63. Smirnova O. V., Kalyakin V. N., Turubanova S. A., Bobrovskiy M. V. *Mamont i ego okruzhenie: 200 let izucheniya* [The mammoth and its environment: 200 years of research]. Moscow: Geos, 2001, pp. 200–208.
64. *Polnoe sobranie uchenykh" puteshestviy po Rossii. Tom shestoy. Zapiski Puteshestviya Akademiya Fal'ka* [Complete collection of scientific travels across Russia. Vol. 6. Travel notes of academician Falk]. Saint-Petersburg: Imperatorskaya Akademiya Nauk", 1824, pp. 27–33.
65. Kirikov S. V. *Promyslovye zhivotnye, prirodnyaya sreda i chelovek* [Fur trade animals, the environment and the man]. Moscow: Nauka, 1966, 349 p.
66. *Rossiyskiy gosudarstvennyy voenno-istoricheskii arkhiv* [Russian State Military Historical Archives]. F. VUA. D. 18912. Ll. 1–65 ob.
67. Sprygin I. I. *Materialy k opisaniyu stepi okolo d. Poperechnoy Penzenskoy gubernii i zapovednogo uchastka na ney* [Materials describing the steppe near the village of Poperechnaya of Penza province and the reserve in it]. Penza: Tipo-litografiya im. tov. Vorovskogo, 1923, pp. 43–45.
68. Fedorovich F. F. *Tr. POLE* [THE FIELD]. Penza, 1915, iss. 2, pp. 41–46.
69. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti* [Plants of Penza region]. Penza: PGPU im. V. G. Belinskogo, 2004, 184 p.

Леонова Наталья Алексеевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра ботаники, физиологии
и биохимии растений, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: na_leonova@mail.ru

Leonova Natal'ya Alekseevna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of botany,
physiology and biochemistry of plants,
Penza State University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

УДК 581.524.34

Леонова, Н. А.

История антропогенного преобразования растительного покрова лесостепных ландшафтов западных склонов Приволжской возвышенности / Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 23–37. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-3

**ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ СУКЦИНАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ
В МЕХАНИЗМАХ ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПОРОГЕ
АНАЭРОБНОЙ НАГРУЗКИ**

Аннотация.

Актуальность и цели. Рассматриваются механизмы энергообеспечения работающей мышцы. Целью работы является изучение роли сукцинатдегидрогеназы (КФ 1.3.99.1.) – одного из ключевых ферментов цикла трикарбоновых кислот в накоплении лактата при пороге анаэробного обмена.

Материалы и методы. Работа выполнена на белых беспородных крысах, активность сукцинатдегидрогеназы изучается в гомогенате мышц животных после физической работы, а также *in vitro* при разных значениях pH реакционной среды.

Результаты. Анализируется динамика изменения величины pH крови при ступенчато повышающейся нагрузке у спортсменов разной квалификации, обсуждается возможный молекулярный механизм резкого увеличения концентрации лактата в крови. Показано, что точка излома на кривой изменения величины pH предшествует во времени точке излома на кривой увеличения концентрации лактата при физической работе.

Выводы. При достижении точки pH, равной в сыворотке крови 7,35 происходит резкое снижение активности СДГ, что приводит к быстрому накоплению метаболитов, преимущественно карбоновых кислот, которые вызывают существенное снижение pH среды и переход энергоснабжения метаболизма на преимущественно гликолитический.

Ключевые слова: сукцинатдегидрогеназа, pH, лактат, анаэробный порог, физическая работа.

V. B. Solovev, R. N. Volodin

**A STUDY OF THE ROLE OF SUCCINATE DEHYDROGENASE
IN THE MECHANISMS OF LACTIC ACID CONCENTRATION
INCREASING AT THE ANAEROBIC THRESHOLD**

Abstract.

Background. The article considers the mechanisms of energy-supply of functioning muscles. The purpose of this work is to study the role succinate dehydrogenase role as one of the key enzymes of the tricarboxylic acids cycle in lactate accumulation at the threshold of anaerobic exchange.

Materials and methods. The research was carried out on outbred white rats. The authors studied the succinate dehydrogenase activity in the animals' muscles homogenate after certain physical activity, and also *in vitro* at different pH values of blood of the reactive medium.

Results. The work analyzes the dynamic pattern of blood pH at the stepwise raising exercise of athletes of different qualification and discusses possible molecular mechanisms of sharp increase of blood lactate concentration. It is shown that the

breakpoint on the pH value change curve precedes in time the breakpoint on the lactate concentration increase curve at certain physical activities.

Conclusions. Upon reaching the pH equaling 7,35 in blood serum the activity of succinate dehydrogenase sharply decreases leading to rapid accumulation of metabolites, mostly carboxylic acids, which cause considerable reduction in pH and energy metabolism transition to the predominantly glycolytic.

Key words: succinate dehydrogenase, pH, lactate, anaerobic threshold, physical activity.

Введение

Более века исследователи заняты изучением физиологических и биохимических изменений, происходящих в организме при физической нагрузке. В начале XX столетия Douglas с соавторами [1] обнаружили увеличение концентрации лактата в крови при одновременном снижении концентрации бикарбонатных ионов и усилении дыхания при физической нагрузке. Позднее Wasserman [2] и Holtmann [3] разработали концепцию «порога анаэробной нагрузки организма» (ПАНО) и неинвазивные методы его определения, связав повышение концентрации лактата с возникающим кислородным долгом. В настоящее время гипотеза лактатного порога подвергается резкой критике со стороны физиологов и биохимиков [4]. При нарастающей интенсивности физической нагрузки существует момент, начиная с которого концентрация лактата в крови резко увеличивается [5, 6]. Ранее исследователи ошибочно принимали это наблюдение за внезапное начало образования лактата. В настоящее время известно, что лактат образуется в организме и в условиях достаточного поступления кислорода [7].

Результаты исследований кислотно-основных показателей крови, показателей буферной системы крови, а также концентрации лактата в крови спортсменов разных квалификационных групп в норме и при физической работе различной интенсивности, проведенных в Пензенском государственном университете, показывают справедливость гипотезы лактатного порога [8]. Авторы предполагают, что инактивация ферментов аэробного расщепления пировиноградной кислоты является причиной возникновения ПАНО и приводит к резкому увеличению концентрации лактата в мышечных клетках и крови. Гипотеза возникновения построена на данных исследования, в которых показано, что точка ПАНО у спортсменов разных квалификационных групп является постоянной и возникает при достижении pH крови 7,35. Это косвенно подтверждается литературными данными об инактивации пируватдегидрогеназного комплекса и ферментов цикла трикарбоновых кислот при pH ниже физиологических значений [9]. Однако эта гипотеза остается неподтвержденной, поскольку исследований активности данных ферментов в гомогенате мышц при различных значениях pH не проводилось. К настоящему времени в литературе имеются данные о pH-оптимуме сукцинатдегидрогеназы, однако динамика изменения активности при закислении не исследована.

Таким образом, целью нашей работы являлось изучение роли сукцинатдегидрогеназы – одного из ключевых ферментов цикла трикарбоновых кислот в возникновении точки ПАНО.

Материалы и методы

В качестве материала использовались скелетные мышцы самцов белых беспородных крыс массой 300–350 грамм. Физическая работа создавалась с использованием модели острой физической нагрузки [10]. Диапазон pH создавали набором 100 мМ фосфатных буферов с pH от 6,0 до 7,5. Гомогенаты мышц каждой серии исследования приготавливали на соответствующем буфере. Активность сукцинатдегидрогеназы определяли по методу [11] и выражали в нмолях окисленного сукцината за 1 мин на 1 мг белка, учитывая, что снижение оптической плотности на 1,0 эквивалентно восстановлению 60 нмолей 2,6-ДХФИФ, а количество восстановленного красителя пропорционально количеству окисленного сукцината. Концентрацию белка в гомогенатах мышц крыс определяли по Лоури [12]. Результаты обрабатывали с использованием *t*-критерия и монофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение

В результате нашего исследования было выяснено, что физическая работа вызывает повышение активности СДГ в мышцах крысы, что свидетельствует о высокой роли данного фермента в обеспечении физической работы энергией (рис. 1). По-видимому, организм мобилизует данный фермент с целью увеличения скорости окисления субстратов при повышенной физической активности.

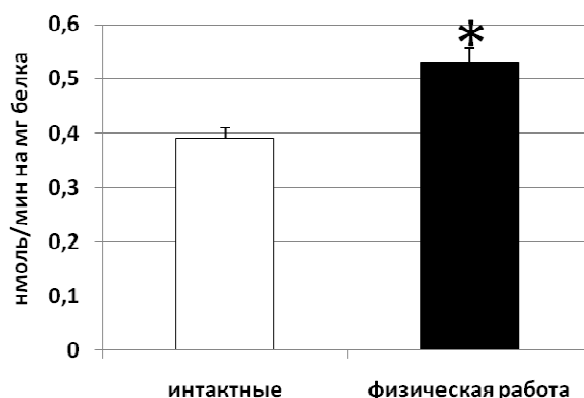


Рис. 1. Влияние физической работы на активность сукцинатдегидрогеназы в мышцах крысы (нмоль/мин на мг белка, $M \pm m$, $N = 6-14$). * – $P < 0,05$

Исследование активности СДГ при различных значениях pH показывает выраженный спад активности фермента при значении pH 7,25 (рис. 2). Активность фермента при этом снижается на 40 %. Наличие излома в графике зависимости активности фермента от pH, т.е. резкой потери активности фермента свидетельствует о возможной роли данного процесса в дальнейшем резком увеличении концентрации предшествующих метаболитов, в том числе лактата и резком снижении pH среды, что приводит к снижению физической работоспособности и выносливости, т.е. к тем явлениям, которые сопровождают точку ПАНО.

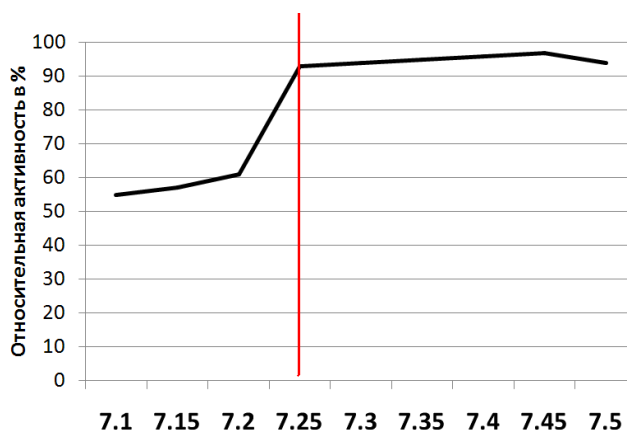


Рис. 2. Активность сукцинатдегидрогеназы в гомогенатах мышц при различном значении pH (активность в % по отношению к максимальной активности, $N = 6$)

Результаты нашего исследования подтверждают гипотезу, сформулированную сотрудниками кафедры «Общая биология и биохимия» Пензенского государственного университета, – возможной причиной возникновения точки ПАНО является выраженное снижение активности сукцинатдегидрогеназы при закислении [8].

Заключение

Таким образом, можно представить следующую модель возникновения точки ПАНО – при физической работе происходит постепенный рост концентрации лактата в работающих мышцах и сыворотке крови, что сопровождается медленным и постепенным снижением pH. Однако при достижении точки pH, равной в сыворотке крови 7,35, происходит резкое снижение активности СДГ, что приводит к быстрому накоплению метаболитов, преимущественно карбоновых кислот, которые вызывают существенное снижение pH среды и переход энергоснабжения метаболизма на преимущественно гликолитический.

Интересным представляется вопрос о механизмах резкого снижения активности СДГ при достижении критической точки pH – 7,25. Данные литературы свидетельствуют о плавном снижении активности фермента при удалении от pH оптимума, однако *in vivo* возможно опосредованное влияние на активность СДГ в составе митохондриального ферментативного комплекса, а также опосредованное влияние через биологические мембраны, поскольку сукцинатдегидрогеназа является митохондриальным ферментом.

Список литературы

1. **Douglas, C. G.** Coordination of the respiration and circulation with carnations in bodily activity / C. G. Douglas // *Lancet*. – 1927. – Vol. 213. – P. 213–218.
2. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise / K. Wasserman, B. J. Whipp, S. N. Koyal, W. L. Beaver // *J. Appl. Physiol.* – 1973. – Vol. 35. – P. 236–243.
3. **Holtman, W.** Zur Frange der Dauerleistungsfahigkeit / W. Holtman // *Fortschr. Med.* – 1961. – Vol. 7. – S. 43–453.

4. **Westerblad, H.** Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause / H. Westerblad, D. Allen, J. Jannergren // *News Physiol. Sci.* – 2002. – Vol. 17. – P. 17–21.
5. **Solovev, V. B.** The peptidergic system of humans and animals at physical exercise / V. B. Solovev, M. T. Gengin. – Vienna : “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2016. – 196 p.
6. Влияние физической работы на уровень регуляторных пептидов и активность ферментов их обмена в сыворотке крови спортсменов различных квалификационных групп / В. Б. Соловьев, О. В. Соловьева, А. А. Столяров, В. М. Скуднов // *Actualscience.* – 2015. – Т. 1, № 2 (2). – С. 6–16.
7. **Billat, V. L.** Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run / V. L. Billat, J. P. Koralsztein, R. H. Morton // *J. Appl. Physiol.* – 2009. – Vol. 107 (2). – P. 478–487.
8. Кислотно-основные показатели крови спортсменов различных квалификационных групп в норме и при физической работе / В. Б. Соловьев, М. Т. Генгин, В. М. Скуднов, О. П. Петрушова // *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова.* – 2010. – Т. 96, № 5. – С. 539–544.
9. Occurrence of oxygen-sensitive, NADP⁺-dependent pyruvate dehydrogenase in mitochondria / H. Inui, K. Miyatake, Y. Nakano, S. Kitaoka // *J. Biochem.* – 1984. – Vol. 96 (1). – P. 931–934.
10. Утилизация и реституция источников энергии при мышечной деятельности в условиях устойчивого состояния метаболизма / А. Ф. Краснова, Г. И. Самоданова, С. В. Усик, Н. Н. Яковлев // *Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова.* – 1977. – Т. 63, № 6. – С. 864–871.
11. Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle / G. A. Brooks, H. Dubouchaud, M. Brown, J. P. Sicurello, C. E. Butz // *Proc. natl. Acad. Sci. USA.* – 1999. – Vol. 96. – P. 1129–1134.
12. Protein measurement with Folin phenol reagent / O. H. Lowry, N. J. Rosebrought, A. L. Farr, R. J. Randall // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–275.

References

1. Douglas C. G. *Lancet.* 1927, vol. 213, pp. 213–218.
2. Wasserman K., Whipp B. J., Koyal S. N., Beaver W. L. *J. Appl. Physiol.* 1973, vol. 35, pp. 236–243.
3. Holtman W. *Fortschr. Med.* 1961, vol. 7, pp. 43–453.
4. Westerblad H., Allen D., Jannergren J. *News Physiol. Sci.* 2002, vol. 17, pp. 17–21.
5. Solovev V. B., Gengin M. T. *The peptidergic system of humans and animals at physical exercise.* Vienna: “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2016, 196 p.
6. Solov'ev V. B., Solov'eva O. V., Stolyarov A. A., Skudnov V. M. *Actualscience.* 2015, vol. 1, no. 2 (2), pp. 6–16.
7. Billat V. L., Koralsztein J. P., Morton R. H. *J. Appl. Physiol.* 2009, vol. 107 (2), pp. 478–487.
8. Solov'ev V. B., Gengin M. T., Skudnov V. M., Petrushova O. P. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian physiological journal named after I. M. Sechenov]. 2010, vol. 96, no. 5, pp. 539–544.
9. Inui H., Miyatake K., Nakano Y., Kitaoka S. *J. Biochem.* 1984, vol. 96 (1), pp. 931–934.
10. Krasnova A. F., Samodanova G. I., Usik S. V., Yakovlev N. N. *Fiziologicheskiy zhurnal SSSR im. I. M. Sechenova* [Physiological journal of USSR named after I. M. Sechenov]. 1977, vol. 63, no. 6, pp. 864–871.
11. Brooks G. A., Dubouchaud H., Brown M., Sicurello J. P., Butz C. E. *Proc. natl. Acad. Sci. USA.* 1999, vol. 96, pp. 1129–1134.
12. Lowry O. H., Rosebrought N. J., Farr A. L., Randall R. J. *J. Biol. Chem.* 1951, vol. 193, no. 1, pp. 265–275.

Соловьев Владимир Борисович

доктор биологических наук, профессор,
кафедра общей биологии и биохимии,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: bionauka@ya.ru

Solovev Vladimir Borisovich

Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of general biology
and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Володин Роман Николаевич

преподаватель, кафедра физической
подготовки, Пензенский филиал Военной
академии материально-технического
обеспечения им. генерала армии
А. В. Хрулёва (Россия, г. Пенза-5)

E-mail: volodika7@rambler.ru

Volodin Roman Nikolaevich

Lecturer, sub-department of physical
training, Penza branch Military academy
of logistics named after A. V. Khrulev
(Penza-5, Russia)

УДК 577.156

Соловьев, В. Б.

Изучение роли сукцинатдегидрогеназы в механизмах повышения концентрации молочной кислоты при пороге анаэробной нагрузки / В. Б. Соловьев, Р. Н. Володин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 38–43. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-4

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВ В ПИТАНИИ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация.

Актуальность и цели. Дефицит кормового белка способствует поиску альтернативных источников протеина, которые недостаточно изучены в питании жвачных животных. В связи с этим заслуживает практического внимания скармливание животным высокобелковой культуры – зерна кормовых бобов. Актуальным является разработка способов обработки зерна кормовых бобов, позволяющих увеличить норму их скармливания. Цель работы – изучить и физиологически обосновать возможность скармливания жвачным животным зерна нативных и обработанных разными способами кормовых бобов.

Материалы и методы. Физиологические исследования проведены на оперированных бычках, баранах с фистулами рубца и коровах с канюлями двенадцатиперстной кишки. Для определения распадаемости протеина использовали метод «insacco»; переваримости – метод мобильных мешочков; обмена азота – балансовый опыт.

Результаты и выводы. Барогидротермическая и химическая обработка кормовых бобов позволяет улучшить качество белка, крахмала, снизить содержание антипитательных веществ, увеличить норму скармливания зерна в 2 раза, повысить эффективность использования азотистых веществ на продуктивные цели в организме жвачных животных.

Ключевые слова: кормовые бобы, СВЧ-обработка, экструдирование, бычки, распадаемость протеина, рубец, переваримость, кишечник, азот.

D. G. Pogosyan

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF USING FORAGE LEGUMES IN THE DIET OF RUMINANTS

Abstract.

Background. The deficit of feed protein promotes the search for alternative sources of protein that haven't not been sufficiently studied to be used in the diet of ruminants. In this connection, feeding animals with high-protein crops – corn forage legumes – deserves consideration. It is topical to develop methods of processing grain fodder beans allowing to increase the rate of feeding with them. The purpose of the work is to physiologically prove the possibility of feeding ruminants with grains of native forage legumes and ones processed in different ways.

Materials and methods. The physiological studies were carried out on operated steers, rams with fistulas and cows with rumen cannula duodenum. To determine the disintegration of protein the author used the “in sacco” method; the digestibility – the method of mobile pouches; the exchange of nitrogen – balance experience.

Results and conclusions. Barohydrothermal treatment and chemical processing of forage legumes can improve the quality of protein, starch, reduce the content of anti-nutritional substances, increase the rate of grain feeding 2 times, improve the efficiency of using nitrogenous substances in bodies of ruminants for productive purposes.

Key words: forage legumes, microwave processing, extrusion, steers, degradation of protein, rumen digestibility, intestines, nitrogen.

Введение

Кормовые бобы – кормовая культура из семейства бобовых культур, которая характеризуется высоким содержанием в зерне белка (25–35 %), лизина и минеральных веществ. Достоинством кормовых бобов является так же высокая урожайность зерна, которая достигает 20–40 ц/га [1]. Однако высокая растворимость белка и наличие антипитательных веществ (гликозидов, танинов, ингибиторов протеаз) ограничивают применение кормовых бобов в питании жвачных животных. При этом рекомендуемая норма скармливания бобов в составе комбикормов, предназначенных для взрослых животных, не должна превышать 10 % [2; 3]. В целом необходимо отметить, что доля зернобобовых культур, используемых в кормовом балансе страны, очень низкая и составляет не более 5 % при существующей норме 13 % [4].

Физико-химические способы обработки кормов призваны обеспечить высокую переваримость и усвояемость питательных веществ в организме жвачных животных за счет разрушения антипитательных веществ, снижения распадаемости (растворимости) протеина и крахмала корма от избыточной деградации в рубце под действием ферментов микроорганизмов [5].

Цель работы – изучить и физиологически обосновать возможность скармливания жвачным животным зерна нативных и обработанных разными способами кормовых бобов.

Материалы и методы

Физиологический опыт по определению распадаемости протеина (РП) исследуемых кормов определяли методом «insacco» [6] в условиях вивария Пензенской государственной сельскохозяйственной академии на бычках и баранах, оперированных с наложением хронической фистулы рубца.

Балансовый опыт по изучению влияния обработанных кормовых бобов на обмен веществ в организме был проведен на трех бычках черно-пестрой породы методом латинского квадрата по общепринятой методике. При этом комбикорм бычков I группы включал корма, традиционно используемые в кормлении жвачных, с добавлением 10 % зерна нативных кормовых бобов, в результате которого РП была высокой и составила 75,7 %. Вторая группа животных получала комбикорм с пониженной РП (69,8 %), что достигалось за счет ввода в комбикорм 20 % зерна кормовых бобов, обработанных муравьиной кислотой, взамен 10 % нативных бобов и 10 % гороха. В III группе бычки получали комбикорм с более низкой РП (61,4 %) за счет включения зерна кормовых бобов, обработанных барогидротермическим способом (БГТО). В 1 кг комбикорма содержалось 11 мДж обменной энергии и 190 г сырого протеина.

Рационы были рассчитаны для бычков со средней живой массой 300 кг, при среднесуточном приросте 1200 г [7]. Суточный рацион животных по фактическому потреблению кормов включал: 2,5 кг бобово-разнотравного сена, 10 кг разнотравного сенажа, 2,5 кг комбикорма и 0,5 кг кормовой патоки. Применение комбикормов с разным содержанием нативного и обработанного зерна кормовых бобов приводило к изменению РП в рационах. При этом РП рациона в опытных группах составила соответственно 70,7; 68,0 и 62,1 %.

В крови определяли биохимические показатели: содержание глюкозы – глюкозо-оксидазным способом и белок в сыворотке крови – рефрактометрическим. В кормах до и после обработки определяли количество ингибиторов протеиназ по трипсино-ингибирующей активности ТИА [8].

Химическую обработку кормовых бобов проводили с помощью 20 %-го водного раствора уксусной кислоты в количестве 5 % от массы корма [9]. СВЧ-обработку проводили на лабораторной СВЧ-установке «Импульс – 3У» с общей мощностью магнетронов равной 3 кВт. Частота излучения при СВЧ-обработке составляла 2450 МГц. Обработку цельных зерен бобов осуществляли в мешках по 25 кг в течение 30 мин. При этом удельная СВЧ мощность в процессе обработки составила 120 Вт/кг. Температуру обработки контролировали с помощью термопары, которая составляла 110–120 °С при скорости нагрева равной 1,5 °С в минуту. Экструдирование зерна проводили на промышленном экструдере марки ПЭ-КМЗ-2М с производительностью 500 кг/ч. Барогидротермическую обработку (БГТО) проводили на экспериментальной установке с помощью пара давлением 1 мПа в течение 30 с при температуре 140 °С [10].

Результаты и обсуждение

Наиболее перспективным источником «защищенного» протеина в рационах жвачных может служить обработанное зерно кормовых бобов. Эта культура имеет повсеместное распространение. В последние годы бобы активно возделываются в Пензенской области, где урожайность составляет 15–25 ц/га. Бобы отличаются доступной стоимостью, которая в зависимости от года и урожайности находится в пределах 7–12 руб./кг.

В проведенных исследованиях было определено содержание сырого протеина в кормовых бобах, которое составило 246 г/кг. При снижении распадаемости сухих веществ (СВ) в рубце отмечалось адекватное уменьшение распадаемости протеина. При химической обработке с помощью уксусной кислоты происходило снижение распадаемости в рубце протеина кормовых бобов с 74,7 до 56,9 % (табл. 1).

Таблица 1

Распадаемость в рубце и степень «защиты» сырого протеина кормовых бобов при разных способах обработки

Способ обработки	Распадаемость в рубце, %		СЗ, %	НРП г/кг
	сухого вещества	сырого протеина		
Бобы нативные	70,9 ± 2,4	74,7 ± 2,4		62,2
Бобы СВЧ	60,2 ± 1,6*	66,6 ± 2,0*	10,8	82,2
Бобы БГТО	37,9 ± 1,7***	25,1 ± 2,4***	65,9	196
Бобы экструдированные	42,5 ± 1,5***	49,6 ± 1,7***	50,2	124
Бобы + уксусная кислота	51,2 ± 1,3**	56,9 ± 2,0**	22,7	113
Бобы + муравьиная кислота	45,8 ± 2,5***	49,8 ± 3,2***	32,3	131

Примечание. *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 к нативным кормовым бобам; НРП – нераспавшийся в рубце протеин.

Обработка бобов муравьиной кислотой приводила к более существенному эффекту снижения распадаемости протеина, при котором степень защиты (СЗ) составила 32,3 %.

Менее выраженным оказалось воздействие СВЧ-обработки на РП. При СВЧ-обработке происходит бесконтактный нагрев, создаются условия, при которых происходит «взрывное» перемещение влаги по капиллярам в виде пара, что приводит к денатурации белка. При этом РП в рубце снижалась с 74,7 до 66,6 % и СЗ составила всего лишь 10,8 %. Тем не менее данный способ как менее энергозатратный по сравнению с аналогичными физическими способами подготовки кормов к скармливанию требует детального изучения по поиску оптимальных параметров обработки разных кормов, позволяющих максимально снизить РП в рубце с сохранением переваримости протеина в кишечнике. В опытах на коровах было изучено влияние микроволнового облучения на РП в рубце и переваримость в кишечнике протеина хлопкового шрота. Установлено, что при СВЧ-обработке с мощностью 8000 Вт является оптимальной экспозиция 2 и 4 мин, при которой происходит снижение РП и увеличение переваримости протеина в кишечнике [11].

Хороший эффект был получен при экструдировании и барогидротермической обработке кормовых бобов, что также сопровождалось проявлением высокой степени «защиты» протеина, которая составила соответственно 50,2 и 65,9 %.

Опыты по определению переваримости нераспавшегося в рубце протеина кормовых бобов в кишечнике проводились в условиях вивария ВНИИФБиП с.-х. животных на оперированных коровах с канюлями дуоденума. С помощью метода мобильных мешочков было установлено, что используемые способы обработки кормов не оказали отрицательного действия на переваримость протеина в кишечнике (табл. 2). Переваримость нераспавшегося в рубце протеина (НРП) нативных бобов и обработанных муравьиной кислотой бобов и волнами СВЧ оставалась без изменений на уровне 70–71. Протеин кормовых бобов после БГТО имел переваримость на 10 % выше по сравнению с необработанными бобами.

Таблица 2

Переваримость в кишечнике сырого протеина и сухого вещества кормовых бобов при разных способах обработки

Способ обработки	Переваримость в кишечнике		
	НРП, %	НРП, г/кг	СВ, %
Бобы нативные	70,5 ± 0,6	49	50,2
Бобы + муравьиная кислота	71,2 ± 0,8	93	52,1
Бобы СВЧ	70,1 ± 0,6	48	49,4
Бобы БГТО	80,6 ± 0,8	158	82,5

В наших исследованиях было установлено, что в зерне кормовых бобов отмечается высокое содержание ингибиторов трипсина (15,5 мг/г). Используемые способы обработки кормов приводили к разрушению ингибиторов трипсина в кормах. Так, при химической обработке кормовых бобов отмечалось снижение их содержания почти в 2 раза (табл. 3).

Содержание ингибитора трипсина
при разных способах обработки кормовых бобов

Способ обработки	Содержание трипсина после обработки, (мг трипсина/г сырья)
Бобы нативные	15,47
Бобы СВЧ	6,94
Бобы БГТО	6,37
Бобы экструдированные	6,78
Бобы + уксусная кислота	8,01
Бобы +муравьиная кислота	7,72

Это происходит вследствие того, что ингибиторы трипсина в основном имеют белковое строение, структура которых нарушается при обработке кормов органическими кислотами.

Существенное разрушение ингибиторов отмечалось при БГТО, СВЧ-обработке и экструдировании. При этом содержание ингибиторов в бобах снижалась с 15,5 до 6,4–6,9 мг трипсина/г сырья. Разрушение ингибиторов трипсина и антипитательных веществ улучшает доступность и использование серосодержащих аминокислот. В результате обработки появляется возможность увеличения норм ввода в комбикорма бобовых культур. Расчеты показывают, что по содержанию «защищенного» протеина 1,2 кг зерна кормовых бобов соответствует 1 кг подсолнечного шрота. Поэтому в стоимостном и в качественном выражении «защищенные» бобы в кормлении жвачных могут стать альтернативным источником белка. Данный вопрос требует всестороннего изучения.

Снижение РП в бобах в процессе обработки увеличивает поступление в кишечник нераспавшегося в рубце протеина, возможно, и в целом азотистых веществ в дуоденум и затем в кровь. Доказательством этого служит увеличение концентрации общего белка в сыворотке крови бычков II и III группы по сравнению с I на 5,8 ($P > 0,05$) и 11,1 % ($P < 0,05$).

Согласно литературным данным в процессе тепловой обработки кормов происходит не только денатурация белка, но и декстринизация крахмала, который становится трудно доступным для амилитических ферментов микроорганизмов рубца, однако он легкодоступен для ферментов животного-хозяина. Доказательством этого явилось увеличение содержания глюкозы в крови бычков III группы на 21 %, получавших комбикорм на основе зерна бобов, обработанного барогидротермическим способом, по сравнению с использованием нативного зерна в I группе (табл. 4). Во II группе концентрация глюкозы в крови не менялась, что указывает на то, что при химической обработке изменений в структуре крахмала не происходит.

Увеличение потока в дуоденум нераспавшегося крахмала и его активное переваривание в кишечнике – более рациональный путь использования легкоферментируемых углеводов на энергетические нужды организма животных по сравнению с его интенсивным распадом с образованием избыточного количества ЛЖК в рубце. Увеличение глюкозы в крови способствует секреции инсулина, что в свою очередь стимулирует синтез жира в организме

и гарантирует повышенный синтез белков мышечной ткани у откармливаемых животных. При использовании обработанных кормов отмечалась тенденция увеличения содержания общего белка в сыворотке крови и снижения содержания гемоглобина. В целом биохимические показатели крови у подопытных бычков находились в пределах физиологических норм.

Таблица 4

Биохимические показатели крови бычков

Показатель	Группа		
	I	II	III
Общий белок в сыворотке крови, %	7,12 ± 0,16	7,53 ± 0,17	7,91 ± 0,15*
Содержание глюкозы, ммоль/л	3,40 ± 0,17	3,58 ± 0,19	4,11 ± 0,20*

Примечание. *P < 0,05 к I и II группе.

Различия в РП используемых рационов приводят к изменению интенсивности ферментативных процессов в рубце, что в свою очередь оказывает влияние на эффективность использования азотистых веществ в организме жвачных животных. Результаты балансовых опытов показали, что снижение РП за счет обработки бобов приводило к изменению азотистого обмена в организме бычков. При практически одинаковом потреблении сырого протеина с кормами отмечалось разное выделение азота с калом и мочой. Так, при химической обработке бобов азота с калом выделялось меньше на 1,3 % (P > 0,05), а при БГТО – на 6,3 % (P < 0,05), что способствовало увеличению видимой переваримости протеина в пищеварительном тракте с 66,1 до 67,4 и 70 % соответственно по сравнению с I группой (табл. 5). Результаты балансовых опытов подтвердили данные по переваримости в кишечнике протеина бобов, полученные с помощью метода мобильных мешочков, в которых было установлено, что БГТО в отличие от химической обработки повышает переваримость протеина.

Таблица 5

Баланс азота у бычков

Показатель	Группа		
	I	II	III
Распадаемость протеина, %	70,7	68,0	62,1
Принято азота с кормом, г	180,1 ± 7,8	182,3 ± 6,8	183,5 ± 7,7
Выделено азота с калом, г	57,3 ± 1,7	55,6 ± 1,9	51,0 ± 1,0*
Переварено в пищеварительном тракте, г	119,0 ± 6,2	122,9 ± 5,8	128,1 ± 6,6
Коэффициент переваримости, %	66,1	67,4	70,0
Выделено азота с мочой, г	78,3 ± 2,3	74,6 ± 3,2	71,2 ± 2,2*
% от принятого	43,5	40,9	38,6
% от переваренного	63,4	60,7	55,6
Общие потери (с калом и мочой), г	135,6 ± 4,6	130,2 ± 5,9	122,2 ± 4,3*
Использовано в организме на отложение, г	44,5 ± 3,4	52,1 ± 2,9	61,3 ± 4,1*
% от принятого	24,7	28,6	33,4
% от переваренного	37,4	41,7	47,8
Эффективность использования протеина в организме бычков, %	100	117,1	137,7

Примечание. *P < 0,05 к I группе.

Скармливание обработанных кормов, содержащих более устойчивый к распаду протеин, приводит к увеличению потока в дуоденум азотистых веществ за счет «защищенного» кормового протеина, избежавшего разрушения в рубце, что в свою очередь повышает общую переваримость протеина в кишечнике [12; 13].

Избыточное образование аммиака в рубце приводит к нерациональному использованию азотистых веществ в организме. В нашем эксперименте было установлено, что применение обработанных кормовых бобов сопровождалось снижением потерь азота с мочой от общего его количества, принятого с кормами, с 43,5 % в I группе до 40,9 ($P > 0,05$) и 38,6 % ($P < 0,05$) во II и III группах соответственно. Баланс азота во всех группах был положительным. Использование азота у бычков II и III групп на отложение в теле от принятого его общего количества с кормом было на 3,9 ($P > 0,05$) и 10,4 % ($P < 0,05$) выше, чем в I группе, что служит основанием полагать о проявлении более высокой мясной продуктивности молодняка при скармливании обработанных кормов.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования барогидротермической и химической обработки кормовых бобов, позволяющих снизить в 2 раза содержание антипитательных веществ и адекватно увеличить норму их скармливания в рационах жвачных животных. Применение обработанных кормовых бобов повышает качество белка и крахмала в зерне и тем самым улучшает процессы рубцового пищеварения, увеличивает переваримость протеина в кишечнике, снижает потери азота с мочой, стимулирует образование глюкозы, что в целом позволяет повысить эффективность использования протеина в организме животных на 17,1 и 37,7 %.

Список литературы

1. **Медведев, П. Ф.** Кормовые растения европейской части СССР : справочник / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Л. : Колос, Ленинградское отделение, 1981. – 336 с.
2. **Боев, В.** Эффективность использования конских бобов в кормлении бычков / В. Боев // Корма и кормление сельскохозяйственных животных. – 1991. – № 1. – С. 11.
3. **Девяткин, А. И.** Рациональное использование кормов / А. И. Девяткин. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 256 с.
4. **Фицев, А. И.** Актуальные проблемы повышения эффективности использования зернофуража в рационах сельскохозяйственных животных / А. И. Фицев // Материалы IV Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАСХН Н. А. Шманенкова. – Боровск, 2006. – С. 106–107.
5. **Харитонов, Е. Л.** Повышение протеиновой питательности кормов для молочных коров: методические положения / Е. Л. Харитонов, Д. Г. Погосян. – Боровск, 2011. – 64 с.
6. ГОСТ 28075–89. Корма растительные: метод определения расщепляемости сырого протеина. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – С. 6–9.
7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М. : Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.

8. **Кондрахин, И. П.** Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии : справ. пособие / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 287 с.
9. **Погосян, Д. Г.** Влияние химической обработки кормов на качество протеина в рационах жвачных животных / Д. Г. Погосян, И. Г. Рамазанов, В. В. Чудайкин // Материалы Международной научно-производственной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора И. А. Спириухова. – Пенза, 2007. – С. 171–174.
10. Пат. РФ. Способ производства вспученного зерна / Космынин Е. Г., Лунков С. В., Ерохин Е. Н. – № 2220586 ; зарег. 16.04.2002.
11. **Sadeghi, A.** Effects of Mino wave irradiation on ruminal protein degradation and intestinal digestibility of cottonseed meal / A. Sadeghi, P. Shawrang // Livestock Science. – 2007. – Vol. 106. – P. 176–181.
12. **Погосян, Д. Г.** Переваримость нераспавшегося в рубце протеина кормов в кишечнике растущих животных : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Погосян Д. Г. – Боровск, 1992. – 24 с.
13. **Харитонов, Е. Л.** Переваривание протеина в кишечнике жвачных животных / Е. Л. Харитонов, А. М. Материкин, Н. Д. Мыслик // Сборник научных трудов ВНИИФБиП. – Боровск, 1999. – С. 330–343.

References

1. Medvedev P. F., Smetannikova A. I. *Kormovye rasteniya evropeyskoy chasti SSSR: spravochnik* [Forage plants of the European part of USSR: reference book]. Leningrad: Kolos, Leningradskoe otdelenie, 1981, 336 p.
2. Boev V. *Korma i kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Forages and feeding of agricultural animals]. 1991, no. 1, p. 11.
3. Devyatkin A. I. *Ratsional'noe ispol'zovanie kormov* [Rational use of forages]. Moscow: Rosagropromizdat, 1990, 256 p.
4. Fitsev A. I. *Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RASKhN N. A. Shmanenkova* [Proceedings of IV International conference devoted to 100th anniversary of RAAS academician N. A. Shmanenkova]. Borovsk, 2006, pp. 106–107.
5. Kharitonov E. L., Pogosyan D. G. *Povyshenie proteinovoy pitatel'nosti kormov dlya molochnykh korov: metodicheskie polozeniya* [Improving protein nutritional value of forage for dairy cows: methodological regulations]. Borovsk, 2011, 64 p.
6. *GOST 28075–89. Korma rastitel'nye: metod opredeleniya rassheplyaemosti syrogo proteina* [State standard 28075–89. Forages: a method for determining cleavability of raw protein]. Moscow: Izd-vo standartov, 1989, pp. 6–9.
7. Kalashnikov A. P., Fisinin V. I., Shcheglova V. V., Kleymenova N. I. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sprav. posobie* [Norms and ratios of feeding agricultural animals: reference book]. Moscow: Rossel'khozakademiya, 2003, 456 p.
8. Kondrakhin I. P., Kurilov N. V., Malakhov A. G. et al. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii: sprav. posobie* [Clinical laboratory diagnostics in veterinary medicine]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 287 p.
9. Pogosyan D. G., Ramazanov I. G., Chudaykin V. V. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora I. A. Spiryukhova* [Proceedings of the International scientific and production conference devoted to 100th anniversary of professor I. A. Spiryukhov]. Penza, 2007, pp. 171–174.
10. *Pat. RF. Sposob proizvodstva vspuchennogo zerna* [RF patent. A method of production of swelled grains]. Kosmyinin E. G., Lunkov S. V., Erokhin E. N. No. 2220586; registered 16.04.2002.

11. Sadeghi A., Shawrang P. *Livestock Science*. 2007, vol. 106, pp. 176–181.
12. Pogosyan D. G. *Perevarimost' neraspavshegosya v rubtse proteina kormov v kischech-nike rastushchikh zhivotnykh: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Digestibility of forage protein undecomposed in scar tissues in bowels of growing animals: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Borovsk, 1992, 24 p.
13. Kharitonov E. L., Materikin A. M., Mysnik N. D. *Sbornik nauchnykh trudov VNIIFBiP* [Proceedings of ARIFBAN]. Borovsk, 1999, pp. 330–343.

Погосян Давид Гарегинович

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой переработки
сельскохозяйственной продукции,
Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия
(Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30)

E-mail: pogosyan.d.g@mail.ru

Pogosyan David Gareginovich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of processing
of agricultural products, Penza State
Agricultural Academy
(30 Botanicheskaya street, Penza, Russia)

УДК 636:612+636.085.5

Погосян, Д. Г.

Физиологические аспекты применения кормовых бобов в питании жвачных животных / Д. Г. Погосян // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 44–52. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-5

*Л. А. Новикова***КАТАЛОГ ВИДОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ
ГЕРБАРИЯ ИМЕНИ И. И. СПРЫГИНА (ЧАСТЬ 7)****Аннотация.**

Приводятся результаты инвентаризации гербарной коллекции за последние годы. Установлено, что в настоящее время в Гербарии им. И. И. Спрыгина хранится из класса Liliopsida отдела Magnoliophyta: подкласса Alismatidae – 32 вида, 11 родов и 9 семейств (751 гербарный образец), подкласса Liliidae (без Poaceae) – 374 вида, 101 род и 30 семейств.

Ключевые слова: гербарий имени И. И. Спрыгина, инсерация, каталог.

*L. A. Novikova***A CATALOG OF ANGIOSPERM PLANTS
OF THE I. I. SPRYGIN'S HERBARIUM (PART 7)****Abstract.**

The article adduces the results of herbarium collections inventory in recent years. It is established that currently the I. I. Sprygin's Herbarium stores class Liliopsida of division Magnoliophyta as follows: subclass Alismatidae – 32 species, 11 genera and 9 families (751 herbarium specimen), subclass Liliidae (except Poaceae) – 374 species, 101 genera and 30 families.

Key words: I. I. Sprygin's herbarium, inseration, catalogue.

Работа посвящена подведению результатов электронной таксономической каталогизации Гербария им. И. И. Спрыгина Пензенского государственного университета (РКМ). В этом выпуске каталога приводятся сведения по классу Лилиопсиды (Liliopsida) отдела Покрытосеменные растения (Magnoliophyta). Полностью приводятся данные по подклассу Алисматиды (Alismatidae) и только частично по подклассу Лилииды (Liliidae).

Предварительные этапы каталогизации этой гербарной коллекции были опубликованы сначала в журнале «Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского» в 2010, 2011, 2012 гг. [1–3], потом в журнале «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион» в 2013, 2014, 2015 гг. [4–6], а также в материалах двух международных конференций по гербарному делу, проведенных в г. Пензе (17–19 февраля 2015 г.) [7] и в г. Томске (20–22 октября 2015 г.) [8].

Инсерация ботанической коллекции в Гербарии осуществляется по системе А. Л. Тахтаджана [9]. Латинские названия видов приводятся по С. К. Черепанову [10]. Используются и другие многочисленные определители и флористические сводки [11–16], в том числе и по Пензенской области [17–21].

Ботаническая коллекция Гербария им. И. И. Спрыгина («Каталог..., Ч. 7») из класса Лилиолиопсиды (Liliopsida) отдела Покрытосеменные растения (Magnoliophyta) включает подклассы Алисматиды (Alismatidae), к которым относятся 32 вида растений, принадлежащих 11 родам и 9 семействам, (751 гербарный образец) и подкласс Лилииды (Liliidae), который приводится

не полностью без семейства Мятликовые – Poaceae (30 семейств, 101 род и 374 вида) (табл. 1). Продолжение коллекции, включающей подкласс Лилииды (Liliidae) (только одно семейство Мятликовые – Poaceae) и подкласс Арециды (Arecidae), будет представлено в следующих каталогах.

Таблица 1

Каталог Гербария им. И. И. Спрыгина (Часть 7)
Отдел Magnoliophyta, класс Liliopsida,
подклассы: Alismatidae и Liliidae (без семейства Poaceae)

Номер вида	Таксоны на латинском языке	Таксоны на русском языке
1	2	3
	Отдел MAGNOLIOPHYTA	МАГНОЛИОФИТЫ
	Класс LILIOPSIDA	ЛИЛИОПСИДЫ
	Подкласс ALISMATIDAE	АЛИСМАТИДЫ
	Семейство BUTOMACEAE RICH.	СУСАКОВЫЕ
	<i>Butomus</i> L.	Сусак
1.	<i>Butomus junceus</i> Turcz.	Сусак ситниковый
2.	<i>Butomus umbellatus</i> L.	Сусак зонтичный
	Семейство HYDROCHARITACEAE DUMORT.	ВОДОКРАСОВЫЕ
	<i>Elodea</i> Michx.	Элодея
3.	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Элодея канадская
	<i>Hydrocharis</i> L.	Водокрас
4.	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Водокрас обыкновенный, лягушатник
	<i>Stratiotes</i> L.	Телорез
5.	<i>Stratiotes aloides</i> L.	Телорез алоевидный
	<i>Vallisneria</i> L.	Валлиснерия
6.	<i>Vallisneria spiralis</i> L.	Валлиснерия спиральная
	Семейство ALISMATACEAE VENT.	ЧАСТУХОВЫЕ
	<i>Alisma</i> L.	Частуха
7.	<i>Alisma gramineum</i> Lej.	Частуха злаковидная
8.	<i>Alisma lanceolatum</i> With.	Частуха ланцетная
9.	<i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juz.	Частуха восточная
10.	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Частуха подорожниковая

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Sagittaria</i> L.	Стрелолист
11.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	Стрелолист обыкновенный
	Семейство SCHEUCHZERIACEAE RUDOLPHI	ШЕЙХЦЕРИЕВЫЕ
	<i>Scheuchzeria</i> L.	Шейхцерия
12.	<i>Scheuchzeria palustris</i> L.	Шейхцерия болотная
	Семейство JUNCAGINACEAE RICH.	СИТНИКОВИДНЫЕ
	<i>Triglochin</i> L.	Триостренник
13.	<i>Triglochin maritimum</i> L.	Триостренник приморский
14.	<i>Triglochin palustre</i> L.	Триостренник болотный
	Семейство POTAMOGETONACEAE DUMORT.	РДЕСТОВЫЕ
	<i>Potamogeton</i> L.	Рдест
15.	<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	Рдест альпийский
16.	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb.	Рдест Берхтольда-Бурхольда
17.	<i>Potamogeton compressus</i> L.	Рдест сплюснутый
18.	<i>Potamogeton crispus</i> L.	Рдест курчавый
19.	<i>Potamogeton filiformis</i> Pers.	Рдест нитевидный
20.	<i>Potamogeton friesii</i> Rupr.	Рдест Фриса
21.	<i>Potamogeton gramineus</i> L.	Рдест злаковый
22.	<i>Potamogeton lucens</i> L.	Рдест блестящий
23.	<i>Potamogeton natans</i> L.	Рдест плавающий
24.	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Рдест узловатый
25.	<i>Potamogeton obtusifolius</i> Mert. et Koch	Рдест туполистный
26.	<i>Potamogeton octandrus</i> Poir.	Рдест восьмитычинковый
27.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Рдест гребенчатый
28.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Рдест пронзеннолистный
29.	<i>Potamogeton praelongus</i> Wulf.	Рдест длиннейший
30.	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Рдест маленький
31.	<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schldl.	Рдест волосовидный
	<i>Potamogeton</i> sp.	Рдест sp.
	Семейство ZOSTERACEAE DUMORT.	ЗООСТЕРОВЫЕ
	<i>Zostera</i> L.	Зоостера, взморник
32.	<i>Zostera marina</i> L.	Зоостера морская

1	2	3
	Семейство ZANNICHELLIACEAE DUMORT.	ЗАНИКЕЛЛИЕВЫЕ
	<i>Zannichellia</i> L.	Заникеллия, дзанникеллия
33.	<i>Zannichellia palustris</i> L.	Заникеллия болотная
	Семейство NAJADACEAE JUSS.	НАЯДОВЫЕ
	<i>Caulinia</i> Willd.	Каулиния
34.	<i>Caulinia graminea</i> (Delile) Tzvelev	Каулиния злаковая
	<i>Najas</i> L.	Наяда
35.	<i>Najas major</i> All.	Наяда большая
	Подкласс LILIIDAE	ЛИЛИИДЫ
	Семейство MELANTHIACEAE BATSCH	МЕЛАНТИЕВЫЕ
	<i>Bulbocodium</i> L.	Брандушка
36.	<i>Bulbocodium versicolor</i> (Ker-Gawl.) Spreng.	Брандушка разноцветная
	<i>Bulbocodium</i> sp.	Брандушка sp.
	<i>Colchicum</i> L.	Безвременник
37.	<i>Colchicum autumnale</i> L.	Безвременник осенний
38.	<i>Colchicum kesselringii</i> Regel	Безвременник Кессельринга
39.	<i>Colchicum luteum</i> Baker	Безвременник желтый
40.	<i>Colchicum umbrosum</i> Steven	Безвременник теневой
	<i>Merendera</i> Ramond	Мерендера
41.	<i>Merendera robusta</i> Bunge	Мерендера крупная
	<i>Tofieldia</i> Huds.	Тофильдия
42.	<i>Tofieldia coccinea</i> Richards	Тофильдия ярко-красная, краснеющая
	<i>Zigadenus</i> Michx.	Зигаденус
43.	<i>Zigadenus sibiricus</i> (L.) A. Gray	Зигаденус сибирский
	<i>Veratrum</i> L.	Чемерица
44.	<i>Veratrum maackii</i> Regel	Чемерица Маака
45.	<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	Чемерица Лобеля
46.	<i>Veratrum nigrum</i> L.	Чемерица черная

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Veratrum</i> sp.	Чемерица sp.
	Семейство IRIDACEAE JUSS.	ИРИСОВЫЕ, КАСАТИКОВЫЕ
	<i>Iris</i> L.	Касатик, ирис
47.	<i>Iris aphylla</i> L.	Касатик безлистный
48.	<i>Iris elegantissima</i> Sosn.	Касатик элегантнейший
49.	<i>Iris ensata</i> Thunb.	Касатик мечевидный
50.	<i>Iris florentina</i> L.	Касатик флорентийский
51.	<i>Iris halophila</i> Pall.	Касатик солелюбивый
52.	<i>Iris lycotis</i> Woronow	Касатик волчье ухо
53.	<i>Iris pallida</i> Lam.	Касатик бледный
54.	<i>Iris pumila</i> L.	Касатик карликовой
55.	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Касатик ложноаировый
56.	<i>Iris sanguinea</i> Donn	Касатик кроваво-красный
57.	<i>Iris setosa</i> Pall. ex Link	Касатик щетинистый
58.	<i>Iris sibirica</i> L.	Касатик сибирский
59.	<i>Iris tenuifolia</i> Pall.	Касатик тонколистный
60.	<i>Iris uniflora</i> Pall. ex Link	Касатик одноцветковый
	<i>Iris</i> sp.	Касатик sp.
	<i>Juno</i> Tratt.	Юнона
61.	<i>Juno caucasica</i> (Hoffm.) Klatt	Юнона кавказская
	<i>Crocus</i> L.	Шафран, крокус
62.	<i>Crocus angustifolius</i> Westo	Шафран узколистный
	<i>Crocus</i> sp.	Шафран sp.
	<i>Gladiolus</i> L.	Шпажник, гладиолус
63.	<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	Шпажник черепитчатый
64.	<i>Gladiolus tenuis</i> Bieb.	Шпажник тонколистный
	<i>Tigridia</i> Juss.	Тигридия
65.	<i>Tigridia pavonia</i> Ker-Gawl.	Тигридия павлинья
	<i>Belamcanda</i> Adans.	Беламканда
66.	<i>Belamcanda chinensis</i> (L.) Redouté	Беламканда китайская

1	2	3
	Семейство LILIACEAE JUSS.	ЛИЛЕЙНЫЕ
	<i>Fritillaria</i> L.	Рябчик
67.	<i>Fritillaria bucharica</i> Regel.	Рябчик бухарский
68.	<i>Fritillaria dagana</i> Turcz. ex Trautv.	Рябчик дагана
69.	<i>Fritillaria meleagroides</i> Patrin ex Schult. et Schult. fil.	Рябчик шахматовидный
70.	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	Рябчик русский
	<i>Fritillaria</i> sp.	Рябчик sp.
	<i>Gagea</i> Salisb.	Гусиный лук
71.	<i>Gagea bulbifera</i> (Pall.) Salisb.	Гусиный лук луковичноносный
72.	<i>Gagea erubescens</i> (Bess.) Schult. et Schult. fil.	Гусиный лук краснеющий
73.	<i>Gagea hiensis</i> Pasch.	Гусиный лук гиенский
74.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawl.	Гусиный лук желтый
75.	<i>Gagea minima</i> (L.) Ker-Gawl.	Гусиный лук малый
76.	<i>Gagea pusilla</i> (F. W. Schmidt) Schult. et Schult. fil.	Гусиный лук низкий
77.	<i>Gagea reticulata</i> (Pall.) Schult. et Schult. fil.	Гусиный лук сетчатый
78.	<i>Gagea stipitata</i> Merckl. ex Bunge	Гусиный лук стебельчатый
	<i>Gagea</i> sp.	Гусиный лук sp.
	<i>Lilium</i> L.	Лилия
79.	<i>Lilium avenaceum</i> Fisch. ex Maxim.	Лилия слабая (Л. слабая, или Л. двурядная)
80.	<i>Lilium buschianum</i> Lodd.	Лилия Буша
81.	<i>Lilium lancifolium</i> Thunb.	Лилия ланцетолистная
82.	<i>Lilium martagon</i> L.	Лилия саранка
83.	<i>Lilium medeoloides</i> A. Gray.	Лилия медеолевидная
84.	<i>Lilium monadelphum</i> Bieb.	Лилия однобратственная
85.	<i>Lilium pensylvanicum</i> Ker-Gawl.	Лилия пенсильванская
86.	<i>Lilium pilosiusculum</i> (Freyn) Misch.	Лилия опушенная
87.	<i>Lilium pumilum</i> Delile	Лилия карликовая
	<i>Lilium</i> sp.	Лилия sp.
	<i>Lloydia</i> Reichenb.	Ллойдия
88.	<i>Lloydia serotina</i> (L.) Reichenb.	Ллойдия осенняя
89.	<i>Lloydia triflora</i> (Ledeb.) Baker	Ллойдия трехцветковая

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Tulipa</i> L.	Тюльпан
90.	<i>Tulipa alberti</i> Regel	Тюльпан Альберта
91.	<i>Tulipa biebersteiniana</i> Schult. et Schult. fil.	Тюльпан Биберштейна
92.	<i>Tulipa borszczowii</i> Regel	Тюльпан Борщова
93.	<i>Tulipa gesneriana</i> L. (Т. schrenkii Regel)	Тюльпан Геснера (Т. Шренка)
94.	<i>Tulipa patens</i> Agardh ex Schult. et Schult. fil.	Тюльпан поникший
	<i>Tulipa</i> sp.	Тюльпан sp.
	LILIACEAE sp. sp.	ЛИЛЕЙНЫЕ sp. sp.
	Семейство ASPHODELACEAE JUSS.	АСФОДЕЛОВЫЕ
	<i>Anthericum</i> L.	Венечник
95.	<i>Anthericum ramosum</i> L.	Венечник ветвистый
	<i>Asphodeline</i> Reichenb.	Асфоделина
96.	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Reichenb.	Асфоделина желтая
97.	<i>Asphodeline taurica</i> (Pall. ex Bieb.) Endl.	Асфоделина крымская
	<i>Asphodeline</i> sp.	Асфоделина sp.
	<i>Eremurus</i> Bieb.	Эремурус
98.	<i>Eremurus andriensis</i> (Stev.) Regel	Эремурус индерский
99.	<i>Eremurus olgae</i> Regel	Эремурус Ольги
100.	<i>Eremurus spectabilis</i> Bieb.	Эремурус замечательный
101.	<i>Eremurus stenophyllus</i> Baker	Эремурус узколистый
	<i>Eremurus</i> sp.	Эремурус sp.
	ASPHODELACEAE sp. sp.	АСФОДЕЛОВЫЕ sp. sp.
	Семейство HYACINTHACEAE BATSCH	ГИАЦИНТОВЫЕ
	<i>Bellevalia</i> Lapeyr.	Бельвалия
102.	<i>Bellevalia pycnantha</i> (C. Koch) Losinsk.	Бельвалия густоцветковая
	<i>Hyacinthus</i> L.	Гиацинт
103.	<i>Hyacinthus</i> sp.	Гиацинт sp.
	<i>Muscari</i> Hill.	Гадючий лук, мышинный гиацинт
104.	<i>Muscari inconstictum</i> Reich. fil.	Гадючий лук разверстый
105.	<i>Muscari muscarimi</i> Medik.	Гадючий лук кистевидный

1	2	3
106.	<i>Muscari neglectum</i> Guss.	Гадючий лук незамеченный
	<i>Muscari</i> sp.	Гадючий лук sp.
	<i>Ornithogalum</i> L.	Птицемлечник
107.	<i>Ornithogalum fimbriatum</i> Willd.	Птицемлечник бахромчатый
108.	<i>Ornithogalum fischerianum</i> Krasch.	Птицемлечник Фишера
109.	<i>Ornithogalum flavescens</i> Lam.	Птицемлечник желтоватый
	<i>Ornithogalum</i> sp.	Птицемлечник sp.
	<i>Puschkinia</i> Adams	Пушкиния
110.	<i>Puschkinia scilloides</i> Adams	Пушкиния пролесковидная
	<i>Scilla</i> L.	Пролеска
111.	<i>Scilla bifolia</i> L.	Пролеска двулистная
112.	<i>Scilla cernua</i> Salisb.	Пролеска поникающая
113.	<i>Scilla puschkinioides</i> Regel	Пролеска пушкиниевидная
114.	<i>Scilla sibirica</i> Haw.	Пролеска сибирская
	<i>Scilla</i> sp.	Пролеска sp.
	HYACINTHACEAE sp. sp.	ГИАЦИНТОВЫЕ sp. sp.
	Семейство ALLIACEAE J. AGARDH	ЛУКОВЫЕ
	<i>Agapanthus</i> EHér.	Агапантус
115.	<i>Agapanthus</i> sp.	Агапантус sp.
	<i>Allium</i> L.	Лук
116.	<i>Allium angulosum</i> L.	Лук угловатый
117.	<i>Allium carolinianum</i> DC.	Лук каролинский
118.	<i>Allium cepa</i> L.	Лук репчатый
119.	<i>Allium decipiens</i> Fisch. ex Schult. et Schult. fil.	Лук обманывающий
120.	<i>Allium delicatulum</i> Siev. ex Schult. et Schult. fil.	Лук привлекательный
121.	<i>Allium fedtschenkoanum</i> Regel	Лук Федченко
122.	<i>Allium flavescens</i> Bess.	Лук желтеющий
123.	<i>Allium globosum</i> Bieb. ex Redouté	Лук шаровидный
124.	<i>Allium hymenorhizum</i> Ledeb.	Лук плевкорневищный
125.	<i>Allium inderiense</i> Fisch. ex Bunge	Лук индерский
126.	<i>Allium lineare</i> L.	Лук линейный

Продолжение табл. 1

1	2	3
127.	<i>Allium monadelphum</i> Less. ex Kunth	Лук однобратственный
128.	<i>Allium montanum</i> F. W. Schmidt, 1794, non Schrank, 1785	Лук горный
129.	<i>Allium narcissifolium</i> Vill.	Лук нарциссоцветковый
130.	<i>Allium obliquum</i> L.	Лук косой
131.	<i>Allium oleraceum</i> L.	Лук огородный
132.	<i>Allium paniculatum</i> L.	Лук метельчатый
133.	<i>Allium podolicum</i> (Aschers. et Graebn.) Blocki ex Racib.	Лук подольский
134.	<i>Allium proliferum</i> (Moench) Schrad. ex Willd.	Лук многоярусный
135.	<i>Allium rotundum</i> L.	Лук круглый
136.	<i>Allium sabulosum</i> Steven ex Bunge	Лук песчаный
137.	<i>Allium sacculiferum</i> Maxim.	Лук мешечконосный
138.	<i>Allium saxatile</i> Bieb.	Лук скальный
139.	<i>Allium scorodoprasum</i> L.	Лук причесочный
140.	<i>Allium senescens</i> L.	Лук стареющий
141.	<i>Allium sphaerocephalum</i> L.	Лук шароголовый
142.	<i>Allium stellerianum</i> Willd.	Лук Стеллера
143.	<i>Allium strictum</i> Schrad.	Лук торчащий
144.	<i>Allium tschulpias</i> Regel	Лук Чульшаз
145.	<i>Allium ursinum</i> L.	Лук медвежий, черемша
	<i>Allium</i> sp.	Лук sp.
	Семейство HOSTACEAE MATHEW	ХОСТОВЫЕ
	<i>Hosta</i> Tratt.	Хоста
146.	<i>Hosta plantaginea</i> (Lam.) Aschers.	Хоста подорожниковая
	Семейство AGAVACEAE DUMORT.	АГАВОВЫЕ
	<i>Yucca</i> L.	Юкка
147.	<i>Yucca brevifolia</i> Englm.	Юкка коротколистная
148.	<i>Yucca treculeana</i> Carrière	Юкка Трекуля
	<i>Yucca</i> sp.	Юкка sp.
	Семейство HEMEROCALLIDACEAE R. BR.	ГЕМЕРОКАЛЛИСОВЫЕ
	<i>Hemerocallis</i> L.	Красоднев
149.	<i>Hemerocallis lilio-asphodelus</i> L.	Красоднев желтый
150.	<i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. et C. A. Mey.	Красоднев Миддендорфа

1	2	3
151.	<i>Heimerocallis minor</i> Mill.	Красоднев малый
	<i>Heimerocallis</i> sp.	Красоднев sp.
	Семейство PHORMIACEAE A. E. MURRAY	ФОРМИЕВЫЕ
	<i>Phormium</i> J. R. Forst. et G. Forst.	Формиум
152.	<i>Phormium tenax</i> J. R. Forst. et G. Forst.	Формиум вязкий
	Семейство AMARYLLIDACEAE J. ST.-HIL.	АМАРИЛЛИСОВЫЕ
	<i>Amaryllis</i> L.	Амариллис
153.	<i>Amaryllis</i> sp.	Амариллис sp.
	<i>Galanthus</i> L.	Галантус, подснежник
154.	<i>Galanthus plicatus</i> Bieb.	Галантус складчатый
	<i>Galanthus</i> sp.	Галантус sp.
155.	<i>Haemanthus</i> L.	Гемантус
156.	<i>Haemanthus katherinae</i> Baker.	Гемантус Катарины
	<i>Pancratium</i> L.	Панкраций
157.	<i>Pancratium maritimum</i> L.	Панкраций морской
	<i>Pancratium</i> sp.	Панкратиум sp.
	<i>Zephyranthes</i> Herb.	Зефирантес
158.	<i>Zephyranthes atamasco</i> (L.) Herb.	Зефирантес атамаско
	Семейство IXIOLIRIACEAE NAKAI	ИКСИОЛИРИОНОВЫЕ
	<i>Ixiolirion</i> Herb.	Иксиолирион
159.	<i>Ixiolirion tataricum</i> (Pall.) Schult. et Schult. fil.	Иксиолирион татарский
	Семейство CONVALLARIACEAE HORAN.	ЛАНДЫШЕВЫЕ
160.	<i>Clintonia</i> Rain.	Клинтония
161.	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. et C. A. Mey.	Клинтония удская
	<i>Disporum</i> Salisb. ex Don.	Диспорум
162.	<i>Disporum smilacinum</i> A. Gray	Диспорум смилациновый

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Streptopus</i> Michx.	Стрептопус
163.	<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.	Стрептопус стеблеобъемлющий
	<i>Polygonatum</i> Hill	Купена
164.	<i>Polygonatum humile</i> Fisch. ex Maxim.	Купена приземистая
165.	<i>Polygonatum involucratum</i> (Franch. et Savat.) Maxim.	Купена обертковая
166.	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	Купена многоцветковая
167.	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	Купена душистая
168.	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	Купена мутовчатая
	<i>Polygonum</i> sp.	Купена
	<i>Maianthemum</i> Wigg.	Майник
169.	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	Майник двулистный
170.	<i>Maianthemum dilatatum</i> (Wood) Nels. et Macbr.	Майник широколистный
	<i>Smilacina</i> Desf.	Смилацина
171.	<i>Smilacina hirta</i> Maxim.	Смилацина волосистая
	<i>Convallaria</i> L.	Ландыш
172.	<i>Convallaria majalis</i> L.	Ландыш майский
	<i>Ophiopogon</i> Ker-Gawl.	Офиопогон, ландышник
173.	<i>Ophiopogon</i> sp.	Офиопогон sp.
	Семейство RUSCACEAE HUTCH.	ИГЛИЦЕВЫЕ
	<i>Danae</i> Medik.	Даная
174.	<i>Danae racemosa</i> (L.) Moench	Даная ветвистая
	<i>Ruscus</i> L.	Иглица
175.	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Иглица колючая
176.	<i>Ruscus colchicus</i> P. F. Yeo	Иглица колхидская
	Семейство ASPARAGACEAE HORAN.	СПАРЖЕВЫЕ
	<i>Asparagus</i> L.	Спаржа, аспарагус
177.	<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.	Спаржа коротколистная
178.	<i>Asparagus breslerianus</i> Schult. et Schult. fil.	Спаржа Бреслера
179.	<i>Asparagus davuricus</i> Fisch. ex Link	Спаржа даурская

1	2	3
180.	<i>Asparagus inderiensis</i> Blum ex Pacz.	Спаржа индерская
181.	<i>Asparagus litoralis</i> Stev.	Спаржа прибрежная
182.	<i>Asparagus neglectus</i> Kar. et Kir.	Спаржа незамеченная
183.	<i>Asparagus officinalis</i> L.	Спаржа лекарственная
184.	<i>Asparagus pallasii</i> Misch.	Спаржа Палласа
185.	<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth	Спаржа шобериевидная
186.	<i>Asparagus turkestanicus</i> M. Pop.	Спаржа туркестанская
187.	<i>Asparagus verticillatus</i> L.	Спаржа мутовчатая
	<i>Asparagus</i> sp.	Спаржа sp.
	Семейство DRACENACEAE SALIGB.	ДРАЦЕНОВЫЕ
	<i>Cordyline</i> Comm. ex R. Br.	Кардилина
188.	<i>Cordyline</i> sp.	Кардилина sp.
	Семейство HAEMODORACEAE	ГЕМОДОРОВЫЕ
	<i>Sansevieria</i> Thunb.	Сансевьера
189.	<i>Sansevieria</i> sp.	Сансевьера sp.
	Семейство SMILACACEAE VENT.	САССАПАРИЛЬНЫЕ
	<i>Smilax</i> L.	Сассапариль, смиллах
190.	<i>Smilax excelsa</i> L.	Сассапариль высокий
	Семейство DIOSCOREACEAE R. BR.	ДИОСКОРЕЙНЫЕ
	<i>Dioscorea</i> L.	Диоскорея
191.	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	Диоскорея nipponская
	<i>Tamus</i> L.	Тамус
192.	<i>Tamus communis</i> L.	Тамус обыкновенный
	Семейство TRILLIACEAE LINDL.	ТРИЛЛИЕВЫЕ
	<i>Paris</i> L.	Вороний глаз, парис
193.	<i>Paris incompleta</i> Bieb.	Вороний глаз неполный
194.	<i>Paris quadrifolia</i> L.	Вороний глаз четырехлиственный
	<i>Trillium</i> L.	Триллиум
195.	<i>Trillium camschatcense</i> Ker-Gawl.	Триллиум камчатский
	<i>Trillium</i> sp.	Триллиум sp.

Продолжение табл. 1

1	2	3
	Семейство ALSTROEMERIACEAE DUMORT.	АЛЬСТРЁМЕРИЕВЫЕ
	<i>Alstroemeria</i> L.	Альстрёмерия
196.	<i>Alstroemeria</i> sp.	Альстрёмерия
	Семейство ORCHIDACEAE JUSS.	ОРХИДНЫЕ
	<i>Cypripedium</i> L.	Башмачок
197.	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Башмачок настоящий
198.	<i>Cypripedium guttatum</i> Sw.	Башмачок пятнистый
199.	<i>Cypripedium macranthon</i> Sw.	Башмачок крупноцветковый
200.	<i>Cypripedium ventricosum</i> Sw.	Башмачок вздутый
	<i>Hammarbya</i> O. Kuntze	Хаммарбия
201.	<i>Hammarbya paludosa</i> (L.) O. Kuntze	Хаммарбия болотная
	<i>Malaxis</i> Soland. ex Sw.	Мякотница
202.	<i>Malaxis monophyllos</i> (L.) Sw.	Мякотница однолистная
	<i>Liparis</i> Rich.	Лосняк
203.	<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.	Лосняк Лёзеля
	<i>Corallorhiza</i> Rupp. ex Gadnebin	Ладьян
204.	<i>Corallorhiza trifida</i> Chatel.	Ладьян трехраздельный
	<i>Listera</i> R. Br.	Тайник
205.	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	Тайник сердцевидный
206.	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	Тайник яйцевидный
	<i>Neottia</i> Guett.	Гнездовка
207.	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	Гнездовка настоящая
	<i>Epipactis</i> Zinn	Дремлик
208.	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm. ex Bernh.) Bess.	Дремлик темно-красный
209.	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	Дремлик широколистный
210.	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	Дремлик болотный
	<i>Epipactis</i> sp.	Дремлик sp.
	<i>Cephalanthera</i> Rich.	Пыльцеголовник

1	2	3
211.	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	Пыльцеголовник длиннолистный
212.	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	Пыльцеголовник красный
	<i>Limodorum</i> Boehm.	Лимодорум
213.	<i>Limodorum turkestanicum</i> Litv.	Лимодорум туркестанский
	<i>Epipogium</i> J.G. Gmel. ex Borkh.	Надбородник
214.	<i>Epipogium aphyllum</i> Sw.	Надбородник безлистный
	<i>Gastrodia</i> R. Br.	Гастродия
215.	<i>Gastrodia elata</i> Blume	Гастродия высокая
	<i>Spiranthes</i> Rich.	Скученник
216.	<i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames	Скученник китайский
	<i>Goodyera</i> R. Br.	Гудайера
217.	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.	Гудайера ползучая
	<i>Habenaria</i> Willd.	Поводник
218.	<i>Habenaria linearifolia</i> Maxim.	Поводник линейнолистный
219.	<i>Habenaria radiata</i> (Thunb.) Spreng.	Поводник лучистый
	<i>Herminium</i> Hill.	Бровник
220.	<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	Бровник одноклубневой
	<i>Neottianthe</i> (Reichenb.) Schltr.	Неоттианта, гнездоцветка
221.	<i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schltr.	Неоттианта клобучковая
	<i>Coeloglossum</i> C. Hartm.	Пололепестник
222.	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm.	Пололепестник зеленый
	<i>Platanthera</i> Rich.	Любка
223.	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	Любка двулистная
224.	<i>Platanthera chlorantha</i> (Cust.) Reichenb.	Любка зеленоцветковая
225.	<i>Platanthera fuscescens</i> Kraenzl.	Любка буреющая
226.	<i>Platanthera hologlottis</i> Maxim.	Любка цельногубая
227.	<i>Platanthera maximowicziana</i> Schltr.	Любка Максимовича
228.	<i>Platanthera ussuriensis</i> Maxim.	Любка уссурийская

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Lysiella</i> Rydb.	Лизиелла
229.	<i>Lysiella oligantha</i> (Turcz.) Nevski	Лизиелла малоцветковая
	<i>Gymnadenia</i> R. Br.	Кокушник
230.	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	Кокушник комарниковый
	<i>Orchis</i> L.	Ятрышник
231.	<i>Orchis militaris</i> L.	Ятрышник шлемовидный
232.	<i>Orchis morio</i> L.	Ятрышник дремлик
233.	<i>Orchis pallens</i> L.	Ятрышник бледный
234.	<i>Orchis purpurea</i> Huds.	Ятрышник пурпурный
235.	<i>Orchis simia</i> Lam.	Ятрышник обезьяний
236.	<i>Orchis ustulata</i> L.	Ятрышник обожженный
	<i>Orchis</i> sp.	Ятрышник sp.
	<i>Dactylorhiza</i> Nevski	Пальчатокоренник
237.	<i>Dactylorhiza cruenta</i> (O. F. Mull.) Soo'	Пальчатокоренник кровавый
238.	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo'	Пальчатокоренник Фукса
239.	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo'	Пальчатокоренник мясо-красный
240.	<i>Dactylorhiza longifolia</i> (L. Neum.) Aver.	Пальчатокоренник длиннолистный
241.	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo'	Пальчатокоренник пятнистый
	<i>Dactylorhiza</i> sp.	Пальчатокоренник sp.
	ORCHIDACEAE sp. sp.	ОРХИДНЫЕ sp. sp.
	Семейство PONTEDERIACEAE KUNTH	ПОНТЕДЕРИЕВЫЕ
	<i>Eichhornia</i> Kunth	Эйхорния, водяной гиацинт
242.	<i>Eichhornia</i> sp.	Эйхорния sp.
	Семейство BROMELIACEAE JUSS.	БРОМЕЛИЕВЫЕ
	<i>Ananas</i> Mill.	Ананас
243.	<i>Ananas</i> sp.	Ананас sp.
	<i>Billbergia</i> Thunb.	Бильбергия
244.	<i>Billbergia</i> sp.	Бильбергия sp.
	Семейство CANNACEAE JUSS.	КАННОВЫЕ
	<i>Canna</i> L.	Канна

1	2	3
245.	<i>Canna</i> sp.	Канна sp.
	Семейство MARANTACEAE R. BR.	МАРАНТОВЫЕ
	<i>Maranta</i> L.	Маранта
246.	<i>Maranta</i> sp.	Маранта sp.
	Семейство JUNCACEAE JUSS.	СИТНИКОВЫЕ
	<i>Juncus</i> L.	Ситник
247.	<i>Juncus articulatus</i> L.	Ситник членистый
248.	<i>Juncus atratus</i> Krock.	Ситник черный
249.	<i>Juncus beringensis</i> Buchenau	Ситник берингский
250.	<i>Juncus bufonius</i> L.	Ситник жабий
251.	<i>Juncus compressus</i> Jacq.	Ситник сплюснутый
252.	<i>Juncus conglomeratus</i> L.	Ситник скученный
253.	<i>Juncus effusus</i> L.	Ситник развесистый
254.	<i>Juncus filiformis</i> L.	Ситник нитевидный
255.	<i>Juncus gerardii</i> Loisel.	Ситник Жерара
256.	<i>Juncus inflexus</i> L.	Ситник искривленный
257.	<i>Juncus maritimus</i> Lam.	Ситник морской
258.	<i>Juncus papillosus</i> Franch. et Savat.	Ситник сосочковый
259.	<i>Juncus tenuis</i> Willd	Ситник тонкий
260.	<i>Juncus triglumis</i> L.	Ситник трехчешуйный
	<i>Juncus</i> sp.	Ситник sp.
	<i>Luzula</i> DC.	Ожика
261.	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	Ожика равнинная
262.	<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	Ожика многоцветковая
263.	<i>Luzula pallidula</i> Kirschner (<i>Luzula pallescens</i> Sw.)	Ожика бледноватая
264.	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	Ожика волосистая
265.	<i>Luzula tundricola</i> Gorodkov ex V. N. Vassil.	Ожика тундровая
266.	<i>Luzula wahlenbergii</i> Rupr.	Ожика Валленберга
	<i>Luzula</i> sp.	Ожика sp.
	Семейство CYPERACEAE JUSS.	ОСОКОВЫЕ
	<i>Scirpus</i> L.	Камыш
267.	<i>Scirpus asiaticus</i> Beetle	Камыш азиатский
268.	<i>Scirpus lacustris</i> L.	Камыш озерный

Продолжение табл. 1

1	2	3
269.	<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr	Камыш укореняющийся
270.	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	Камыш лесной
271.	<i>Scirpus tabernaemontani</i> C. C. Gmel.	Камыш Табернемонтана
272.	<i>Scirpus wichurae</i> Boeck.	Камыш Вихуры
	<i>Bolboschoenus</i> (Aschers.) Palla	Клубнекамыш
273.	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	Клубнекамыш приморский
274.	<i>Bolboschoenus planiculmis</i> (F. Schmidt) Egor.	Клубнекамыш плоскостебельный
	<i>Scirpoides</i> Séguier	Камышевидник, сцирпоидес
275.	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak	Камышевидник обыкновенный
	<i>Eriophorum</i> L.	Пушца
276.	<i>Eriophorum gracile</i> Koch.	Пушца стройная
277.	<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe	Пушца широколистная
278.	<i>Eriophorum polystachyon</i> L.	Пушца многоколосковая
279.	<i>Eriophorum russeolum</i> Fries	Пушца рыжеватая
280.	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	Пушца Шейхцера
281.	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Пушца влагалищная
	<i>Eleocharis</i> R. Br.	Болотница, ситняг
282.	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	Болотница игольчатая
283.	<i>Eleocharis klingei</i> (Meinsh.) B. Fedtsch.	Болотница Клинге
284.	<i>Eleocharis mamillata</i> Lindb. fil.	Болотница сосочковая
285.	<i>Eleocharis maximoviczii</i> Zinserl.	Болотница Максимовича
286.	<i>Eleocharis ovata</i> (Roth) Roem. et Schult.	Болотница яйцевидная
287.	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	Болотница болотная
288.	<i>Eleocharis quinqueflora</i> (F. X. Hartmann) O. Schwarz	Болотница малоцветковая
289.	<i>Eleocharis tetraquetra</i> Nees	Болотница четырехгранная
290.	<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.	Болотница одночешуйная
	<i>Eleocharis</i> sp.	Болотница sp.
	<i>Cyperus</i> L.	Сыть
291.	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Сыть съедобная, чуфа
292.	<i>Cyperus fuscus</i> L.	Сыть бурая
293.	<i>Cyperus glaber</i> L.	Сыть гладкая
294.	<i>Cyperus longus</i> L.	Сыть длинная

1	2	3
295.	<i>Cyperus orthostachyus</i> Franch. et Savat.	Сыть прямоколосая
296.	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Сыть круглая
	<i>Cyperus</i> sp.	Сыть sp.
	<i>Pycreus</i> Beauv.	Ситовник
297.	<i>Pycreus flavescens</i> (L.) Beauv. ex Reichenb.	Ситовник желтоватый
	<i>Dichostylis</i> Beauv. ex Lestib.	Дихостилис
298.	<i>Dichostylis micheliana</i> (L.) Nees	Дихостилис Микели
	<i>Cladium</i> P. Br.	Меч-трава
299.	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	Меч-трава обыкновенная
	<i>Rhynchospora</i> Vahl	Очеретник
300.	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	Очеретник белый
	<i>Schoenus</i> L.	Схенус
301.	<i>Schoenus ferrugineus</i> L.	Схенус ржавый
	<i>Kobresia</i> Willd.	Кобрезия
302.	<i>Kobresia capilliformis</i> Ivanova	Кобрезия волосовидная
303.	<i>Kobresia humilis</i> (C. A. Mey. ex Trautv.) Serg.	Кобрезия низкая
304.	<i>Kobresia myosuroides</i> (Vill.) Fiori	Кобрезия мышехвостниковая
305.	<i>Kobresia pamiroalaica</i> Ivanova	Кобрезия памироалайская
306.	<i>Kobresia sibirica</i> (Turcz. ex Ledeb.) Boeck.	Кобрезия сибирская
307.	<i>Kobresia simpliciuscula</i> (Wahlenb.) Mackenz.	Кобрезия нитевиднолистная
	<i>Carex</i> L.	Осока
308.	<i>Carex acuta</i> L.	Осока острая
309.	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	Осока заостренная
310.	<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb.	Осока водяная
311.	<i>Carex appendiculata</i> (Trautv. et C. A. Mey.) Kuk.	Осока придатковая
312.	<i>Carex appropinquata</i> Schum.	Осока сближенная
313.	<i>Carex arnellii</i> Christ	Осока Арнелля
314.	<i>Carex aspratilis</i> V. Krecz.	Осока шероховатая
315.	<i>Carex atherodes</i> Spreng.	Осока прямоколосая

Продолжение табл. 1

1	2	3
316.	<i>Carex bigelowii</i> Torr. ex Schwein.	Осока Бигелоу
317.	<i>Carex bohemica</i> Schreb.	Осока богемская
318.	<i>Carex bostrychostigma</i> Maxim.	Осока курчаворыльцевая
319.	<i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir.	Осока буроватая
320.	<i>Carex buxbaumii</i> Wahlenb.	Осока Буксбаума
321.	<i>Carex capillaris</i> L.	Осока волосовидная
322.	<i>Carex capituliformis</i> Meinsh. ex Maxim.	Осока головчатовидная
323.	<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	Осока гвоздичная
324.	<i>Carex cespitosa</i> L.	Осока дернистая
325.	<i>Carex chordorrhiza</i> Ehrh.	Осока струнокорневищная
326.	<i>Carex cinerea</i> Poll.	Осока пепельная
327.	<i>Carex colchica</i> J. Gay	Осока колхидская
328.	<i>Carex concolor</i> R. Br.	Осока одноцветная
329.	<i>Carex contigua</i> Hoppe	Осока соседняя
330.	<i>Carex diandra</i> Schrank	Осока двутычинковая
331.	<i>Carex digitata</i> L.	Осока пальчатая
332.	<i>Carex diluta</i> Bieb.	Осока светлая
333.	<i>Carex chordorrhiza</i> Ehrh.	Осока двуформенная
334.	<i>Carex dioica</i> L.	Осока двудомная
335.	<i>Carex dispalata</i> Boott	Осока расходящаяся
336.	<i>Carex distans</i> L.	Осока расставленная
337.	<i>Carex disticha</i> Huds.	Осока двурядная
338.	<i>Carex divisa</i> Huds.	Осока раздельная
339.	<i>Carex dolichocarpa</i> C. A. Mey. ex V. Krecz.	Осока длинноплодная
340.	<i>Carex drymophila</i> Turcz. ex Steud.	Осока лесолюбивая
341.	<i>Carex echinata</i> Murr.	Осока ежисто-колючая
342.	<i>Carex egena</i> Lévl. et Vaniot	Осока неродящая
343.	<i>Carex elongata</i> L.	Осока удлиненная
344.	<i>Carex ensifolia</i> Turcz. ex V. Krecz.	Осока мечелистная
345.	<i>Carex ericetorum</i> Poll.	Осока верещатниковая
346.	<i>Carex flacca</i> Schreb.	Осока повислая
347.	<i>Carex flava</i> L.	Осока желтая
348.	<i>Carex globularis</i> L.	Осока шаровидная
349.	<i>Carex hartmanii</i> Cajander	Осока Гартмана
350.	<i>Carex heleonastes</i> Ehrh.	Осока болотолюбивая
351.	<i>Carex hirta</i> L.	Осока мохнатая, коротковолосистая
352.	<i>Carex humilis</i> Leyss.	Осока низкая
353.	<i>Carex kreczetoviczii</i> Egor.	Осока Кречетовича

1	2	3
354.	<i>Carex lachenalii</i> Schkuhr (<i>Carex leporina</i> L.)	Осока Лахенала, заячья
355.	<i>Carex lanceolata</i> Boott	Осока ланцетная
356.	<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	Осока волосистоплодная
357.	<i>Carex leiorhyncha</i> C. A. Mey.	Осока гладконосная
358.	<i>Carex limosa</i> L.	Осока топяная
359.	<i>Carex livida</i> (Wahlenb.) Willd.	Осока свинцово-зеленая
360.	<i>Carex loliacea</i> L.	Осока плевеловидная
361.	<i>Carex melanantha</i> C. A. Mey.	Осока черноцветковая
362.	<i>Carex melanostachya</i> Bieb. ex Willd.	Осока черноколосая
363.	<i>Carex michelii</i> Host	Осока Микели
364.	<i>Carex</i> × <i>microstachya</i> Ehrh.	Осока мелкоколосая
365.	<i>Carex montana</i> L.	Осока горная
366.	<i>Carex muricata</i> L.	Осока колючковатая
367.	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	Осока черная
368.	<i>Carex norvegica</i> Retz.	Осока норвежская
369.	<i>Carex omskiana</i> Meinsh.	Осока омская
370.	<i>Carex orbicularis</i> Boott	Осока алтайская
371.	<i>Carex ornithopoda</i> Willd.	Осока птиценожковая
372.	<i>Carex otrubae</i> Podp.	Осока Отрубы
373.	<i>Carex pallescens</i> L.	Осока бледноватая
374.	<i>Carex pallida</i> C. A. Mey.	Осока бледная
375.	<i>Carex pamirensis</i> C. B. Clarke	Осока памирская
376.	<i>Carex panicea</i> L.	Осока просяная
377.	<i>Carex paniculata</i> L.	Осока метельчатая
378.	<i>Carex pauciflora</i> Lightf.	Осока малоцветковая
379.	<i>Carex paupercula</i> Michx.	Осока заливная
380.	<i>Carex pediformis</i> C. A. Mey.	Осока стоповидная
381.	<i>Carex physodes</i> Bieb.	Осока вздутая
382.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	Осока волосистая
383.	<i>Carex pilulifera</i> L.	Осока шариконосная
384.	<i>Carex praecox</i> Schreb.	Осока ранняя
385.	<i>Carex pseudocyperus</i> L.	Осока ложносытевая
386.	<i>Carex rariflora</i> (Wahlenb.) Smith	Осока редкоцветковая
387.	<i>Carex remota</i> L.	Осока раздвинутая
388.	<i>Carex rhizina</i> Blytt ex Lindbl.	Осока корневищная
389.	<i>Carex rhynchophysa</i> C. A. Mey.	Осока вздутоносая
390.	<i>Carex riparia</i> Curt.	Осока береговая
391.	<i>Carex rostrata</i> Stokes	Осока вздутая
392.	<i>Carex rotundata</i> Wahlenb.	Осока кругловатая

Окончание табл. 1

1	2	3
393.	<i>Carex schmidtii</i> Meinsh.	Осока Шмидта
394.	<i>Carex serotina</i> Merat	Осока поздняя
395.	<i>Carex siderosticta</i> Hance	Осока ржавопятнистая
396.	<i>Carex stenocarpa</i> Turcz. ex V. Krecz.	Осока узкоплодная
397.	<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb.	Осока узколистная
398.	<i>Carex subebracteata</i> (Kuk.) Ohwi	Осока малоприветничковая
399.	<i>Carex supina</i> Willd. ex Wahlenb.	Осока приземистая
400.	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Осока лесная
401.	<i>Carex tomentosa</i> L.	Осока войлочная
402.	<i>Carex tristis</i> Bieb.	Осока печальная
403.	<i>Carex vaginata</i> Tausch	Осока влагалищная
404.	<i>Carex vesicaria</i> L.	Осока пузырчатая
405.	<i>Carex vesicata</i> Meinsh.	Осока пузырчатая
406.	<i>Carex vulpina</i> L.	Осока лисья
	<i>Carex</i> sp.	Осока sp.
	Семейство COMMELINACEAE R. BR.	КОММЕЛИНОВЫЕ
	<i>Commelina</i> L.	Коммелина
407.	<i>Commelina communis</i> L.	Коммелина обыкновенная
	Семейство ERIOCAULACEAE DESV.	ЭРИОКАУЛОНОВЫЕ
	<i>Eriocaulon</i> L.	Эриокаулон, шерстестебельник
408.	<i>Eriocaulon decemflorum</i> Maxim.	Эриокаулон десятицветковый
409.	<i>Eriocaulon komarovii</i> Tzvel.	Эриокаулон Комарова
410.	<i>Eriocaulon ussuriense</i> Korn. ex Regel	Эриокаулон уссурийский

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность доктору биологических наук, профессору Татьяне Борисовне Силаевой за консультации по вопросам классификации растений, биологу Татьяне Михайловне Чепкасовой за помощь в проведении инвентаризации гербарной коллекции.

Список литературы

1. Новикова, Л. А. Значение Гербария им. И. И. Спрыгина. Каталог видов высших споровых и голосеменных растений (Ч. 1) / Л. А. Новикова, А. А. Солянов, В. Н. Хрянин // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2010. – № 17 (21). – С. 20–31.
2. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 2) / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 127–153.
3. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 3) / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 69–91.

4. **Новикова, Л. А.** Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 4) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 15–59.
5. **Новикова, Л. А.** Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 5) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 68–93.
6. **Новикова, Л. А.** Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 6) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 2 (10). – С. 64–68.
7. Проблемы электронной каталогизации сосудистых растений Гербария имени И. И. Спрыгина (РКМ) Пензенского государственного университета / Л. А. Новикова, Т. М. Чепкасова, А. А. Миронова, Д. В. Панькина // Ботанические коллекции – национальное достояние России : сб. науч. ст. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (г. Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 160–164.
8. **Новикова, Л. А.** Современное состояние коллекции Гербария имени И. И. Спрыгина Пензенского государственного университета (РКМ) / Л. А. Новикова, Г. А. Карпова, Д. В. Панькина // Проблемы изучения растительности Сибири : сб. V Междунар. науч. конф., посвящ. 130-летию Гербария им. П. Н. Крылова, 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета (г. Томск, 20–22 октября 2015 г.). – Томск : Изд-во Томского гос. ун-та, 2015. – С. 31–34.
9. **Тахтаджан, А. Л.** Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджан. – Л. : Наука, 1987. – 440 с.
10. **Черепанов, С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
11. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2002–2004. – Т. 1–3.
12. **Маевский, П. Ф.** Флора Средней полосы Европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – 10-е изд. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2006. – 600 с.
13. **Маевский, П. Ф.** Флора Средней полосы Европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – 11-е изд. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2014. – 635 с.
14. Флора Восточной Европы / под ред. Н. Н. Цвелева. – СПб. : Мир и семья (Т. 9, 10) ; М. : Тов-во научных изданий «КМК» (Т. 11), 1996–2004. – Т. 9–11.
15. Флора Европейской части СССР / под ред. А. А. Федорова (Т. 1–6); Н. Н. Цвелева (Т. 7). – Л. : Наука, 1974–1989. – Т. 1–7.
16. Флора СССР / под ред. Б. К. Шишкина. – М. ; Л. : АН СССР, 1959. – Т. 1–30. – 630 с.
17. **Васюков, В. М.** Растения Пензенской области / В. М. Васюков. – Пенза : ПГУ, 2004. – 182 с.
18. **Солянов, А. А.** Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2001. – С. 307–310.
19. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Ч. 1. Травяные степи Пензенской губернии / И. И. Спрыгин // Труды по изучению заповедников. – М., 1926. – Вып. 4. – С. 1–242.
20. **Спрыгин, И. И.** Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья / И. И. Спрыгин // Научное наследство / сост. Л. И. Спрыгина ; под ред. А. Г. Воронова. – М. : Наука, 1986. – Т. 11. – 512 с.
21. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Ч. 3. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые на южных и меловых склонах / И. И. Спрыгин ; сост. Л. А. Новикова ; под ред. В. Н. Тихомирова. – Пенза : Государственный комитет по охране окружающей среды Пензенской области, 1998. – 140 с.

References

1. Novikova L. A., Solyanov A. A., Khryanin V. N. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky. Natural sciences]. 2010, no. 17 (21), pp. 20–31.
2. Novikova L. A. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky. Natural sciences]. 2011, no. 25, pp. 127–153.
3. Novikova L. A. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky. Natural sciences]. 2012, no. 29, pp. 69–91.
4. Novikova L. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 1 (1), pp. 15–59.
5. Novikova L. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2014, no. 2 (6), pp. 68–93.
6. Novikova L. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2015, no. 2 (10), pp. 64–68.
7. Novikova L. A., Chepkasova T. M., Mironova A. A., Pan'kina D. V. *Botanicheskie kolleksii – natsional'noe dostoyanie Rossii: sb. nauch. st. Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch. konf., posvyashch. 120-letiyu Gerbariya im. I. I. Sprygina i 100-letiyu Russkogo botanicheskogo obshchestva (g. Penza, 17–19 fevralya 2015 g.)* [Botanical collections – the national heritage of Russia: proceedings of the All-Russian (with international participation) scientific conference devoted to the 120th anniversary of the I. I. Sprygin's Herbarium and the 100th anniversary of the Russian Botanical Society (Penza, 17th–19th February 2015)]. Penza: Izd-vo PGU, 2015, pp. 160–164.
8. Novikova L. A., Karpova G. A., Pan'kina D. V. *Problemy izucheniya rastitel'nosti Sibiri: sb. V Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 130-letiyu Gerbariya im. P. N. Krylova, 135-letiyu Sibirskogo botanicheskogo sada Tomskogo gosudarstvennogo universiteta (g. Tomsk, 20–22 oktyabrya 2015 g.)* [Problems of studying the vegetation of Siberia: proceedings of V International scientific conference devoted to the 130th anniversary of the P. N. Krylov Herbarium, the 135th anniversary of the Siberian botanical garden of Tomsk State University (Tomsk, 20th–22nd October 2015)]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. un-ta, 2015, pp. 31–34.
9. Takhtadzhan A. L. *Sistema magnoliofitov* [System of magnoliophyta]. Leningrad: Nauka, 1987, 440 p.
10. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv* [Vascular plants of Russian and neighbouring states]. Saint-Petersburg: Mir i sem'ya, 1995, 992 p.
11. Gubanov I. A., Kiseleva K. V., Novikov V. S., Tikhomirov V. N. *Ilyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii* [Illustrated identifier of plants of Middle Russia]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2002–2004, vol. 1–3.
12. Maevskiy P. F. *Flora Sredney polosy Evropeyskoy chasti SSSR* [Flora of the Middle Belt of the European part of USSR]. 10th ed. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2006, 600 p.
13. Maevskiy P. F. *Flora Sredney polosy Evropeyskoy chasti SSSR* [Flora of the Middle Belt of the European part of USSR]. 11th ed. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2014, 635 p.
14. *Flora Vostochnoy Evropy* [Flora of Eastern Europe]. Ed. by N. N. Tsvelev. Saint-Petersburg: Mir i sem'ya (Vol. 9, 10); Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK» (Vol. 11), 1996–2004, vol. 9–11.
15. *Flora Evropeyskoy chasti SSSR* [Flora of the European part of USSR]. Ed. A. A. Fedorova (Vol. 1–6); N. N. Tsveleva (Vol. 7). Leningrad: Nauka, 1974–1989, vol. 1–7.

16. *Flora SSSR* [Flora of USSR]. Ed. by B. K. Shishkin. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1959, vol. 1–30, 630 p.
17. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti* [Plants of Penza region]. Penza: PGU, 2004, 182 p.
18. Solyanov A. A. *Flora Penzenskoy oblasti* [Flora of Penza region]. Penza: PGPU im. V. G. Belinskogo, 2001, pp. 307–310.
19. Sprygin I. I. *Trudy po izucheniyu zapovednikov* [Proceedings of nature reserve studies]. Moscow, 1926, iss. 4, pp. 1–242.
20. Sprygin I. I. *Nauchnoe nasledstvo* [Scientific heritage]. Moscow: Nauka, 1986, vol. 11, 512 p.
21. Sprygin I. I. *Iz oblasti Penzenskoy lesostepi. Ch. 3. Stepi peschanye, kamenisto-peschanye, solontsevatye na yuzhnykh i melovykh sklonakh* [From the zone of Penza forest-steppe. Part 3. Sandy, stony-sandy, solonetzic soils on southern and cretaceous slopes]. Penza: Gosudarstvennyy komitet po okhrane okruzhayushchey sredy Penzenskoy oblasti, 1998, 140 p.

Новикова Любовь Александровна
доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник, кафедра
ботаники, физиологии и биохимии
растений, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lyubov' Aleksandrovna
Doctor of biological sciences, professor,
senior staff scientist, sub-department
of botany, physiology and biochemistry
of plants, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 581.9

Новикова, Л. А.

Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина (Часть 7) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 53–76. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-6

УДК 543.621, 543.641

DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-7

П. А. Полубояринов, И. Я. Моисеева, Н. Н. Глебова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ И АМИНОКИСЛОТЫ СЕЛЕНОЦИСТИНА С ВОССТАНОВЛЕННЫМ ГЛУТАТИОНОМ МЕТОДОМ ВЭЖХ

Аннотация.

Актуальность и цели. Селен – необходимый микроэлемент в организме животных и человека. Наиболее оптимальной формой для коррекции селенодефицита является аминокислота – селеноцистин. Целью работы является изучение продуктов реакции между аминокислотой селеноцистином, селенитом натрия и восстановленным глутатионом методом высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ).

Материалы и методы. Ход реакций между селенитом натрия, селеноцистином и восстановленным глутатионом (реактивы) при различных значениях pH контролировали методом ВЭЖХ на хроматографе «Милихром А-02» (ЗАО ЭкоНова).

Результаты. В работе методом ВЭЖХ изучены продукты реакции селенита натрия с восстановленным глутатионом в различных молярных соотношениях и при разных значениях pH. Выявлено образование промежуточного продукта реакции – селенодисульфида глутатиона и получен спектр его поглощения в остановленном потоке. Селеноцистин взаимодействует с восстановленным глутатионом и образует селеноцистеин-глутатиона селеносульфид, а не гидроселенид-анион, что подтверждает данные о ее ферментативном метаболизме в биологических средах.

Выводы. Аминокислота селеноцистин, взаимодействуя с восстановленным глутатионом, образует только промежуточный продукт – селеноцистеин-глутатиона селеносульфид в отличие от селенита натрия, который восстанавливается до гидроселенид-аниона.

Ключевые слова: селенит натрия, восстановленный глутатион, селенодисульфид глутатиона, гидроселенид-анион, селеноцистин, ВЭЖХ.

P. A. Poluboyarinov, I. Ya. Moiseeva, N. N. Glebova

DETERMINATION OF INTERACTION PRODUCTS OF SELENITE SODIUM AND AMINO ACID SELENOCYSTINE WITH REDUCED GLUTATHIONE BY HPLC METHOD

Abstract.

Background. Selenium is a necessary microelement in organisms of animals and humans. Selenocystine is an amino acid being the most optimal form for selenium deficiency correction. The purpose of the work is to study reaction products between

amino acid selenocystine or sodium selenite and reduced glutathione by HPLC method.

Materials and methods. The course of reactions between sodium selenite or selenocystine and reduced glutathione at various pH values was controlled by HPLC method a “Milichrom A-02” chromatograph (CJSC EkoNova).

Results. The paper describes reaction products of sodium selenite and reduced glutathione in various molar ratios and at pH values studied by HPLC method. The formation of a reaction intermediate product – glutathione selenium disulfide – has been revealed and its absorption spectrum in stopped flow has been obtained. Selenocystine interacts with reduced glutathione and forms selenocysteine-glutathione selenium sulfide, instead of hydroselenide-anion, that confirms the data about its enzymatic metabolism in biological media.

Conclusions. Selenocystine amino acid interacting with reduced glutathione forms only an intermediate product – selenocysteine-glutathione selenium sulfide – unlike sodium selenite, which is reduced to hydroselenide-anion.

Key words: sodium selenite, selenocystine, reduced glutathione, glutathione selenium disulfide, hydroselenide-anion, selenocysteine-glutathione selenium sulfide, HPLC.

Селен – один из эссенциальных микроэлементов в организме животных и человека. Согласно современным представлениям общей регулируемой формой селена в организме является селенид(гидроселенид)-анион [1]. Неорганические соединения селена – оксид селена (SeO₂), селенит натрия (Na₂SeO₃) – вступают в неферментативную реакцию с восстановленным глутатионом (GSH) с образованием селенидглутатиона (GS-Se-SG) [2, 3]:



Согласно общей схеме окислительно-восстановительной реакции при избытке GSH селенидглутатион (GS-Se-SG) легко восстанавливается с образованием селеноперсульфида (GS-Se-SG), селеноводорода. Селеноводород окисляется до элементного селена[4]:



Неорганические соединения селена давно и широко используют для коррекции селенодефицита в питании человека и рационах животных. Самым главным недостатком селеновых добавок на основе селенита натрия является то, что их поведение в организме трудно регулируемо: высокое содержание восстановленного глутатиона и других тиолов в биологических системах (около 5 ммоль/л) способствует восстановлению селенит-ионов до высокотоксичного селеноводорода [5].

Наиболее перспективной формой селеноорганических соединений, применяемых для коррекции селенодефицита, является аминокислота селеноцистеин (окисленная форма – селеноцистин), которая поступает в организм животных и человека по аминокислотной транспортной системе и метаболизируется только ферментативно. На кафедре «Физика и химия» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства был разработан и проведен синтез селенсодержащей аминокислоты L-селеноцистина (окисленная форма аминокислоты селеноцистеина), получен патент № 2537166 (РФ).

Целью работы является изучение продуктов реакции между аминокислотой селеноцистином, селенитом натрия и восстановленным глутатионом методом ВЭЖХ.

Реактивы и методы

В работе были использованы реактивы: глутатион восстановленный, селенит натрия, элементный селен, боргидрид натрия (ЗАО Вектон), селеноцистин, полученный по патенту № 2537166 (РФ). Дисульфид глутатиона получали барботированием воздухом раствора восстановленного глутатиона при $\text{pH} = 8$ в течение нескольких часов.

Для подтверждения идентичности гидроселенид-аниона/селеноводорода элементный селен восстанавливали боргидридом натрия. Для этого к 4,5 мг элементного селена добавили 4,5 мг боргидрида натрия, растворенных в 5 мл 0,1 н. буры, и перемешивали в течение получаса, используя гидрозатвор для предотвращения окисления образовавшегося гидроселенид-аниона, и затем подавали в хроматограф. Отмечали форму пика и объем удерживания в стандартных условиях.

При синтезе селеноводорода из элементного селена и боргидрида натрия в растворе буры образуется в основном гидроселенид-анион – HSe^- [6], однако при хроматографировании используется раствор, содержащий хлорную кислоту с $\text{pH} = 2$ [7], и в данных условиях в основном будет присутствовать недиссоциированный селеноводород (H_2Se).

Для идентификации селенодисульфида глутатиона, который получают взаимодействием раствора селенита натрия и восстановленного глутатиона, использовалась методика, предложенная в работе [8].

Хроматографирование проводили на микроколоночном жидкостном хроматографе «Милихром А-02» (ЗАО ЭкоНова). Хроматографическая колонка размером 2,0×75 мм заполнена сорбентом ProntoSil-120-5C18AQ, зерно 5,0 мкм. Элюирование осуществляли в градиенте концентрации ацетонитрила 2–90 % (по объему). Подвижная фаза «А»: 0,2М LiClO_4 и 0,005М HClO_4 (ЗАО ЭкоНова), подвижная фаза «Б»: ацетонитрил (НПК Криохром).

Результаты и обсуждение

В работе [8] показана возможность хроматографического анализа продуктов взаимодействия оксида селена (SeO_2) с восстановленным глутатионом методом ВЭЖХ при различных значениях pH и соотношениях исходных веществ.

В настоящей работе были проведены хроматографические исследования взаимодействия селенита натрия (Na_2SeO_3) с GSH при молярном соотношении 1:1 и разных значениях pH для определения продуктов реакций. На рис. 1–4 представлены хроматограммы продуктов взаимодействия реакционных смесей селенита натрия и GSH в кислой ($\text{pH} = 2,8; 4,0$), нейтральной ($\text{pH} = 7$) и щелочной ($\text{pH} = 9$) средах.

На хроматограмме (см. рис. 1) присутствуют четыре основных пика, которые принадлежат гидроселенид-аниону/селеноводороду (I), восстановленному глутатиону (II) и окисленному глутатиону (III) соответственно, так как их объемы удерживания совпадают с объемами удерживания веществ-стандартов. Объем удерживания и порядок выхода пика селенодиглутатиона (IV) совпадал с данными работы [8].

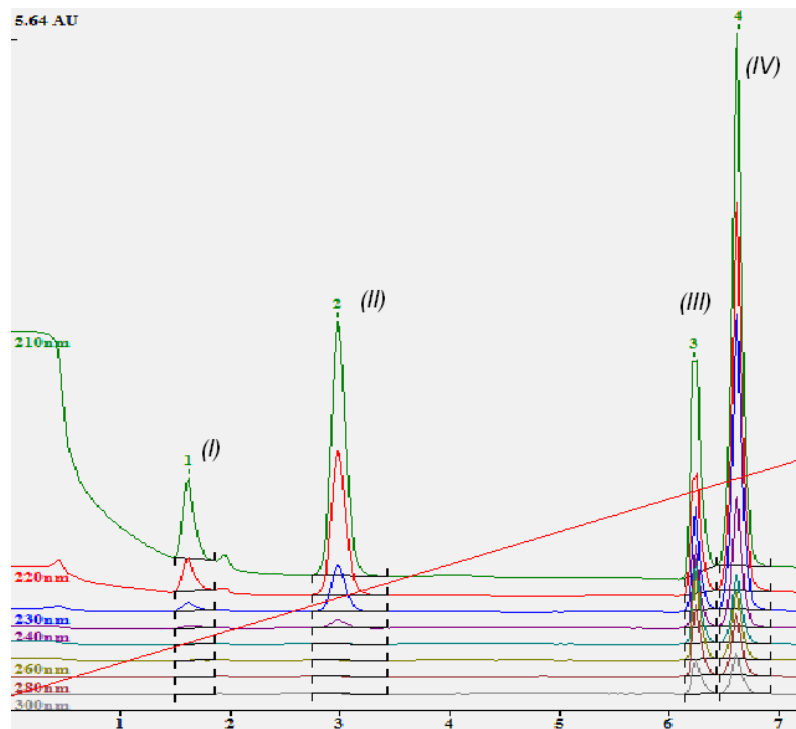


Рис. 1. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селенита натрия и восстановленного глутатиона (pH = 2,8)

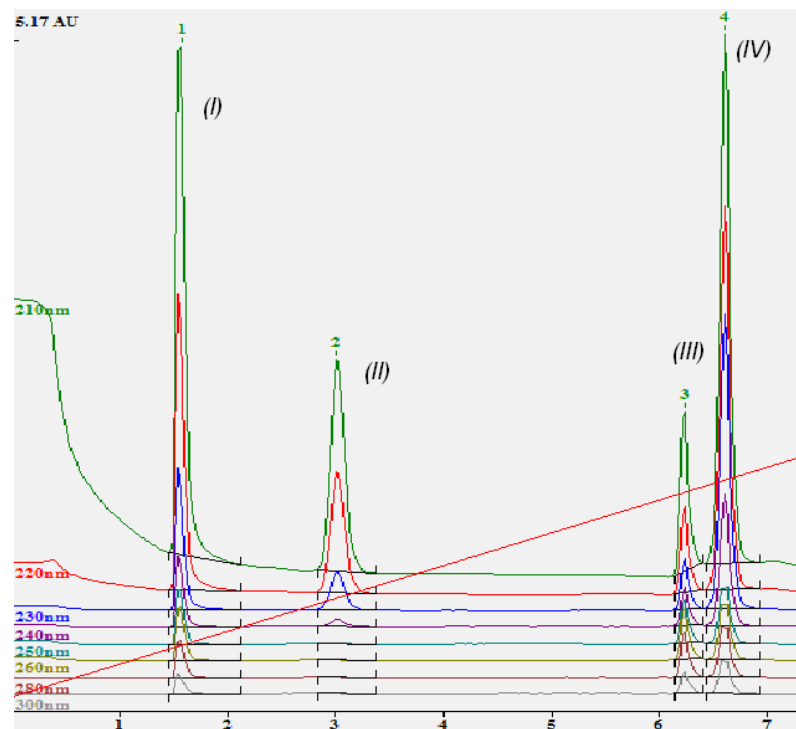


Рис. 2. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селенита натрия и восстановленного глутатиона (pH = 4,0)

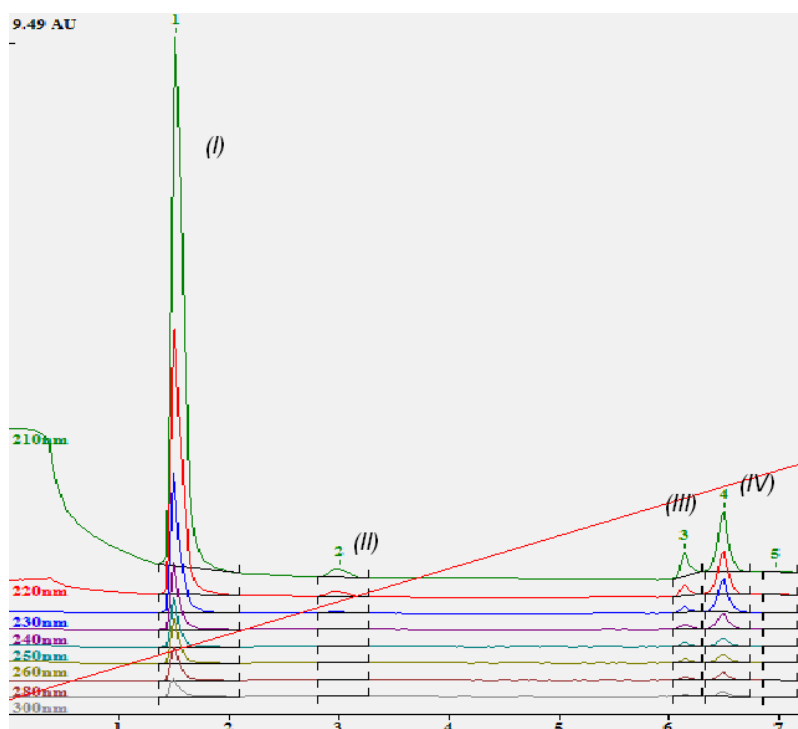


Рис. 3. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селенита натрия и восстановленного глутатиона (pH = 7,0)

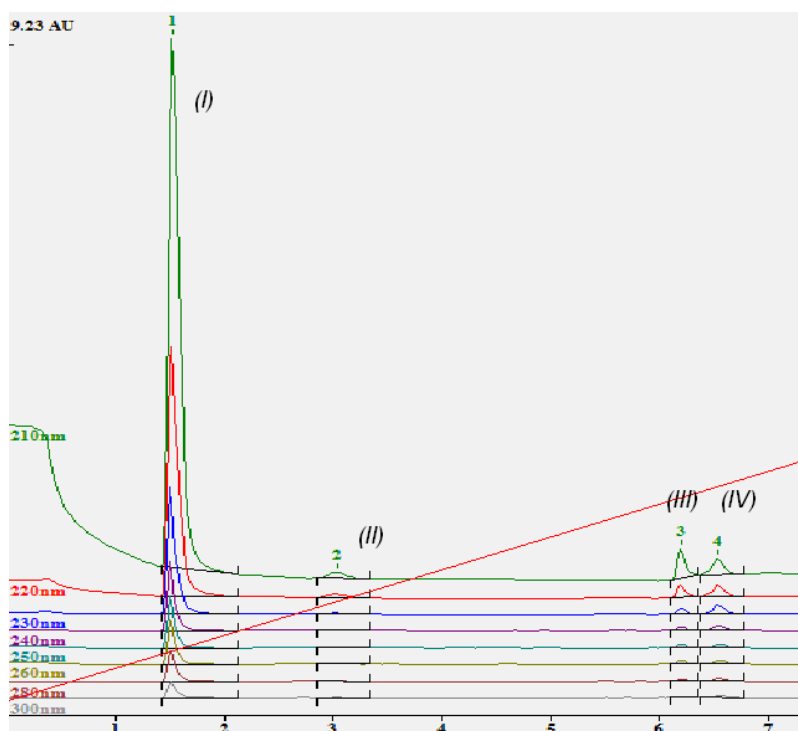


Рис. 4. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селенита натрия и восстановленного глутатиона (pH = 9,0)

При увеличении значения рН до 4,0 (см. рис. 2) происходит последовательное увеличение площади пика (концентрации) гидроселенид-аниона/селеноводорода (I) при одновременном уменьшении площади пиков восстановленного (II) и окисленного глутатиона (III), а также селенодиглутатиона (IV). Данная тенденция сохраняется при дальнейшем увеличении рН до 7 и 9 (см. рис. 3, 4).

В литературе [9] имеются данные о максимумах поглощения газообразного сероводорода ($H_2S \lambda_{max} \approx 196 \text{ нм}$) и селеноводорода ($H_2Se \lambda_{max} \approx 214 \text{ нм}$). Исследование спектра поглощения пика гидроселенид-аниона/селеноводорода в остановленном потоке представлено на рис. 5.

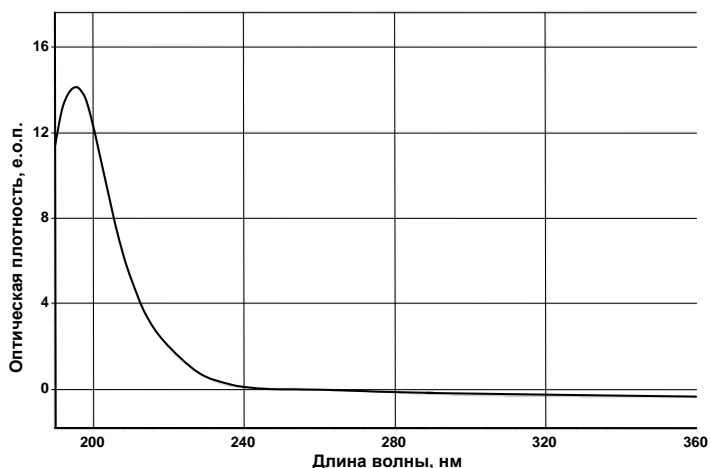


Рис. 5. Спектр поглощения гидроселенид-иона в остановленном потоке

Максимум поглощения у селенид-аниона в нашей работе приходится на 196 нм.

Селенодиглутатион – устойчивое соединение, имеющее по литературным данным полосу поглощения 260–380 нм [2, 3]. В нашей работе максимум поглощения селенодиглутатиона приходится на 225 нм, хотя и имеет широкую полосу поглощения – 210–360 нм (рис. 6).

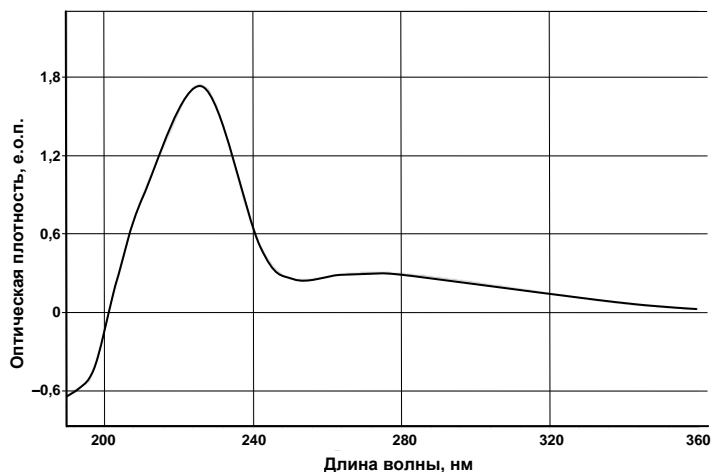


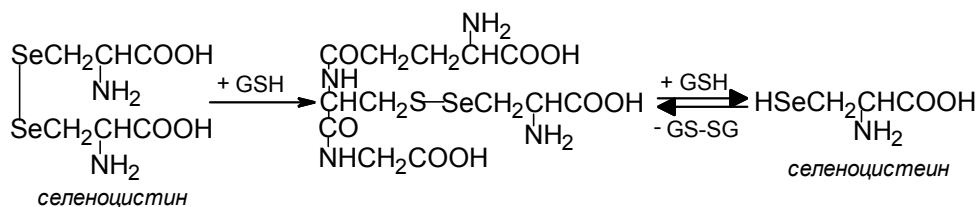
Рис. 6. Спектр поглощения селенодиглутатиона в остановленном потоке

По-видимому, эти различия в данных зависят как от фазы (газ, жидкость), так и от особенностей (рН элюента, остаточное давление в системе) исследования спектра вещества.

Таким образом, селенит натрия при взаимодействии с восстановленным глутатионом (**II**) образует селенодиглутатион (**IV**) в качестве промежуточного продукта (его содержание также зависит от времени) реакции и гидроселенид-анион/селеноводород (**I**) в качестве конечного. Аналогично данная реакция идет и в биологических средах, но из-за ограниченных возможностей утилизации высокотоксичного гидроселенид-аниона в живых организмах дозирование селенита натрия необходимо строго контролировать.

Основными источниками селена для животных и человека являются аминокислоты селенометионин (Sem) и селеноцистеин (Sec) – окисленная форма селеноцистин (Sec-Sec) [5]. Селеноцистеин (Sec) – 21-я протеиногенная аминокислота, которую на матричной РНК кодирует терминирующий кодон UGA при условии, что за ним следует особая стимулирующая последовательность нуклеотидов [10]. Это самое значимое природное соединение селена, а все остальные – найденные в природных источниках – либо лежат на пути его биосинтеза (интермедиаты), либо являются его метаболитами.

По литературным данным [11, 12] после перорального введения животным селеноцистин (Sec-Sec) взаимодействует с восстановленным глутатионом с образованием селеноцистеин-глутатиона селеносульфида (Sec-SG). Отмечается, что данная реакция проходит в тонком кишечнике. На втором этапе Sec-SG неферментативно восстанавливается до селеноцистеина (Sec) избытком GSH в печени. Было также признано, что Sec-SG может ферментативно метаболизирован в Sec с участием глутатионредуктазы в присутствии НАДФН:



И только на третьем этапе селеноцистеин расщепляется селеноцистеин-β-лиазой (классификационный номер фермента 4.4.1.16) до селеноводорода H₂Se и аминокислоты аланина [13]. Таким образом, в отличие от неорганических форм селена процесс образования гидроселенид-аниона из селеноцистеина контролируется ферментативно.

В сильноокислом растворе (рН = 1,8) и молярном соотношении 1:1 реакция между селеноцистином и восстановленным глутатионом не идет, по-видимому, из-за подавления диссоциации SH-группы и нуклеофильных свойств атома серы. На хроматограмме отчетливо виден пик селеноцистина (**V**) и пик восстановленного глутатиона (**II**) (рис. 7).

В нейтральной среде (рН = 7) происходит объединение пиков, характеризующих селеноцистин и восстановленный глутатион в один – селеноцистеин-глутатиона селеносульфид (**VI**) (рис. 8).

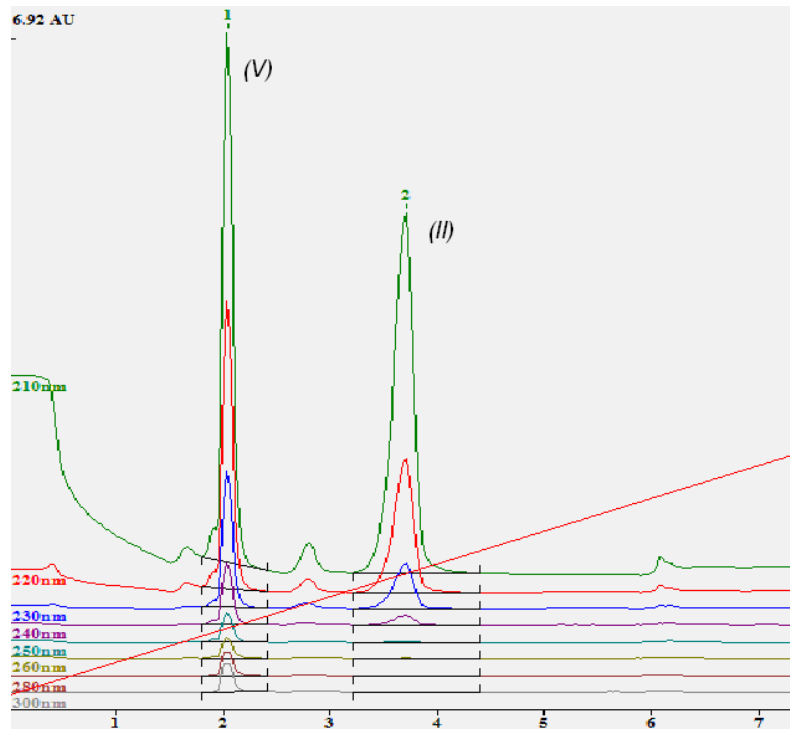


Рис. 7. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селеноцистина и восстановленного глутатиона (pH = 2,8)

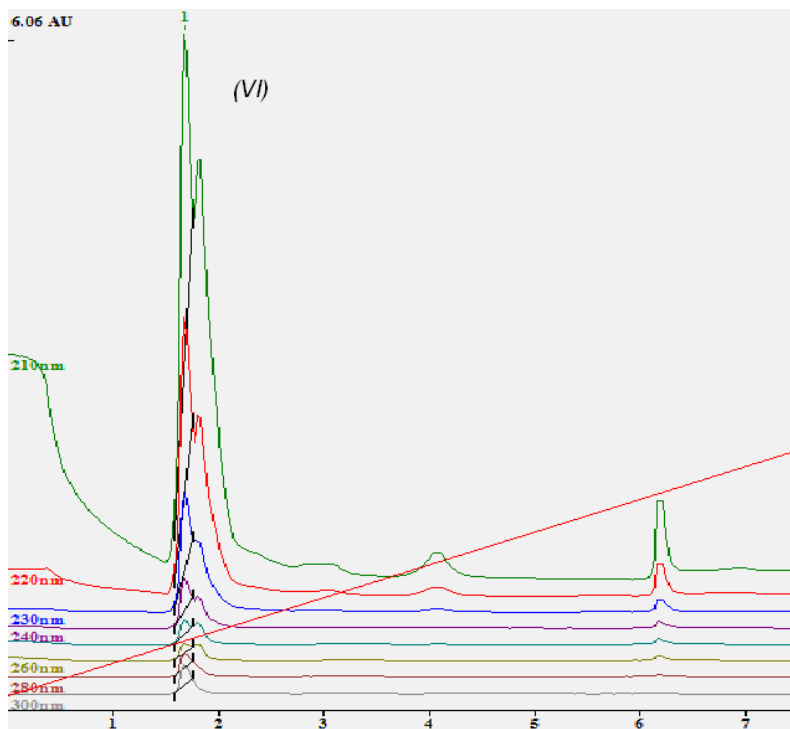


Рис. 8. Хроматограмма реакционной смеси, полученной при взаимодействии селеноцистина и восстановленного глутатиона (pH = 7)

Увеличение концентрации восстановленного глутатиона в 2 раза, выдержка раствора в течение часа и последующее хроматографирование не изменили площадь и форму пика селеноцистеин-глутатиона селеносульфида (VI).

Таким образом, проведенные исследования показали, что аминокислота селеноцистин, взаимодействуя с восстановленным глутатионом, образует только промежуточный продукт – селеноцистеин-глутатиона селеносульфид (VI) в отличие от селенита натрия, который восстанавливается до гидроселенид-аниона/селеноводорода (I). Это является весьма важным преимуществом селеноцистина как препарата, который может использоваться для устранения селенодефицита в питании человека и рационах животных.

Список литературы

1. **Гореликова, Г. А.** Нутрицевтик селен: недостаточность в питании, меры профилактики (обзор) / Г. А. Гореликова, Л. А. Маюрникова, В. М. Позняковский // Вопросы питания. – 1997. – № 5. – С. 18–21.
2. **Gather, H. E.** Selenotrisulfides. Formation by reaction of thiols with selenious acid / H. E. Gather // Biochemistry. – 1968. – Vol. 7. – P. 2898–2905.
3. **Gather, H. E.** Reduction of the selenotrisulfide derivarive of glutathione to a persulfide analog by glutathione reductase / H. E. Gather // Biochemistry. – 1971. – Vol. 10. – P. 4089–4098.
4. Active oxygen generation by the reaction of selenite with reduced glutathione in vitro / Y. Seko, Y. Saito, J. Kitahara, N. Imura // Selenium in biology and medicine. – 1989. – Vol. 10. – P. 333–339.
5. Микроэлемент селен: роль в процессах жизнедеятельности: обзорная информация / И. В. Гмошинский, В. К. Мазо, В. А. Тутельян, С. А. Хотимченко // Экология моря. – 2000. – № 4. – С. 83–86.
6. **Klayman, Daniel L.** Reaction of selenium with sodium borohydride in protic solvents. A Facile Method for the introduction of selenium into organic molecules / Daniel L. Klayman, T. Scott Griffin // Journal of the American Chemical Society. – 1973. – Vol. 95, № 1. – P. 197–199.
7. **Азарова, И. Н.** Применение перхлората лития в обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии аминокислот / И. Н. Азарова, Г. И. Барам // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013. – Т. 14, вып. 1. – С. 65–74.
8. Изучение конкурентного взаимодействия ионов серебра с цистеинсодержащими пептидами и серосодержащими аминокислотами с помощью ESI-MS / А. В. Новиков, Р. А. Бубляев, Н. В. Краснов, Ю. П. Козьмин, Т. Е. Кураева, О. А. Миргородская // Научное приборостроение. – 2007. – Т. 17, № 4. – С. 29–36.
9. **Косяков, А. В.** Построение фазовых диаграмм и регулирование состава промежуточных фаз в системах Ga-Ni, Ga-Cu, In-S и In-Se при использовании вспомогательного компонента : автореф. дис. ... канд. хим. наук / Косяков А. В. – Воронеж, 2010. – 18 с.
10. Functional Characterization of the Eukaryotic Secis Elements which Direct Selenocysteine Insertion at UGA Codons / M. J. Berry, L. Banu, J. W. Harney, P. R. Larsen // The EMBO Journal. – 1993. – Vol. 12, № 8. – P. 3315–3322.
11. Chemical form of selenium-containing metabolite in small intestine and liver of mice following orally administered selenocystine / T. Hasegawa, M. Mihara, T. Okuno, K. Nakamuro, Y. Sayato // Arch. Toxicol. – 1995. – Vol. 69. – P. 312–317.
12. Identification and metabolism of selenocysteine-glutathione selenenyl sulfide (CySeSG) in small intestine of mice orally exposed to selenocystine / T. Hasegawa, T. Okuno, K. Nakamuro, Y. Sayato // Arch. Toxicol. – 1996. – Vol. 71. – P. 39–44.

13. Selenocysteine lyase, a novel enzyme that specifically acts on selenocysteine / N. Esaki, T. Nakamura, H. Tanaka, K. Soda // *J. Biol. Chem.* – 1982. – Vol. 257. – P. 4386–4391.

References

1. Gorelikova G. A., Mayurnikova L. A., Poznyakovskiy V. M. *Voprosy pitaniya* [Problems of feeding]. 1997, no. 5, pp. 18–21.
2. Gather H. E. *Biochemistry*. 1968, vol. 7, pp. 2898–2905.
3. Gather H. E. *Biochemistry*. 1971, vol. 10, pp. 4089–4098.
4. Seko Y., Saito Y., Kitahara J., Imura N. *Selenium in biology and medicine*. 1989, vol. 10, pp. 333–339.
5. Gmshinskiy I. V., Mazo V. K., Tutel'yan V. A., Khotimchenko S. A. *Ekologiya morya* [Sea ecology]. 2000, no. 4, pp. 83–86.
6. Klayman Daniel L., Griffin Scott T. *Journal of the American Chemical Society*. 1973, vol. 95, no. 1, pp. 197–199.
7. Azarova I. N., Baram G. I. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy* [Sorbptive and chromatographic processes]. 2013, vol. 14, iss. 1, pp. 65–74.
8. Novikov A. V., Bublyaev R. A., Krasnov N. V., Koz'min Yu. P., Kuraeva T. E., Mirgorodskaya O. A. *Nauchnoe priborostroenie* [Scientific instrument engineering]. 2007, vol. 17, no. 4, pp. 29–36.
9. Kosyakov A. V. *Postroenie fazovykh diagramm i regulirovanie sostava promezhutochnykh faz v sistemakh Ga-Ni, Ga-Cu, In-S i In-Se pri ispol'zovanii vspomogatel'nogo komponenta: avtoref. dis. kand. khim. nauk* [Constructing phase diagrams and regulation of the composition of intermediate phases in systems Ga-Ni, Ga-Cu, In-S and In-Se when using an auxiliary component: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of chemical sciences]. Voronezh, 2010, 18 p.
10. Berry M. J., Banu L., Harney J. W., Larsen P. R. *The EMBO Journal*. 1993, vol. 12, no. 8, pp. 3315–3322.
11. Hasegawa T., Mihara M., Okuno T., Nakamuro K., Sayato Y. *Arch. Toxicol.* 1995, vol. 69, pp. 312–317.
12. Hasegawa T., Okuno T., Nakamuro K., Sayato Y. *Arch. Toxicol.* 1996, vol. 71, pp. 39–44.
13. Esaki N., Nakamura T., Tanaka H., Soda K. *J. Biol. Chem.* 1982, vol. 257, pp. 4386–4391.

Полубояринов Павел Аркадьевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, кафедра физики и химии,
Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства
(Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28)

E-mail: poluboyarinovpavel@yandex.ru

Poluboyarinov Pavel Arkadyevich

Candidate of agricultural sciences, associate
professor, sub-department of physics
and chemistry, Penza State University
of Architecture and Construction
(28 G. Titova street, Penza, Russia)

Моисеева Инесса Яковлевна

доктор медицинских наук, профессор,
заведующая кафедрой общей
и клинической фармакологии, декан
лечебного факультета, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: moiseeva_pharm@mail.ru

Moiseeva Inessa Yakovlevna

Doctor of medical sciences, professor, head
of sub-department of general and clinical
pharmacology, dean of the faculty
of general medicine, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Глебова Наталья Николаевна

старший преподаватель, кафедра общей и клинической фармакологии, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: natali.glebova@gmail.com

Glebova Natali Nikolaevna

Senior lecturer, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 543.621, 543.641

Полубояринов, П. А.

Определение продуктов взаимодействия селенита натрия и аминокислоты селеноцистина с восстановленным глутатионом методом ВЭЖХ / П. А. Полубояринов, И. Я. Моисеева, Н. Н. Глебова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 77–87. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-7

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛИНЫ КИМЕРИДЖСКОЙ (ГОЛУБОЙ) УНДОРОВСКОЙ¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Источниками получения энтеросорбентов могут являться различные природные и синтетические материалы. Определенный научный и практический интерес представляют природные минеральные глины. И в этом аспекте глина Ундоровская может рассматриваться как перспективный энтеросорбент.

Материалы и методы. Нами была изучена глина кимериджская (голубая) лечебная «Ундоровская» порошкообразная (ТУ 9369-002-02590678-2006) с целью возможности создания на ее основе отечественных сорбционных материалов для медицинской практики. Элементный состав изучили методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной аргоновой плазме на спектрометре ICAP-6500 Duo (Thermo Electron Corporation, США). Фракционный состав глины определяли методом рентгенофазового анализа на рентгеновском дифрактометре Bruker Phaser D2 (Германия). Исследование микроструктуры проводили на сканирующем электронном микроскопе Phenom ProX при 15 kV, детекторе SEM, размере электронного пучка 30, в высоком вакууме. Обработку снимков осуществляли в программном пакете автоматизированных решений ProSuite. Определение удельной площади поверхности проводили методом физической сорбции азота по методу BET (Brunauer-Emmet-Teller) на приборе Carlo ErbaSorpty1750 (Италия).

Результаты и выводы. Полученные данные позволяют рассматривать глину лечебную Ундоровскую в качестве перспективного источника создания отечественных сорбционных материалов для медицинской практики.

Ключевые слова: глина, сорбция, энтеросорбенты.

A. E. Kormishina, P. G. Mizina, E. S. Melenteva, D. V. Kozlov

NEW APPLICATION PROSPECTS FOR UNDORY THERAPEUTIC CLAY

Abstract.

Background. Various natural and synthetic materials may be sources of enterosorbents. Natural mineral clay arouses certain scientific and practical interest. And in this aspect, Undory therapeutic clay can be regarded as a promising enterosorbent.

Materials and methods. The authors studied Kimmeridgian (blue) "Undory" therapeutic powder clay (TU 9369-002-02590678-2006) in terms of a possibility of creating domestic sorption materials for medical practice on its basis. The elemental composition was studied by mass spectrometry with ionization via an inductively coupled argon plasma spectrometer ICAP-6500 Duo (Thermo Electron Corporation, USA). The fractional composition of the clay was determined by X-ray diffraction using an X-ray diffractometer Bruker Phaser D2 (Germany). The microstructure was

¹ Работа выполнена в рамках научно-образовательного комплекса ВИЛАР – УлГУ, договор № 98 от 24.06.2015 г.

investigated by a scanning electron microscope Phenom ProX at 15 kV (detector SEM, electron beam size – 30) in high vacuum. The images were processed in a ProSuite software package of automated solutions. The specific surface area was determined by physical sorption of nitrogen via the BET method (Brunauer-Emmett-Teller) on a Carlo ErbaSorpty 1750 device (Italy).

Results and conclusions. The data allow to consider Undory therapeutic clay as a promising source of domestic sorption materials for medical practice.

Key words: clay, sorption, enterosorbents.

История использования энтеросорбентов ведет свое начало из глубокой древности. Врачеватели Индии, Древнего Египта, Греции наряду с другими адсорбентами (древесный уголь, растертые туфы, пережженный рог) использовали глину для лечения отравлений, дизентерии, желтухи и других заболеваний. Лекари Древней Руси использовали с этой целью березовый или костный уголь [1].

В «Каноне врачебной науки», говоря об искусстве сохранения здоровья, Авиценна из семи постулатов на третье место ставил методы очистки организма от «излишков». Он предлагал использовать с этой целью печатную глину (Тин махтум), которая действует как кровоостанавливающее, ранозаживляющее средство, препятствующее отравлению [2].

К современным лекарственным средствам для энтеросорбции, кроме высоких адсорбционных свойств, предъявляются требования безопасности, нетравматичности для слизистых оболочек, эффективности эвакуации из кишечника, удобства приема, особенно для педиатрической практики [3]. Всем этим требованиям в полной мере отвечают глины минеральные. Они бывают разных цветов и оттенков. Цвет глины влияет на лечебные свойства и обусловлен повышенным содержанием того или иного элемента или группы элементов [4].

В голубой глине преобладают органические воскообразные, белковые и жировые вещества. В химический состав также входят натрий, калий, кальций, бром, йод, алюминий и цинк [4].

В России одним из крупнейших месторождений лечебной голубой глины является Уноровское (п. Унды, Ульяновской области). В геологическом строении Уноровского месторождения лечебных глин представлены кимериджские отложения верхней юры и четвертичные образования. Мощность глин в пределах месторождения изменяется от 3–5 м по левому берегу залива до 20–22 м по правому берегу р. Волги [5].

По классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых отнесено к разведанным месторождениям и считается подготовленным к промышленному освоению [5].

Тонкий состав и гидрофильно-коллоидный комплекс определяют ряд лечебных свойств Уноровской глины – высокую адсорбционную способность и теплоемкость, низкую теплопроводность, способность в течение времени удерживать установленную им температуру, иметь высокую пластичность, сохраняющуюся в широком диапазоне влажности (примерно от 40 до 80 %) [6].

Эти параметры позволяют использовать глину Уноровскую при бальнеологических процедурах.

Материалы и методы исследования

Нами исследована глина кимериджская (голубая) «Ундоровская» лечебная порошкообразная (ТУ 9369-002-02590678-2006) с целью возможности создания на ее основе отечественных сорбционных материалов для медицинской практики.

Элементный состав изучили методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной аргоновой плазме на спектрометре ICAP-6500 Duo (Thermo Electron Corporation, США).

Фракционный состав глины определяли методом рентгенофазового анализа на рентгеновском дифрактометре Bruker Phaser D2 (Германия).

Исследование микроструктуры проводили на сканирующем электронном микроскопе) Phenom ProX при 15 kV, детекторе SEM, размере электронного пучка 30, в высоком вакууме. Обработку снимков осуществляли в программном пакете автоматизированных решений ProSuite.

Определение удельной площади поверхности проводили методом физической сорбции азота по методу BET (Brunauer-Emmet-Teller) на приборе Carlo ErbaSorpty1750 (Италия) при следующих условиях: масса образца – 0,2279 г, время дегазации образца – 1,5 ч, температура дегазации – 200 °С, температура измерения – 77,3 К.

Результаты и их обсуждение

По консистенции глина – сухая, твердая, однородная, относительно легко размокает в воде; по цвету – серо-голубая.

Элементный состав глины Ундоровской представлен в табл. 1. Среди прочих элементов есть марганец, стронций, цинк и ванадий. Согласно общетоксикологической классификации и нормативу предельного содержания подвижных форм металлов, концентрацию этих элементов необходимо контролировать [6]. В исследуемых образцах глины их количество в пределах нормы.

Таблица 1
Элементный состав глины кимериджской (голубой) Ундоровской

Наименование элемента	Концентрация, мг/ кг	ПДК, мг/кгП
Mg	0,0047	–
Ca	0,1613	–
S	0,0038	–
Al	0,0160	–
Fe	0,0141	–
K	0,0097	–
Ti	0,0002	–
Mn	0,0004	от 0,5 до 1000
Sr	0,0003	от 0,5 до 1000
Zn	0,00007	менее 0,2
V	0,0004	от 0,5 до 1000

Рентгенофазовый анализ глины голубой выявил преобладающее количество кальцита (60,7 %). Диоксид кремния присутствует преимущественно в виде кварца (19 %). Обнаружены каолинит (3,6 %) и мусковит (16,7 %).

Следовательно, физико-механические свойства кимериджских глин характеризуются пелитоморфной структурой при значительной роли карбонатной составляющей (рис. 1).

Глина Голубая (Coupled Theta/TwoTheta scan)

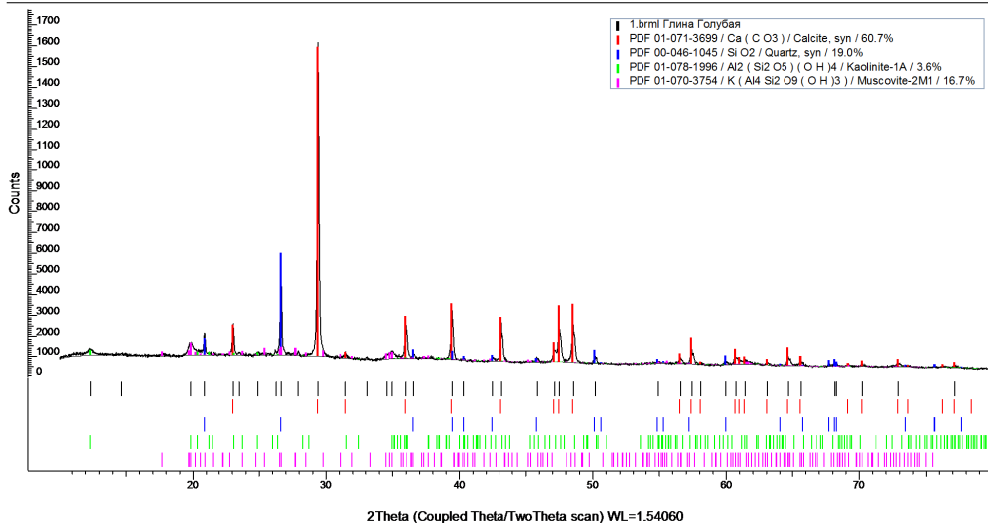


Рис. 1. Рентгенограмма порошка глины голубой Ундровской

Результаты проведенных исследований с помощью СЭМ показали, что порошок глины голубой Ундровской в большей степени состоит из мелких частиц неправильной формы размером от нескольких сотен нм до нескольких десятков мкм. Частицы в связи с большой площадью поверхности образуют небольшие агломерации округлой формы размером от нескольких до десятков мкм (рис. 2, 3, 4).

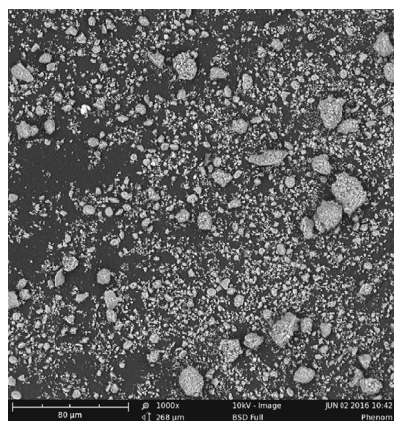


Рис. 2. СЭМ изображение общего вида частиц порошка глины голубой Ундровской. Ув. x1000

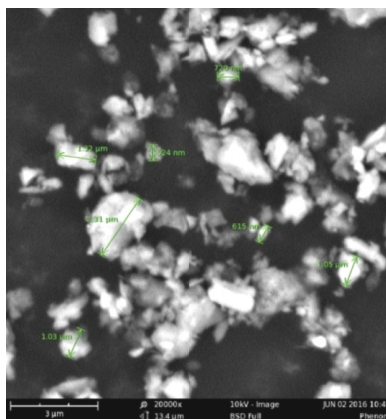


Рис. 3. СЭМ изображение порошка глины голубой Ундровской. Ув. х20 000

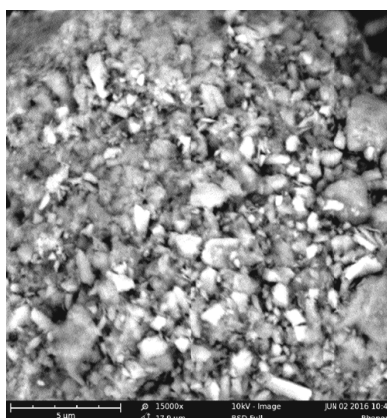


Рис. 4. СЭМ изображение поверхности агломерации глины голубой Ундровской. Ув. х15 000

Голубая глина Ундровская характеризуется средней дисперсностью: содержание частиц менее 0,01 мм составляет 80–90 %, более 0,01 мм – 11–15 %.

Нормируемые для лечебных глин фракции значительно ниже допустимой нормы (засоренность минеральными частицами диаметром 0,25–5 мм 0,11 %, включения > 5 мм не обнаружены) [7, 8].

Для определения возможности использования глины Ундровской в качестве энтеросорбента нами была изучена пористость структуры.

Интерпретируя полученные изотермы адсорбции и десорбции азота для образца глины Ундровской (рис. 5), мы получили показатели удельной поверхности и относительную характеристику распределения пор в зависимости от их размеров.

Форма изотермы ассоциируется с капиллярной конденсацией в мезопорах за счет увеличенной крутизны при повышенном относительном давлении и наличия петли гистерезиса. Наличие мезопор подтверждается образованием ступеньки в области давлений выше диапазона $P / P_0 = 0,3$.

Данная изотерма относится к IV типу, для которого приемлема модель ВЖН (Barrett-Joyner-Halenda), позволяющая не только вычислить объем пор, но и распределить их по размеру.

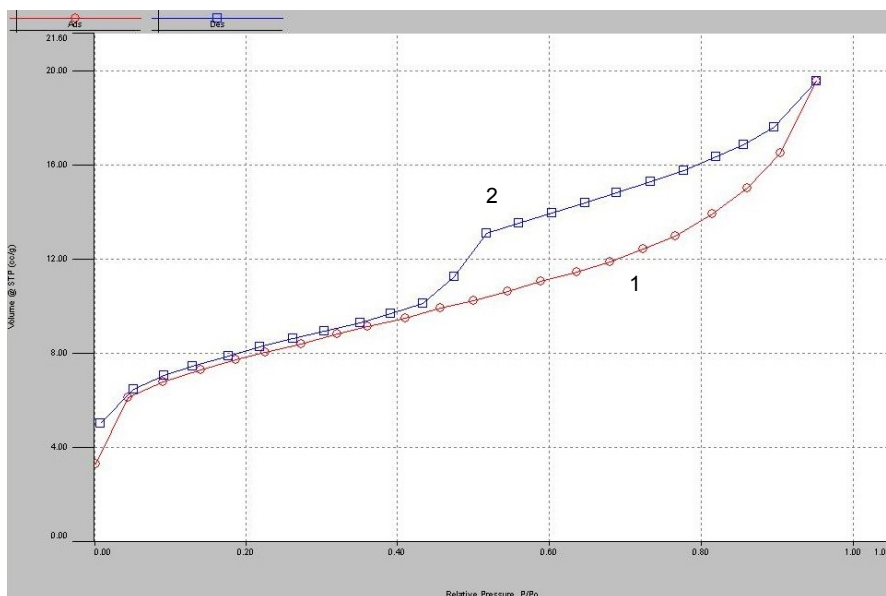


Рис. 5. График адсорбции (1) – десорбции (2) образца глины лечебной Ундоровской (по оси Y – объем адсорбированного газа, м³/г; по оси X – относительное давление P/P₀)

Удельная поверхность образца, исследованного по однотоочному методу ВЕТ, при относительном давлении $P / P_0 = 0,33$ составляет 33,3 м²/г; удельная поверхность образца, исследованного по пятиточному методу ВЕТ, составляет 34,2 м²/г.

На рис. 6 показан график удельной поверхности образца глины лечебной Ундоровской, полученный в результате его исследования по пятиточному методу ВЕТ.

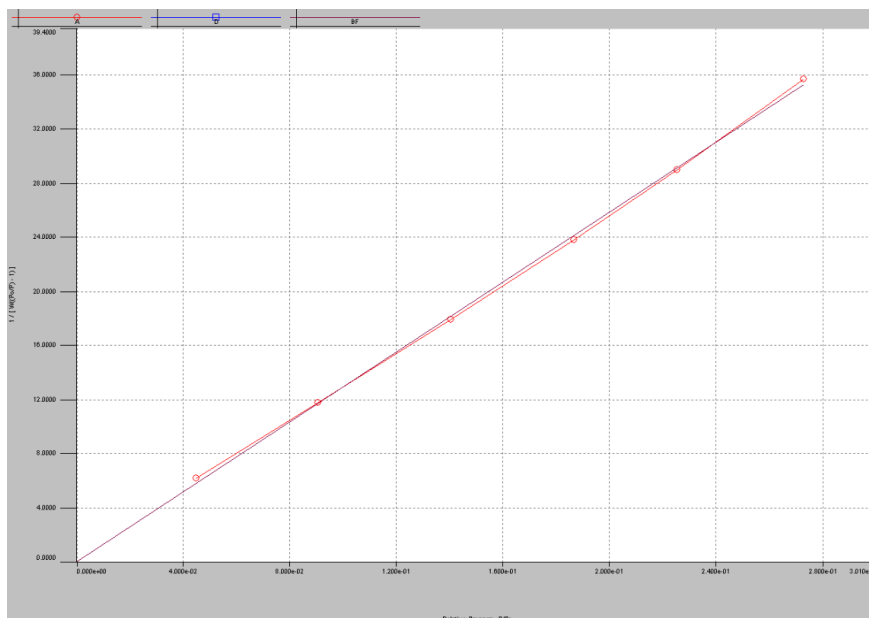


Рис. 6. Измерение удельной поверхности образца глины Ундоровской, исследованного по пятиточному методу ВЕТ

Согласно представленному графику уравнение ВЕТ линейно и дополнительная корректировка диапазона давлений, в котором рассчитывается площадь удельной поверхности по многоточечному методу ВЕТ, не нужна.

Таким образом, виды пор и их распределение можно представить диаграммой (рис.7).

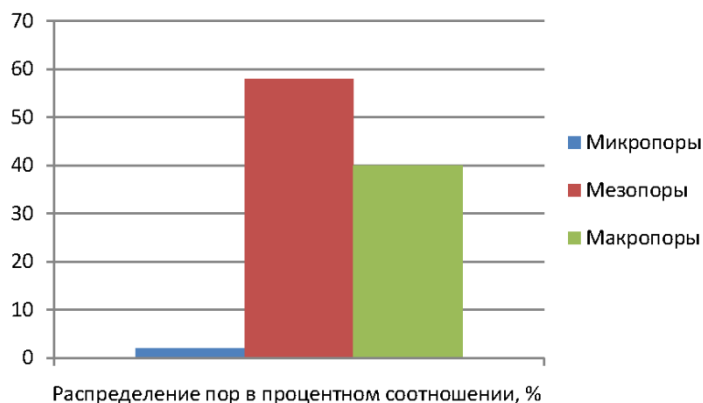


Рис. 7. Распределение пор в образце глины лечебной Ундоровской, %

Глина Ундоровская является комбинированным мезомакропористым сорбентом с преобладанием мезопор, как большинство глинистых материалов [8, 9].

Вывод

Высокая дисперсность и наличие всех видов пор свидетельствуют о перспективности глины голубой Ундоровской лечебной в качестве источника для разработки на ее основе медицинских сорбционных материалов.

Список литературы

1. **Николаев, В. Г.** Энтеросорбция: состояние вопроса и перспективы на будущее / В. Г. Николаев // Вестник проблем биологии и медицины. – 2007. – № 4. – С. 7–17.
2. **Беляков, Н. А.** Энтеросорбция – механизм лечебного действия / Н. А. Беляков, А. В. Соломенников // Эфферентная терапия. – 1997. – № 2. – С. 115–128.
3. **Николаев, В. Г.** Современные энтеросорбенты и механизмы их действия / В. Г. Николаев, С. В. Михаловский, Н. М. Гурина // Эфферентная терапия. – 2005. – Т. 11, № 4. – С. 3–17.
4. **Травинка, В. М.** Голубая целительница глина / В. М. Травинка. – СПб., 2007. – С. 28–74.
5. Рабочий проект разработки и рекультивации «Ундоровского» месторождения лечебных глин, расположенного в Ульяновском районе Ульяновской области. Т. 1. Технологическая часть. – Саратов, 2005. – С. 117–134.
6. ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М., 1983. – 12 с.
7. **Адилов, В. Б.** Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации : метод. указания № 2000/34 / В. Б. Адилов, Е. С. Бережнов, И. П. Боровницкий. – М., 2000.

8. **Жилякова, Е. Т.** Изучение морфологии и пористой структуры медицинских глин / Е. Т. Жилякова, А. В. Бондарев // Фармация и фармакология. – 2014. – № 2. – С. 3–5.
9. **Грим, Р. Е.** Минералогия и практическое использование глин / Р. Е. Грим ; пер. с англ. В. И. Финько, С. С. Чекина ; под ред. В. П. Петрова. – М. : Мир, 1967. – 512 с.

References

1. Nikolaev V. G. *Vestnik problem biologii i meditsiny* [Bulletin of biological and medical problems]. 2007, no. 4, pp. 7–17.
2. Belyakov N. A., Solomennikov A. V. *Efferentnaya terapiya* [Efferent therapy]. 1997, no. 2, pp. 115–128.
3. Nikolaev V. G., Mikhalevskiy S. V., Gurina N. M. *Efferentnaya terapiya* [Efferent therapy]. 2005, vol. 11, no. 4, pp. 3–17.
4. Travinka V. M. *Golubaya tselitel'nitsa glina* [Therapeutic blue clay]. Saint-Petersburg, 2007, pp. 28–74.
5. *Rabochiy projekt razrabotki i rekul'tivatsii «Undorovskogo» mestorozhdeniya lechebnykh glin, raspolozhennogo v Ulyanovskom rayone Ulyanovskoy oblasti. T. 1. Tekhnologicheskaya chast'* [A working draft of development and restoration of the “Undory” therapeutic clay deposit, located in Ulyanovsk district of Ulyanovsk region. Vol. 1. Technological section]. Saratov, 2005, pp. 117–134.
6. *GOST 17.4.1.02–83. Okhrana prirody. Klassifikatsiya khimicheskikh veshchestv dlya kontrolya zagryazneniya* [State standard 17.4.1.02–83. Environmental protection. Classification of chemical substances for pollution monitoring]. Moscow, 1983, 12 p.
7. Adilov V. B., Berezhnov E. S., Borovnitkiy I. P. *Klassifikatsiya mineral'nykh vod i lechebnykh gryazey dlya tseyey ikh sertifikatsii: metod. ukazaniya № 2000/34* [Classification of mineral waters and peloids for certification thereof: instructional guidelines № 2000/34]. Moscow, 2000.
8. Zhilyakova E. T., Bondarev A. V. *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology]. 2014, no. 2, pp. 3–5.
9. Grim R. E. *Mineralogiya i prakticheskoe ispol'zovanie glin* [Mineralogy and practical use of clay]. Transl. from English by V. I. Fin'ko, S. S. Chekina. Moscow: Mir, 1967, 512 p.

Кормишина Алена Евгеньевна

старший преподаватель, кафедра общей и клинической фармакологии с курсом микробиологии, Ульяновский государственный университет (Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42)

E-mail: allkorm@mail.ru

Kormishina Alyona Evgen'evna

Senior lecturer, sub-department of general and clinical pharmacology with a course of microbiology, Ulyanovsk State University (42 L. Tolstogo street, Ulyanovsk, Russia)

Мизина Прасковья Георгиевна

доктор фармакологических наук, профессор, заместитель директора, Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Россия, г. Москва, ул. Грина, 7, строение 1)

E-mail: mizina-pg@yandex.ru

Mizina Praskov'ya Georgievna

Doctor of pharmacological sciences, professor, deputy director, All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (building 1, 7 Grina street, Moscow, Russia)

Мелентьева Елена Станиславовна
заместитель генерального директора
по лечебной работе,
ОАО «Ульяновсккурорт» (Россия,
г. Ульяновск, ул. Дворцовая, 5)

E-mail: post@ulkurort.ru

Melenteva Elena Stanislavovna
Deputy director general for medical
treatment, "Ulyanovskkurort" Plc.
(5 Dvortsovaya street, Ulyanovsk, Russia)

Козлов Дмитрий Владимирович
кандидат физико-математических наук,
директор центра коллективного
пользования научным оборудованием,
начальник лаборатории материаловедения,
Ульяновский государственный
университет (Россия, г. Ульяновск,
ул. Л. Толстого, 42)

E-mail: dmitry.v.kozlov@mail.ru

Kozlov Dmitriy Vladimirovich
Candidate of physical and mathematical
sciences, director of the center of collective
use of scientific equipment, head
of the materials science laboratory,
Ulyanovsk State University
(42 L. Tolstogo street, Ulyanovsk, Russia)

УДК 615.326:553.611

Кормишина, А. Е.

Новые перспективы использования глины кимериджской (голубой) Ундоровской / А. Е. Кормишина, П. Г. Мизина, Е. С. Мелентьева, Д. В. Козлов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 88–96. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-8

УДК 528.44

DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-9

В. Ф. Ковязин, О. Ю. Лепихина, В. П. Зимин

ГРУППИРОВКА ЗЕМЕЛЬ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ГОРОДОВ ПРИ ИХ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ

Аннотация.

Актуальность и цели. На современном этапе в Российской Федерации насчитывается более 300 населенных пунктов, отнесенных к монопрофильным. Кадастровая оценка земель таких городов проводится по общепринятой методике, при этом, как правило, не учитываются важнейшие факторы градообразующей отрасли. Наличие моноотраслевого предприятия на территории города оказывает существенное влияние на жизнедеятельность города, развитие его социальной и экономической инфраструктуры и во многом формирует цены на недвижимость. Одним из этапов кадастровой оценки земель является группировка населенных пунктов по одинаковым социально-экономическим параметрам. В работе предложена методика проведения группировки земель моногородов, учитывающая основные показатели градообразующей отрасли.

Материалы и методы. В работе исследован земельный фонд моногородов Северо-Западного федерального округа. Для группировки городов предложены следующие показатели: численность населения в городе, удаленность населенного пункта от центра субъекта Российской Федерации, степень социально-экономического развития города, категория опасности градообразующего предприятия. Используя нормативно-правовые документы и информацию, размещенную на официальных сайтах администраций исследуемых городов, собраны значения этих показателей. Выполнено обоснование используемого метода построения классификации – кластерного анализа, а проверка полученных результатов исследования осуществлена способом «К-средних».

Результаты. В результате классификации выделены четыре группы моногородов Северо-Западного федерального округа: 1) города с наиболее сложным социально-экономическим положением с неопасным производством; 2) города со стабильным социально-экономическим положением либо рисками его ухудшения с неопасным производством; 3) города с рисками ухудшения социально-экономического положения, сильно отдаленные (более 450 км) от центра субъекта; 4) города с наиболее сложным социально-экономическим положением либо рисками его развития с опасным производством.

Выводы. Полученная классификация земель моногородов учитывает важнейшие факторы градообразующей отрасли. Она может использоваться для целей группировки их земель при кадастровой оценке, что позволит повысить качество результатов земельно-оценочных работ в данных городах.

Ключевые слова: кадастровая оценка, группировка, монопрофильный город, кластерный анализ, древовидная кластеризация, метод «К-средних».

THE GROUPING OF LANDS OF SINGLE-INDUSTRY TOWNS FOR CADASTRAL VALUATION THEREOF

Abstract.

Background. At the present time in the Russian Federation there are more than 300 settlements referring to single-industry towns. Cadastral valuation of their lands is carried out by the standard methodology. As a rule, the most important factors of a dominant enterprise are not taken into account. The presence of a dominant enterprise in the city territory influences functioning of a town, development of its social and economic infrastructure, and forms real estate prices. The grouping of settlements according to social and economic parameters is an important stage of cadastral valuation. The method of grouping of lands of single-industry towns is proposed in the study. It takes into account the most important factors of a dominant enterprise.

Materials and methods. Single-industry towns of the North-Western Federal District have been investigated in the work. The following indicators are proposed for the town grouping implementation: population, distance to the center of a constituent entity of the Russian Federation, the level of social and economic development of a city, the category of threats to a dominant enterprise. The values of the indicators were collected using legal documents and information published on official sites of the towns. To classify settlements the cluster analysis method was used. The validation of the obtained results was performed using the K-means method.

Results. Four groups of single-industry towns have been identified. They are cities with the most difficult social and economic situation having non-hazardous production; cities with a stable social and economic situation or the risk of its deterioration having non-hazardous production; cities with risks of a deteriorating social and economic situation located at the distance of over 450 km from the centre of a subject; cities with the most difficult social and economic situation or the risk of its development having dangerous production.

Conclusions. The classification of lands of single-industry towns takes into account the most important factors of a dominant enterprise. It can be used to group lands of single-industry towns for cadastral valuation thereof. The latter will improve the quality of appraisal works in these towns.

Key words: cadastral valuation, grouping, single-industry town, cluster analysis, tree clustering, K-means method.

В настоящее время кадастровая оценка земель монопрофильных населенных пунктов (моногородов) проводится по общепринятой методике [1], при этом никаким образом не учитывается их уникальность, обусловленная наличием градообразующего предприятия, которое оказывает непосредственное влияние как на рынок недвижимости города, так и на условия жизнедеятельности населения. Согласно существующей методике и требованиям [2] к кадастровой оценке определение стоимости земельных участков производится с использованием статистического метода. Как известно, статистический подход требует формирования выборки объектов, на основании которой в дальнейшем осуществляется построение статистической модели расчета стоимости оцениваемых земель [3]. Такая выборка обеспечивается путем проведения группировки земельных участков оцениваемого субъекта, глав-

ным требованием к которой является максимальная однородность объектов внутри каждой группы [4].

Формирование групп оцениваемых объектов осуществляется на основе их классификации по ряду значимых для кадастровой оценки критериев.

Таким образом, целью данного исследования является выявление классификации моногородов, учитывающей важные с точки зрения кадастровой оценки характеристики населенного пункта и градообразующей отрасли.

В настоящее время существует несколько подходов к классификации моногородов. Например, в работах А. Ю. Устинова, И. Н. Ильиной [5, 6] такие города группируют по времени возникновения, особенностям происхождения, стадиям жизненного цикла города, однако для целей кадастровой оценки они не могут быть использованы, так как вышеуказанные характеристики в незначительной степени влияют на кадастровую стоимость земель таких городов.

Материалы и методика

На начальном этапе исследования определен перечень факторов, оказывающих влияние на стоимость земель в моногородах. При проведении оценки монопрофильных городов в силу их особенностей наряду с традиционными показателями необходимо учитывать факторы хозяйственной деятельности градообразующих предприятий и социально-экономическую обстановку, сложившуюся в населенном пункте.

Объектами исследования являются моногорода Северо-Западного федерального округа, общее число которых составляет 41 населенный пункт. При проведении группировки городов оценивались значения следующих факторов: численность населения в городе, удаленность населенного пункта от центра субъекта Российской Федерации, степень социально-экономического развития города, категория опасности градообразующего предприятия.

Для оценки фактора «Степень социально-экономического развития» использованы положения распоряжения Правительства РФ [7], в котором города разделены по социально-экономическим условиям на три категории:

- с наиболее сложным социально-экономическим положением (в том числе во взаимосвязи с проблемами функционирования градообразующих организаций) – 94 населенных пункта;

- с наличием рисков ухудшения социально-экономического положения – 154 города и поселка городского типа;

- со стабильной социально-экономической ситуацией – 71 моногород.

Класс опасности градообразующего предприятия установлен согласно Санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам [8], где предусмотрено разделение предприятий на пять классов по условиям и характеру производства, а также по степени воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Значения остальных факторов получены на основании информации, опубликованной на официальных сайтах администраций городов (табл. 1). В табл. 1 представлен не полный перечень городов, а лишь их часть, в целях сокращения объема статьи. В дальнейшей работе использован весь перечень (41 город), выделенный при исследовании населенных пунктов.

Значения факторов группировки моногородов

№	Населенный пункт	Субъект РФ	Численность населения, чел.	Удаленность от центра субъекта, км	Степень социально-экономического развития	Класс опасности градообразующего предприятия
1	пос. Кизема	Архангельская область	2968	444	1	4
...
18	г. Емва	Республика Коми	13 405	122	1	3
19	пос. Октябрьский	Архангельская область	9137	540	2	3
20	г. Коряжма	Архангельская область	37 587	560	2	4
21	г. Новодвинск	Архангельская область	39 222	29	2	4
22	г. Сокол	Вологодская область	37 562	35	2	4
23	г. Сланцы	Ленинградская область	33 300	186	2	1
24	пос. Никель	Мурманская область	11 823	123	2	1
25	г. Мончегорск	Мурманская область	43 213	115	2	2
26	г. Заполярный	Мурманская область	15 288	150	2	3
...
41	г. Сясьстрой	Ленинградская область	13 305	152	3	4

Для построения классификации городов по предлагаемым факторам выбран кластерный анализ. Из всего многообразия современных методов анализа данных [9, 10] именно он позволяет на основе сведений об объектах разделить их на группы (кластеры), таким образом, чтобы значения признаков объектов, принадлежащих одному кластеру, являлись максимально схожими, а характеристики объектов разных групп – в наибольшей степени различны.

Одним из главных достоинств метода кластерного анализа является возможность кластеризации объектов по нескольким параметрам одновременно. При этом может быть различной природа анализируемых параметров и отсутствовать какая-либо взаимосвязь между ними [11]. Указанные допущения метода важны для оценки монопрофильных городов, характеризующихся разнотипичными признаками.

Также следует отметить, что в отличие от других методов анализа данных (например, дискриминантный анализ) метод кластерного анализа не требует обучающей выборки [12], т.е. позволяет не просто отнести объекты с известными характеристиками к существующим группам, а создать новую

классификацию на основе данных об объектах. Это также является актуальным при группировке моногородов.

Для проведения кластерного анализа существует большое количество российских и зарубежных программных продуктов: *STADIA*, *COMI*, *CITO*, *SAS*, *SPSS*, *STATISTICA*, *BMDP*, *S-PLUS* и т.д. Настоящее исследование осуществлено средствами пакета *STATISTICA*, произведенного в США компанией *StatSoft Inc*. Помимо кластерного анализа, программа включает в себя достаточно большое число методов статистической обработки данных, объединенных специализированными модулями. Также она имеет удобный с точки зрения пользователя интерфейс, графический модуль для эффективной визуализации результатов и способна работать с различными входными данными [13].

Пакет *STATISTICA* позволил выполнить кластерный анализ следующими методами [14]:

- объединение (древовидная кластеризация),
- двуходовое объединение,
- метод «К-средних».

Метод объединения (древовидная кластеризация) заключается в построении иерархического дерева, в основе которого лежит последовательное попарное объединение объектов в группы по степени схожести до тех пор, пока все анализируемые объекты не окажутся в одном кластере. Главным достоинством метода является наглядность представления результатов группировки.

Метод двуходового объединения является наименее распространенным в связи с тем, что границы полученных кластеров являются размытыми, а их образуемое количество достаточно большим и неоднородным, что отрицательно сказывается на интерпретации результатов анализа.

Метод «К-средних» отличается дополнительными требованиями к исходной информации – помимо значений характеристик анализируемого объекта, для проведения классификации требуется заранее известное число кластеров. Метод способен решать задачу группировки объектов путем отнесения их к различным классам, имеющим максимально возможные различия.

Для классификации монопрофильных городов использован метод «объединение (древовидная кластеризация)», выбор которого обоснован, в первую очередь, возможностью оценщика наглядно проследить процесс кластеризации и на его основе определить необходимое количество групп. Далее, используя полученное число групп, осуществлена проверка первичного результата методом «К-средних».

На заключительном этапе работы сформирована классификация моногородов Северо-Западного федерального округа.

Результаты и обсуждение

Во время ввода значений признаков исследуемых объектов в пакет анализа *STATISTICA* учитывались размерность и масштаб задаваемых характеристик. Они должны быть однородны и безразмерны, в противном случае фактор с большими значениями будет доминировать над фактором с меньшими значениями, что приведет к некорректному результату. Для избежания

подобной проблемы значения всех характеристик объекта стандартизировались по средствам вышеупомянутого программного продукта, в результате чего исходные данные приобрели следующий вид (табл. 2).

Таблица 2

Стандартизированные исходные данные
в пакете STATISTICA

Название моногорода	Характеристики			
	Численность населения, чел.	Удаленность от центра субъекта, км	Степень социально-экономического развития	Класс опасности градообразующего предприятия
пос. Кизема	-0,274773054	1,04774275	-1,01831668	1,0956094
г. Онега	-0,371914483	-0,225151254	-1,01831668	0,2148254
г. Красавино	-0,16184233	1,18917542	-1,01831668	-0,6659587
пос. Сазоново	-0,273316102	0,318820544	-1,01831668	0,2148254
г. Череповец	-0,3718806	-0,605931512	-1,01831668	-1,54674269
г. Пикалево	-0,371846718	0,101231825	-1,01831668	-0,665958658
г. Кировск	-0,371812835	-0,225151254	-1,01831668	-1,54674269
г. Ковдор	0,213847997	0,210026184	-1,01831668	-1,54674269
пос. Ревда	-0,107392984	-0,551534332	-1,01831668	-1,54674269
пос. Краснофарфорный	-0,321361636	-0,888796847	-1,01831668	0,214825374
г. Пестово	0,155908742	0,340579416	-1,01831668	1,09560941
г. Суоярви	-0,06612397	-0,660328692	-1,01831668	1,09560941
г. Кондопога	-0,371778953	-1,06286782	-1,01831668	1,09560941
пос. Муезерский	-0,274840819	0,862792341	-1,01831668	1,09560941
пос. Надвоицы	-0,105495558	0,210026184	-1,01831668	-1,54674269
г. Питкяранта	-0,37174507	-0,279548433	-1,01831668	0,214825374
г. Пудож	-0,064192662	0,547288699	-1,01831668	0,214825374
г. Емва	-0,371711187	-0,703846435	-1,01831668	0,214825374
пос. Октябрьский	-0,065751262	1,56995568	0,587490392	0,2148254
г. Коряжма	0,898208859	1,67875004	0,587490392	1,0956094
г. Новодвинск	-0,371677305	-1,20974021	0,587490392	1,0956094
г. Сокол	-0,371643422	-1,1771019	0,587490392	1,0956094
г. Сланцы	-0,37160954	-0,355704485	0,587490392	-1,5467427
пос. Никель	-0,371575657	-0,698406717	0,58749039	-1,54674
г. Мончегорск	-0,371541774	-0,741924461	0,587490392	-0,6659587
г. Заполярный	-0,371507892	-0,551534332	0,587490392	0,2148254

С помощью метода «объединение (древовидная кластеризация)» построено иерархическое дерево, отражающее результаты последовательного объединения моногородов в группы (рис. 1).

На полученной древовидной диаграмме четко выражены четыре больших кластера, которые и являются конечным результатом исследования (табл. 3).

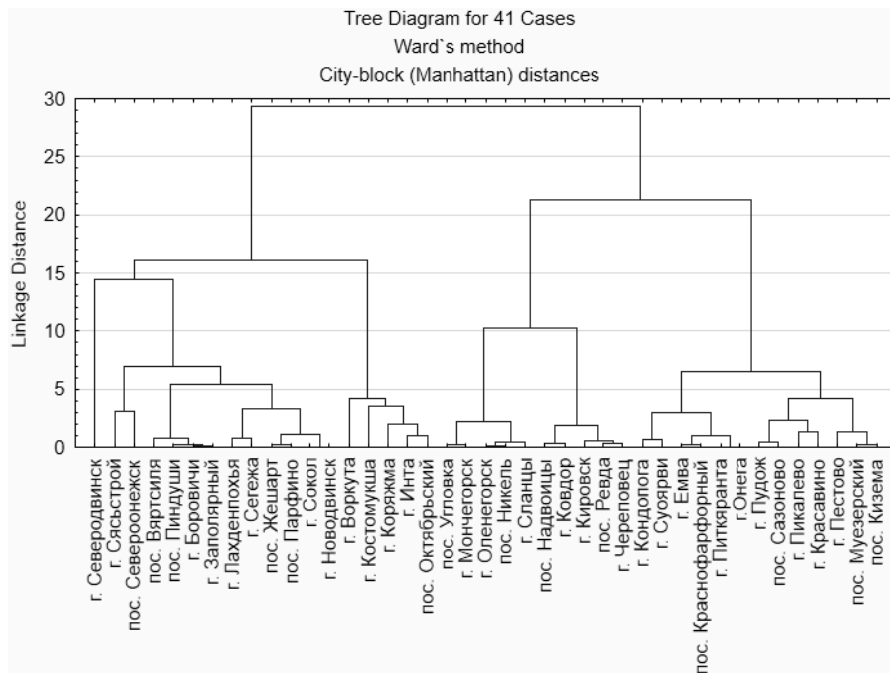


Рис. 1. Древоидная диаграмма, результат метода «объединение (древоидная кластеризация)»

Таблица 3

Результаты группировки моногородов методом «объединение (древоидная кластеризация)»

Группы моногородов			
Первая	Вторая	Третья	Четвертая
1. пос. Кизема	1. г. Новодвинск	1. пос. Октябрьский	1. г. Череповец
2. г. Онега	2. г. Сокол	2. г. Коряжма	2. г. Кировск
3. г. Красавино	3. г. Заполярный	3. г. Костомукша	3. г. Ковдор
4. пос. Сазоново	4. пос. Парфино	4. г. Инта	4. пос. Ревда
5. г. Пикалево	5. г. Боровичи	5. г. Воркута	5. пос. Надвоицы
6. пос. Краснофарфорный	6. г. Сегежа	6. пос. Северо-онежск	6. г. Сланцы
7. г. Пестово	7. пос. Пиндуши		7. пос. Никель
8. г. Суоярви	8. г. Лахденпохья		8. г. Мончегорск
9. г. Кондопога	9. пос. Вяртсиля		9. г. Оленегорск
10. пос. Муезерский	10. пос. Жешарт		10. пос. Угловка
11. г. Питкяранта	11. г. Северодвинск		
12. г. Пудож	12. г. Сясьстрой		
13. г. Емва			

Далее, установив по методу «объединение (древоидная кластеризация)» число групп исследуемых городов, проведена проверка результатов группировки с помощью метода «К-средних». При этом в процессе ввода исходных данных, помимо значений факторов группировки, приведенных в табл. 1, использовано установленное на предыдущем этапе исследования число кластеров – 4. Результаты проверки представлены в табл. 4.

Результаты группировки моногородов методом «К-средних»

Группы моногородов			
Первая	Вторая	Третья	Четвертая
1. пос. Кизема 2. г. Онега 3. г. Красавино 4. пос. Сазоново 5. г. Пикалево 6. пос. Краснофарфорный 7. г. Пестово 8. г. Суоярви 9. г. Кондопога 10. пос. Муезерский 11. г. Питкяранта 12. г. Пудож 13. г. Емва	1. г. Новодвинск 2. г. Сокол 3. г. Заполярный 4. пос. Парфино 5. г. Боровичи 6. г. Сегежа 7. пос. Пиндуши 8. г. Лахденпохья 9. пос. Вяртсиля 10. пос. Жешарт 11. г. Северодвинск 12. г. Сясьстрой 13. пос. Северо-онежск	1. пос. Октябрьский 2. г. Коряжма 3. г. Костомукша 4. г. Инта 5. г. Воркута	1. г. Череповец 2. г. Кировск 3. г. Ковдор 4. пос. Ревда 5. пос. Надвоицы 6. г. Сланцы 7. пос. Никель 8. г. Мончегорск 9. г. Оленегорск 10. пос. Угловка

Результаты группировок показали, что состав кластеров, полученных различными методами, практически идентичен.

Также методом «К-средних» был построен график, отражающий разницу между полученными кластерами (рис. 2).

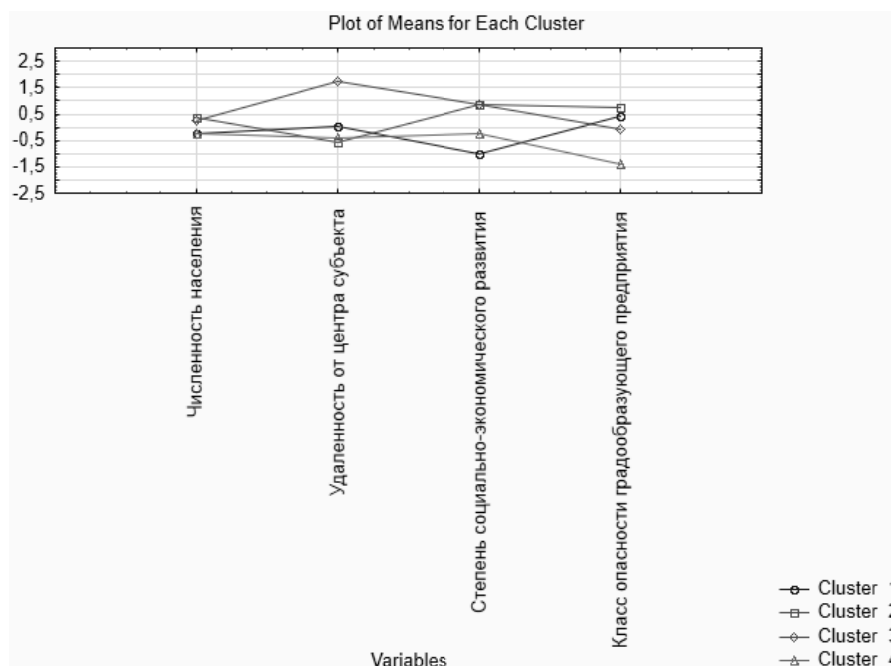


Рис. 2. Графическое отображение разницы между группами моногородов

Изучив рис. 2, можно заметить, что при группировке монопрофильных населенных пунктов наибольшую роль играли такие факторы, как степень социально-экономического развития и класс опасности градообразующего

предприятия, так как разброс по вертикальной оси между их значениями максимален. В меньшей степени влиял фактор численность населения, в связи с тем, что для него разброс значений по вертикальной оси графика практически отсутствует.

Выводы

В результате проведенного исследования моногорода Северо-Западного федерального округа разделены на четыре группы для целей кадастровой оценки их земель:

– моногорода 1-й группы – города с наиболее сложным социально-экономическим положением с неопасным производством (пос. Кизема, г. Онега, г. Красавино, пос. Сазоново, г. Пикалево, пос. Краснофарфорный, г. Пестово, г. Суоярви, г. Кондопога, пос. Муезерский, г. Питкяранта, г. Пудож, г. Емва),

– моногорода 2-й группы – города со стабильным социально-экономическим положением либо рисками его ухудшения с неопасным производством (г. Новодвинск, г. Сокол, г. Заполярный, пос. Парфино, г. Боровичи, г. Сегежа, пос. Пиндуши, г. Лахденпохья, пос. Вяртсиля, пос. Жешарт, г. Северодвинск, г. Сясьстрой, пос. Североонежск),

– моногорода 3-й группы – города с рисками ухудшения социально-экономического положения, сильно отдаленные (более 450 км) от центра субъекта (пос. Октябрьский, г. Коряжма, г. Костомукша, г. Инта, г. Воркута).

– моногорода 4-й группы – города с наиболее сложным социально-экономическим положением либо рисками его развития с опасным производством (г. Череповец, г. Кировск, г. Ковдор, пос. Ревда, пос. Надвоицы, г. Сланцы, пос. Никель, г. Мончегорск, г. Оленегорск, пос. Угловка).

Полученная классификация может быть использована для целей кадастровой оценки земель моногородов, так как она учитывает такие факторы, как удаленность от центра субъекта, социально-экономическое положение города и класс опасности градообразующего предприятия. В силу особенностей и уникальности подобных городов вся их жизнедеятельность и, следовательно, кадастровая оценка зависят от вышеперечисленных характеристик.

Список литературы

1. Об утверждении Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов : приказ Минэкономразвития РФ от 15.02.2007 № 39. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902030095> (дата обращения: 15.03.2016).
2. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение кадастровой стоимости» (ФСО № 4) : приказ Минэкономразвития России от 22.10.2010 № 508. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=181651;fld=134;from=113247-4;rnd=189271.22149701230227947;;ts=01892719665711291600019> (дата обращения: 15.03.2016).
3. **Грибовский, С. В.** Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества : учеб. пособие / С. В. Грибовский, С. А. Сивец. – М., 2008. – 368 с.
4. **Сивец, С.** Обзор возможности применения статистических методов в оценке недвижимости и бизнеса / С. Сивец. – URL: http://www.analystsoft.com/ru/products/statplus/lib/statinbus_ru.php (дата обращения: 15.10.2016).
5. **Устинов, А. Ю.** Теоретико-методические аспекты классификации моногородов / А. Ю. Устинов. – URL: <http://vestnik.uapa.ru/ru/issue/2012/04/15/> (дата обращения: 15.10.2016).

6. **Ильина, И. Н.** Развитие моногородов России : моногр. / И. Н. Ильина. – М. : Финансовый университет, 2013. – 168 с.
7. Об утверждении перечня монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов) : распоряжение Правительства РФ от 29.07.2014 № 1398-р. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (дата обращения: 15.03.2016).
8. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения: 15.03.2016).
9. **Рубаков, С. В.** Современные методы анализа данных / С. В. Рубаков // Альманах «Наука. Инновации. Образование». – 2008. – № 7. – С. 165–176.
10. **Олдендерфер, М. С.** Кластерный анализ / М. С. Олдендерфер, Р. К. Блэшфилд // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. ; под ред. И. С. Енюкова. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
11. **Суслов, С. А.** Кластерный анализ: сущность, преимущества и недостатки / С. А. Суслов // Вестник НГИЭИ. – 2010. – Т. 1, № 1. – С. 51–56.
12. **Айвазян, С. А.** Прикладная статистика в задачах и упражнениях : учеб. для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 270 с.
13. **Казанская, А. Ю.** Опыт исследования методов кластерного анализа из пакета Statistica 6.0 на примере выборки городов / А. Ю. Казанская, В. С. Компаниец // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 3 (92). – С. 103–110.
14. **Буреева, Н. Н.** Многомерный статистический анализ с использованием ППП “STATISTICA” : учеб.-метод. материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики» / Н. Н. Буреева. – Нижний Новгород, 2007. – 112 с.

References

1. *Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po gosudarstvennoy kadaastrovoy otsenke zemel' naseleennykh punktov: prikaz Minekonomrazvitiya RF ot 15.02.2007 № 39* [On approval of methodological guidelines to state cadaster valuation of settlement lands: the order of the Ministry of Economic Development of Russia from 15.02.2007 № 39]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902030095> (accessed March 15, 2016).
2. *Ob utverzhdenii Federal'nogo standarta otsenki «Opredelenie kadaastrovoy stoimosti» (FSO № 4): prikaz Minekonomrazvitiya Rossii ot 22.10.2010 № 508* [On approval of the Federal valuation standard “Cadastre value determination” (FVS № 4): the order of the Ministry of Economic Development of Russia from 22.10.2010 № 508]. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=181651;fld=134;from=113247-4;md=189271.22149701230227947;;ts=01892719665711291600019> (accessed March 15, 2016).
3. Gribovskiy S. V., Sivets S. A. *Matematicheskie metody otsenki stoimosti nedvizhimogo imushchestva: ucheb. posobie* [Mathematical methods of real estate value estimation]. Moscow, 2008, 368 p.
4. Sivets S. *Obzor vozmozhnosti primeneniya statisticheskikh metodov v otsenke nedvizhimosti i biznesa* [Reviewing a possibility of statistical methods application in real estate and business evaluation]. Available at: http://www.analystsoft.com/ru/products/statplus/lib/statinbus_ru.php (accessed October 15, 2016).
5. Ustinov A. Yu. *Teoretiko-metodicheskie aspekty klassifikatsii monogorodov* [Theoretical and methodological aspects of monotowns classification]. Available at: <http://vestnik.uapa.ru/ru/issue/2012/04/15/> (accessed October 15, 2016).
6. P'ina I. N. *Razvitie monogorodov Rossii: monogr.* [Development of monotowns in Russia: monograph]. Moscow: Finansovyy universitet, 2013, 168 p.

7. *Ob utverzhdenii perechnya monoprofil'nykh munitsipal'nykh obrazovaniy Rossiyskoy Federatsii (monogorodov): rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 29.07.2014 № 1398-r.* [On approval of the list of monoprofile municipal units in the Russian Federation (monotowns): the directive of the RF Government from 29.07.2014 № 1398-r]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (accessed March 15, 2016).
8. *Sanitarno-zashchitnye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatiy, sooruzheniy i inykh ob"ektov: sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03* [Sanitary safety zones and sanitary classification of enterprises, facilities and other objects: sanitary-epidemiological rules and standards SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902065388> (accessed March 15, 2016).
9. Rubakov S. V. *Al'manakh «Nauka. Innovatsii. Obrazovanie»* [A miscellany "Science. Innovation. Education"]. 2008, no. 7, pp. 165–176.
10. Oldenderfer M. S., Bleshfild R. K. *Faktornyy, diskriminantnyy i klasternyy analiz: per. s angl.* [Factor, discriminant and cluster analysis: translation from English]. Moscow: Finansy i statistika, 1989, 215 p.
11. Suslov S. A. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of NNSEEU]. 2010, vol. 1, no. 1, pp. 51–56.
12. Ayvazyan S. A., Mkhitaryan V. S. *Prikladnaya statistika v zadachakh i uprazhneniyakh: ucheb. dlya vuzov* [Applied statistics in problems and exercises: textbook for universities]. Moscow: YuNITI-DANA, 2001, 270 p.
13. Kazanskaya A. Yu., Kompaniets V. S. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of Souther Federal University. Engineering sciences]. 2009, no. 3 (92), pp. 103–110.
14. Bureeva N. N. *Mnogomernyy statisticheskiy analiz s ispol'zovaniem PPP "STATISTICA": ucheb.-metod. material po programme povysheniya kvalifikatsii «Primenenie programnykh sredstv v nauchnykh issledovaniyakh i prepodavanii matematiki i mekhaniki»* [Multidimensional statistical analysis using the STATISTICA program package: tutorial for the advanced study program "Application of program products in research and teaching mathematics and mechanics"]. Nizhniy Novgorod, 2007, 112 p.

Ковязин Василий Федорович

доктор биологических наук, профессор,
заместитель заведующего кафедрой
инженерной геодезии,
Санкт-Петербургский горный
университет (Россия, г. Санкт-Петербург,
21-я линия Васильевского острова, 2)

E-mail: vfkedr@mail.ru

Kovjazin Vasilij Fedorovich

Doctor of biological sciences, professor,
deputy head of sub-department
of engineering geodesy, Saint-Petersburg
Mining University (2 21st line of Vasylyevsky
island, Saint-Petersburg, Russia)

Лепихина Ольга Юрьевна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра инженерной геодезии,
Санкт-Петербургский горный
университет (Россия, г. Санкт-Петербург,
21-я линия Васильевского острова, 2)

E-mail: Olgalepikhina1984@gmail.com

Lepikhina Olga Yurjevna

Candidate of engineering sciences, associate
professor, sub-department of engineering
geodesy, Saint-Petersburg Mining
University (2 21st line of Vasylyevsky
island, Saint-Petersburg, Russia)

Зимин Виктор Павлович

аспирант, Санкт-Петербургский горный
университет (Россия, г. Санкт-Петербург,
21-я линия Васильевского острова, 2)

E-mail: vic-zim@yandex.ru

Zimin Viktor Pavlovich

Postgraduate student, Saint-Petersburg
Mining University (2 21st line of Vasylyevsky
island, Saint-Petersburg, Russia)

УДК 528.44

Ковязин, В. Ф.

Группировка земель монопрофильных городов при их кадастровой оценке / В. Ф. Ковязин, О. Ю. Лепихина, В. П. Зимин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 97–108. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-9

УДК 630*116.64

DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-10

Н. П. Чекаев, А. Ю. Кузнецов

ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩАЯ РОЛЬ СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В СТРУКТУРЕ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Аннотация.

Актуальность и цели. Важнейшее место в системе мероприятий по снижению экологической напряженности в сельском хозяйстве отводится защитному лесоразведению. В многочисленных исследованиях дана оценка положительному влиянию лесных мелиораций, определена необходимость их применения. Однако лишь в последние десятилетия начались исследования комплексной продуктивности противоэрозионных насаждений, их роли в формировании экологически устойчивых агролесоландшафтов. На этом фоне актуально изучение воздействия лесных полос противоэрозионного комплекса на почвенные факторы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Пензенской области.

Материалы и методы. В статье представлены данные по изучению влияния стокорегулирующей лесной полосы плотной конструкции на запасы влаги в черноземе выщелоченном и урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур при разной удаленности от полосы.

Результаты. Установлено, что стокорегулирующая лесная полоса переводит поверхностный сток влаги во внутрипочвенный, тем самым защищает почву от водной эрозии и приводит к накоплению влаги для сельскохозяйственных растений. Исследования выявили положительное влияние стокорегулирующей лесной полосы на урожайность сельскохозяйственных культур. Наибольшую урожайность возделываемых культур наблюдали на расстоянии 50–150 м от лесополосы. Средний условный чистый доход от влияния лесополос составил 2877,7 руб./га.

Выводы. В результате исследований выяснилось, что в весенний период стокорегулирующая полоса способствует переводу поверхностного стока во внутрипочвенный сток. Перед лесополосой происходит накопление влаги. В летне-осенний период накопление влаги происходит ниже лесной полосы за счет перевода поверхностного стока. Поэтому для равномерного распределения влаги необходимо проводить рубки ухода в лесополосах, т.е. создавать продуваемые конструкции, так как они равномернее распределяют снег, а затем и влагу, что нельзя сказать про плотные конструкции, которые распределяют влагу в основном перед лесополосой на небольшом удалении.

Ключевые слова: защитное лесоразведение, стокорегулирующая лесная полоса, запасы влаги в почве, урожайность.

N. P. Chekaev, A. Yu. Kuznetsov

A MOISTURE PRESERVING ROLE OF FOREST STRIPS IN THE STRUCTURE OF AGRO-FOREST-LANDSCAPES

Abstract.

Background. A major place in the system of measures to decrease the ecological tension in agriculture is allocated to protective afforestation. The positive influence

of forest melioration is described in numerous researches. However, only in the last decades there have been launched researches of complex efficiency of antierosion plantings, their roles in ecologically stable agro-forest-landscapes formation. Against this background it is urgent to study the impact of forest strips of the antierosion complex on soil factors and yield of crops in conditions of Penza region.

Materials and methods. The article presents information on the impact of forest strips of dense structure on moisture reserves in the leached Chernozem and yield of agricultural crops at different distances from the strip.

Results. It has been established that forest strips transfer surface runoffs of moisture into subsurface runoffs, protecting soil from water erosion and leading to accumulation of moisture for crop plants. The researches has showed a positive influence of a forest strip on crop yields. The highest yield of crops was observed at a distance of 50–150 m from a forest strip. The average notional net income from the influence of forest strips made up 2877,7 RUB/ha.

Conclusions. As a result, the researches have made it clear that in the spring the forest strip contributes to the transfer of surface runoffs into subsurface runoffs. Before the forest strip there takes place moisture accumulation. In the summer-autumn period, the accumulation of moisture below the forest strip takes place due to the transfer of surface runoffs. Therefore, uniform moisture distribution it is necessary to conduct improvement thinning in forests, that is to create wind-blown settings, as they more evenly distribute snow, and then moisture, which cannot be performed by dense structures that distribute moisture generally before a forest strip during small removal.

Key words: protective afforestation, forest strip, moisture reserves in soil, yield of crops.

Введение

В настоящее время происходит усиление деградации агроландшафтов в результате практически бесконтрольного и истощительного использования земель акционерными обществами, фермерами и другими хозяйственными формациями, стремящимися получать максимальную прибыль без адекватного вклада в поддержание и наращивание агресурсного потенциала используемых земель [1].

В Поволжье смыву подвержено более 8 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 5,7 млн га пашни. На почвах разной степени эродированности урожай зерновых культур снижается на 40–60 % и более, в результате чего недобор зерна составляет свыше 500 тыс. т в год. Потери гумуса за последние 20 лет на черноземах составили 0,3–0,7 %, или в удельном весе – 8–13 % от исходной величины. Лесистость на водосборных бассейнах Волги за последние 150 лет снизилась с 30–40 до 10–30 % [2].

Важнейшее место в системе мероприятий по снижению экологической напряженности в сельском хозяйстве отводится защитному лесоразведению [3]. В многочисленных исследованиях дана оценка положительному влиянию лесных мелиораций, определена необходимость их применения. Однако лишь в последние десятилетия начались исследования комплексной продуктивности противоэрозионных насаждений, их роли в формировании экологически устойчивых агролесоландшафтов [4]. На этом фоне актуально изучение воздействия лесных полос противоэрозионного комплекса на почвенные факторы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Пензенской области.

Особенностью лесных полос является долговечность и разносторонность их мелиоративного влияния на прилегающие поля. Уменьшая скорость ветра в зимний период, они задерживают на защищаемой территории до 95 % выпавших твердых осадков, способствуя тем самым повышению влажности почвы по сравнению с незащищенными полями [5].

Ослабление скорости ветра и турбулентного обмена в летний период ведет за собой повышение относительной влажности воздуха, уменьшение испарения с поверхности почвы и растений. На межполосном поле в результате этого создается своеобразный микроклимат приземного слоя воздуха, улучшающий рост и развитие растений [6]. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур среди лесных полос в сравнении с открытыми полями отмечено в работах многих авторов. Фиксируемая при этом прибавка урожая складывается за счет зимнего снегозадерживающего воздействия лесных полос и их влияния на микроклимат приземного слоя воздуха в течение вегетационного периода [7].

Мелиоративное влияние лесных полос в летний период (исключая зимнее) на рост и развитие сельскохозяйственных культур до настоящего времени изучены недостаточно.

Учитывая актуальность этого вопроса, мы сочли необходимым проведение данной работы, в ходе которой основное внимание обращалось на влияние стокорегулирующих лесных полос на элементы водного режима и продуктивность посевов сельскохозяйственных культур.

Цель, место проведения и объект исследований

Целью исследований является изучение влияния стокорегулирующей лесной полосы плотной конструкции на запасы влаги в почве при разной удаленности от полосы и урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Исследования проводились в 2014–2015 гг. в АО «Учхоз “Рамзай” Пензенской ГСХА» на черноземе выщелоченном.

Исследуемая стокорегулирующая лесная полоса плотной конструкции расположена в районе с. Пяша (Администрация Рамзайского сельсовета Мокшанского района) на склоне северо-восточной экспозиции на землях АО «Учхоз “Рамзай” Пензенской ГСХА» (рис. 1). Лесополоса имеет направление с северо-запада на юго-восток под углом 55°, располагается на границе между вторым и третьим полями севооборота. Создана полоса в 1948 г. Ее длина составляет 1210 м, ширина в пределах 24,0–28,0 м, площадь 3,1 га. Защитная высота насаждения составляет 10,6 м. Состав древостоя: первый ярус – 90 % клен ясенелистный, 10 % вяз обыкновенный; второй ярус – кустарники и подрост: жимолость обыкновенная, дерен белый, лещина обыкновенная, подрост: клен ясенелистный, ольха серая, вяз обыкновенный. Последняя рубка ухода проведена летом 1978 г. Длина склона 630 м. Рельеф относительно ровный. Выше лесной полосы крутизна склона колеблется от 1,5 до 3,0°, ниже от 2,6 до 5,0°. Средняя крутизна – 3,6°. От водораздела до лесополосы имеется ложбинка. Ниже по склону никаких микропонижений нет. Выше лесной полосы в 2014 г. на участке поля возделывался ячмень, в 2015 г. – горох, а ниже возделывались в 2014 г. кукуруза на силос, в 2015 г. – яровая пшеница.



Рис. 1. Стокорегулирующая лесная полоса (район с. Пяша, АО «Учхоз «Рамзай» Пензенской ГСХА» Мокшанский район, снимок со спутника)

Результаты исследований

В системе мер защиты от водной и ветровой эрозии лесным полосам принадлежит одно из важных мест. Особыми противозерозионными свойствами обладают стокорегулирующие лесные полосы. Они предотвращают снос ветром снега в пониженные элементы рельефа и усиливают внутрпочвенный сток. Снег на полях в системе полос тает сравнительно медленно, обеспечивая постепенное впитывание талых вод в почву. Кроме того, повышенные запасы снега в полосах являются дополнительным препятствием на пути поверхностного стока с вышележащего склона [8].

Вода в почве – один из важнейших факторов плодородия и урожайности растений. В почвенных процессах в создании агрономически важных свойств почвы она играет значительную и разностороннюю роль. Эта роль определяется особым положением воды в природе [9].

Вода – это особая физико-химическая весьма активная система, обеспечивающая перемещение веществ в пространстве. С содержанием воды в почве связаны скорость выветривания и почвообразования, гумусообразование, биологические, химические и физико-химические процессы. В воде растворяются питательные вещества, которые из почвенного раствора поступают в растения. Поскольку при испарении воды затрачивается огромное количество тепла, вода является и терморегулятором почвы и растений, предохраняя их от перегрева солнечной радиацией [9].

Для агрономической (агроэкологической) оценки гидрологического режима почв и влагообеспеченности растений по показателям их водно-физических свойств проводят расчеты запасов влаги в профиле почв на необходимую мощность (пахотный и корнеобитаемый слой) почвы. Их выражают в кубических метрах на гектар (тоннах на гектар) или в миллиметрах водного слоя [2].

Как известно, водорегулирующие лесные полосы создаются на склонах с целью перевода поверхностного стока во внутрипочвенный, этим самым лесная полоса способствует накоплению влаги в почве и предотвращает водную эрозию. В зимний период лесная полоса работает следующим образом: движущиеся воздушные массы, ударяясь в водорегулирующую лесную полосу, задерживаются и, поднимаясь вверх, огибают лесополосы, опускание воздушных масс происходит на удалении 15–20 м. Перед лесополосой происходит распределение снега. До удаления 100 м за лесополосой образуется зона затишья и снег оседает в результате происходит его накопление. В весенний период водорегулирующая полоса способствует переводу поверхностного стока во внутрипочвенный сток. Перед лесополосой происходит накопление влаги, как видно из рис. 2. В летне-осенний период перераспределение влаги происходит следующим образом: накопление влаги происходит ниже лесной полосы за счет перевода поверхностного стока.

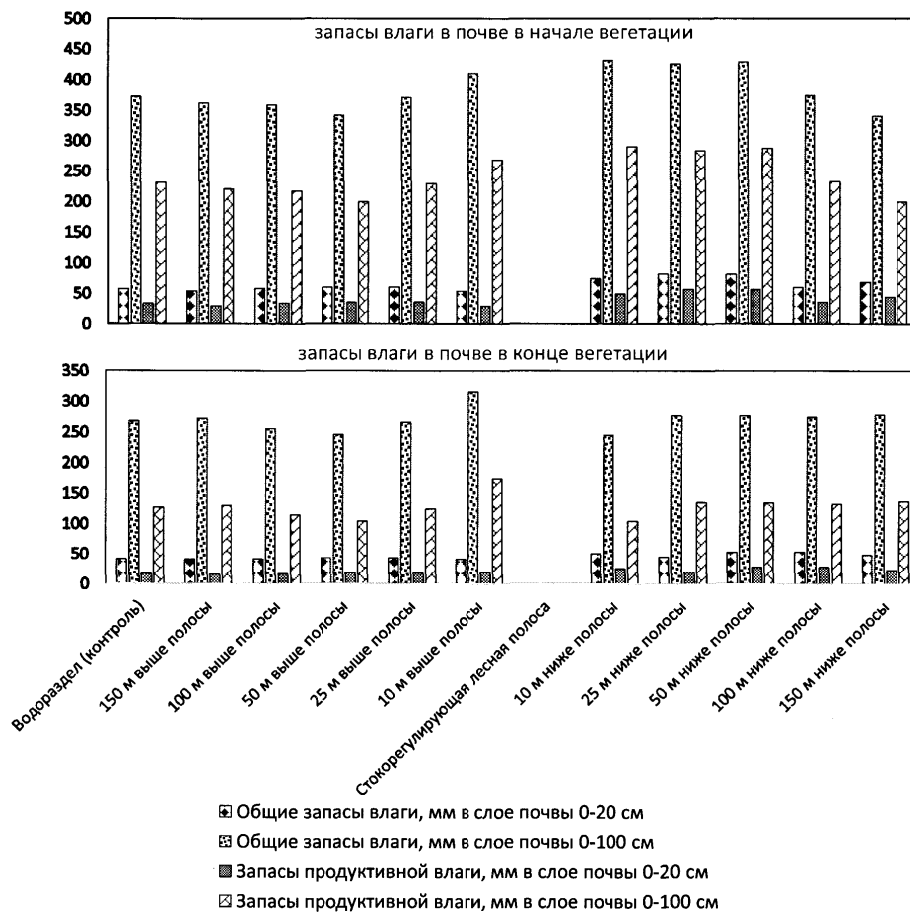


Рис. 2. Запасы влаги в почве в зависимости от удаления от лесополосы

Запасы продуктивной влаги в почве в начале вегетационного периода в слое 0–20 см составляли от 29,2 до 56,9 мм и были самыми высокими ниже лесной полосы на расстоянии 10–50 м. Запасы влаги при этом характеризовались как удовлетворительные и хорошие (см. рис. 2).

В слое 0–100 см на всех площадках запасы влаги характеризовались как очень хорошие и составляли от 199,5 до 287,1 мм. Как и в слое 0–20 см, наиболее высокие запасы наблюдались на расстоянии 10–50 м ниже лесополосы.

Запасы влаги в почве в конце вегетационного периода в слое 0–20 см на площадках выше лесополосы характеризовались как плохие и составляли от 16,2 до 19,6 мм. Как и в начале вегетационного периода, запасы влаги в слое 0–20 см были более высокие ниже лесополосы. В слое 0–100 см наблюдается такая же тенденция.

Водорегулирующие лесные полосы, оказывая определенное влияние на экологию полей, тем самым воздействуют на рост и урожайность сельскохозяйственных культур, которые являются основным критерием оценки их мелиоративно-хозяйственной роли.

Исследования выявили положительное влияние водорегулирующей лесной полосы на черноземе выщелоченном в условиях АО «Учхоз «Рамзай» Пензенской ГСХА» на урожайность сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1

Влияние стокорегулирующей лесной полосы на урожайность сельскохозяйственных культур

Расстояние от лесополосы	Ячмень (2014 г.)		Горох (2015 г.)		Средняя урожайность за два года в зерновых единицах	
	Урожайность зерна, т/га	Отклонения от контроля, т/га	Урожайность зерна, т/га	Отклонения от контроля, т/га	Урожайность зерна, т/га	Отклонения от контроля, т/га
1	2	3	4	5	6	7
Водораздел 300 м выше полосы (контроль)	2,96	–	2,43	–	3,06	–
150 м выше полосы	3,24	0,28	2,46	0,03	3,22	0,16
100 м выше полосы	3,42	0,46	2,95	0,52	3,63	0,57
50 м выше полосы	3,29	0,33	2,48	0,05	3,26	0,20
25 м выше полосы	2,51	–0,45	2,45	0,02	2,85	–0,21
10 м выше полосы	2,48	–0,48	1,94	–0,49	2,50	–0,56

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
	Кукуруза на силос (2014 г.)		Яровая пшеница (2015 г.)		Средняя урожайность за два года в зерновых единицах	
10 м ниже полосы	19,64	-2,47	2,48	-0,24	2,91	-0,33
25 м ниже полосы	26,80	4,69	2,91	0,19	3,73	0,49
50 м ниже полосы	32,52	10,41	3,26	0,54	4,39	1,15
100 м ниже полосы	25,98	3,87	3,24	0,52	3,83	0,59
150 м ниже полосы	25,36	3,25	2,96	0,24	3,64	0,40
250 м ниже полосы край поля (контроль)	22,11		2,72		3,24	

Наибольшую урожайность ячменя в 2014 г. на поле выше лесной полосы наблюдали на расстоянии 100 м. Разница с урожайностью на водоразделе составила 0,46 т/га. Положительное влияние наблюдалось на расстоянии от 50 до 150 м от лесополосы. При приближении на расстояние ближе 50 м наблюдается снижение урожайности. В 2015 г. при сравнении урожайности гороха снижение урожайности наблюдали на расстоянии ближе 20 м к лесополосе. Если сравнивать урожайность за 2 года, переведенную в зерновые единицы, наблюдается повышение урожайности культур на расстоянии 50–150 м выше лесополосы.

При сравнении урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых ниже лесополосы, наблюдается снижение урожайности зеленой массы кукурузы в 2014 г. на расстоянии 10 м от лесополосы. При удалении от полосы 25–150 м наблюдается повышение урожайности. Такую же закономерность наблюдали в 2015 г. при возделывании яровой пшеницы. Как в 2014 г., так и в 2015 г. наибольшую урожайность возделываемых культур наблюдали на расстоянии 50–100 м ниже лесополосы.

Наши исследования показали, что величина урожайности исследуемых культур в определенной степени зависит от удаленности от лесополосы. Следовательно, величина чистого дохода будет зависеть от полученной урожайности сельскохозяйственных культур на разной удаленности от лесополосы.

При возделывании сельскохозяйственных культур выше водорегулирующей полосы в зависимости от удаленности от нее средняя стоимость прибавки урожая за два года возрастала до 4730,0 руб./га. Убытки были получены на расстоянии ближе 25 м к лесополосе.

При возделывании сельскохозяйственных культур ниже лесополосы убытки были только на расстоянии ближе 10 м и составили – 2429,7 руб./га.

При удалении от лесополосы от 25 до 50 м стоимость прибавки урожая в среднем за два года составила от 2893,8 до 8354,0 руб./га, и показатели были самыми высокими при удалении от лесополосы от 50 до 100 м.

Условный чистый доход при возделывании сельскохозяйственных культур выше лесной полосы с площади влияния составил 31 804,9 руб., а с 1 га пашни – 1747,5 руб. При возделывании сельскохозяйственных культур ниже лесной полосы условный чистый доход с площади влияния составил 72 942,0 руб., а с 1 га пашни – 4007,8 руб.

Заключение

Под влиянием стокорегулирующей лесной полосы накопление влаги происходит на склонах ниже полосы. Этой особенностью подтверждается противозерозионная и водоохранная роль водорегулирующих лесных полос – переводить поверхностный сток во внутрипочвенный и предотвращать разрушение почв водными потоками.

Стокорегулирующая лесная полоса, улучшая водный режим чернозема выщелоченного, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур. Максимальное влияние лесной полосы проявляется на расстоянии 50–150 м от лесополосы.

Стокорегулирующая лесная полоса положительно влияет на экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур без дополнительных вложений в технологии возделывания. Средний условный чистый доход от влияния лесополос составил 2877,7 руб./га.

Список литературы

1. **Кочергина, З. Ф.** Ландшафтно-экологические основы рационального землепользования : моногр. / З. Ф. Кочергина. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2007. – 224 с.
2. **Чекаев, Н. П.** Агрэкологическая оценка земель : учеб. пособие / Н. П. Чекаев, А. Ю. Кузнецов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2016. – 215 с.
3. **Тимерьянов, А. Ш.** Лесомелиорация ландшафтов : учеб. пособие / А. Ш. Тимерьянов. – Уфа : БГАУ, 2007. – 112 с.
4. **Самсонов, Е. В.** Воздействие лесных полос противозерозионного комплекса на почвенные факторы и урожайность сельскохозяйственных культур в степи Приволжской возвышенности : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.04 / Самсонов Е. В. – Саратов, 2006. – 210 с.
5. Рекомендации по технологии создания защитных лесонасаждений на богарных и орошаемых землях и повышения их мелиоративных функций в сухостепной зоне РФ / сост. А. М. Степанов, В. В. Кравцов, Е. И. Литвинов. – М., 2000. – 241 с.
6. **Гальдин, Г. Б.** Влияние водорегулирующих лесных полос на влажность почвы и урожай сельскохозяйственных культур на склоновых землях (Пензенская область) / Г. Б. Гальдин, И. С. Антонов, В. И. Антонов // Проблемы рационального использования природных ресурсов Пензенской области. – М., 1984. – С. 86–99.
7. **Колесникова, Л. В.** Лесные полосы и их влияние на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность угодий в степи Приволжской возвышенности : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.04 / Колесникова Л. В. – Саратов, 2006. – 238 с.
8. Рекомендации по выращиванию полезащитных лесных полос на землях сельхозпредприятий Среднего и Нижнего Поволжья / сост. И. М. Торохтун, З. И. Маланина, Ю. И. Васильев. – Волгоград, 1984. – 59 с.
9. Общее почвоведение : учеб. пособие / Н. А. Фомин, Н. П. Чекаев, А. Н. Арефьев, А. Ю. Кузнецов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2014. – 219 с.

References

1. Kochergina Z. F. *Landshaftno-ekologicheskie osnovy ratsional'nogo zemlepol'zovaniya: monogr.* [Landscape and ecological bases of rational land management: monograph]. Omsk: Izd-vo OmGAU, 2007, 224 p.
2. Chekaev N. P., Kuznetsov A. Yu. *Agroekologicheskaya otsenka zemel': ucheb. posobie* [Agroecological evaluation of lands: tutorial]. Penza: RIO PGSKhA, 2016, 215 p.
3. Timer'yanov A. Sh. *Lesomelioratsiya landshaftov: ucheb. posobie* [Forest reclamation of landscapes: tutorial]. Ufa: BGAU, 2007, 112 p.
4. Samsonov E. V. *Vozdeystvie lesnykh polos protiverozionnogo kompleksa na pochvennye faktory i urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v stepi Privolzhskoy vozvysheynosti: dis. kand. s.-kh. nauk: 06.03.04* [The impact of forest strips of the antierosion complex on soil factors and agricultural crop yield in steppes of the Volga Uplands: dissertation to apply for the degree of the candidate of agricultural sciences]. Saratov, 2006, 210 p.
5. *Rekomendatsii po tekhnologii sozdaniya zashchitnykh lesonasazhdeniy na bogarnykh i oroshaemykh zemlyakh i povysheniya ikh meliorativnykh funktsiy v sukhostepnoy zone RF* [Technological recommendations on establishment of protective afforestation on rich and irrigated soils and improvement of their reclamation functions in the dry-steppe zone of the Russian Federation]. Comp. by A. M. Stepanov, V. V. Kravtsov, E. I. Litvinov. Moscow, 2000, 241 p.
6. Gal'din G. B., Antonov I. S., Antonov V. I. *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnnykh resursov Penzenskoy oblasti* [Problems of rational use of natural resources in Penza region]. Moscow, 1984, pp. 86–99.
7. Kolesnikova L. V. *Lesnye polosy i ikh vliyanie na plodorodie chernozema obyknovennogo i produktivnost' ugodiy v stepi Privolzhskoy vozvysheynosti: dis. kand. s.-kh. nauk: 06.03.04* [Forest strips and the influence thereof on fertility of the Chernozem and productive capacity of agricultural areas in the steppe of the Volga Uplands: dissertation to apply for the degree of the candidate of agricultural sciences]. Saratov, 2006, 238 p.
8. *Rekomendatsii po vyrashchivaniyu polezashchitnykh lesnykh polos na zemlyakh sel'khoz-predpriyatiy Srednego i Nizhnego Povolzh'ya* [Recommendations on growing field-protecting forest strips on lands of agricultural enterprises of Middle and Lower Volga regions]. Comp. by I. M. Torokhtun, Z. I. Malanina, Yu. I. Vasil'ev. Volgograd, 1984, 59 p.
9. Fomin N. A., Chekaev N. P., Aref'ev A. N., Kuznetsov A. Yu. *Obshchee pochvovedenie: ucheb. posobie* [General soil science: tutorial]. Penza: RIO PGSKhA, 2014, 219 p.

Чекаев Николай Петрович

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, заведующий кафедрой
почвоведения и агрохимии,
Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия
(Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30)

E-mail: chekaev1975@mail.ru

Chekaev Nikolay Petrovich

Candidate of agricultural sciences, associate
professor, head of sub-department of soil
science and agrochemistry, Penza State
Agricultural Academy (30 Botanicheskaya
street, Penza, Russia)

Кузнецов Александр Юрьевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, кафедра почвоведения
и агрохимии, Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия
(Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30)

E-mail: alex200278@yandex.ru

Kuznetsov Alexander Yuryevich

Candidate of agricultural sciences, associate
professor, sub-department of soil science
and agrochemistry, Penza State Agricultural
Academy (30 Botanicheskaya street, Penza,
Russia)

УДК 630*116.64

Чекаев, Н. П.

Влагосберегающая роль стокорегулирующих лесных полос в структуре агролесоландшафтов / Н. П. Чекаев, А. Ю. Кузнецов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4 (16). – С. 109–118. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-4-10

Внимание авторов!

Редакция журнала «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» приглашает специалистов опубликовать на его страницах оригинальные статьи, содержащие новые научные результаты в области биологии, химии, географии, экологии, а также обзорные статьи по тематике журнала.

Статьи, ранее опубликованные, а также принятые к опубликованию в других журналах, редколлегией не рассматриваются.

Редакция принимает к рассмотрению статьи, подготовленные с использованием текстового редактора Microsoft Word for Windows (тип файла – RTF, DOC).

Необходимо представить статью в электронном виде (VolgaVuz@mail.ru) и дополнительно на бумажном носителе в двух экземплярах. Оптимальный объем рукописи 10–14 страниц формата А4. Основной шрифт статьи – Times New Roman, 14 pt через полуторный интервал. Статья **обязательно** должна содержать индекс УДК, ключевые слова и развернутую аннотацию объемом от 100 до 250 слов, имеющую четкую структуру **на русском** (Актуальность и цели. Материалы и методы. Результаты. Выводы) **и английском** (Background. Materials and methods. Results. Conclusions) **языках**.

Рисунки и таблицы должны быть размещены в тексте статьи и представлены в виде отдельных файлов (растровые рисунки в формате TIFF, BMP с разрешением 300 dpi, векторные рисунки в формате Corel Draw с минимальной толщиной линии 0,75 pt). Рисунки должны сопровождаться подрисовочными подписями.

Формулы в тексте статьи **обязательно** должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Word Equation (версия 3.0) или MathType. Символы греческого и русского алфавитов должны быть набраны прямо, нежирно; латинского – курсивом, нежирно; обозначения векторов и матриц – прямо, жирно; цифры – прямо, нежирно. Наименования химических элементов набираются прямо, нежирно. Эти же требования **необходимо** соблюдать и в рисунках. Допускается вставка в текст специальных символов (с использованием шрифтов Symbol).

В списке литературы **нумерация источников** должна соответствовать **очередности ссылок** на них в тексте ([1], [2], ...). Номер источника указывается в квадратных скобках. **Требования к оформлению списка литературы** на русские и иностранные источники: **для книг** – фамилия и инициалы автора, название, город, издательство, год издания, том, количество страниц; **для журнальных статей, сборников трудов** – фамилия и инициалы автора, название статьи, полное название журнала или сборника, серия, год, том, номер, страницы; **для материалов конференций** – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, город, издательство, год, страницы.

К материалам статьи **должна** прилагаться следующая информация: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание и должность, место и юридический адрес работы (на русском и английском языках), e-mail, контактные телефоны (желательно сотовые).

Обращаем внимание авторов на то, что перевод имен собственных на английский язык в списке литературы осуществляется автоматически с использованием программы транслитерации в кодировке BGN (сайт translit.ru). Для обеспечения единообразия указания данных об авторах статей во всех реферируемых базах при формировании авторской справки при подаче статьи необходимо представить перевод фамилии, имени, отчества каждого автора на английский язык, или он будет осуществлен автоматически в программе транслитерации в кодировке BGN.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. Рукопись, полученная редакцией, не возвращается. Редакция оставляет за собой право проводить редакционную и допечатную правку текстов статей, не изменяющую их основного смысла, без согласования с автором.

Статьи, оформленные без соблюдения приведенных выше требований, к рассмотрению не принимаются.

Уважаемые читатели!

Для гарантированного и своевременного получения журнала **«Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки»** рекомендуем вам оформить подписку.

Журнал выходит 4 раза в год по тематике:

- **биология;**
- **химия;**
- **география;**
- **экология.**

Стоимость одного номера журнала – 500 руб. 00 коп.

Для оформления подписки через редакцию необходимо заполнить и отправить заявку в редакцию журнала: тел./факс (841-2) 36-84-87; E-mail: VolgaVuz@mail.ru

Подписку можно оформить по объединенному каталогу «Пресса России», тематические разделы: «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов», «Природа. Мир животных и растений. Экология», «Химия. Нефтехимия. Нефтегазовая промышленность». Подписной индекс – 70238.

ЗАЯВКА

Прошу оформить подписку на журнал «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» на 20__ г.

№ 1 – _____ шт., № 2 – _____ шт., № 3 – _____ шт., № 4 – _____ шт.

Наименование организации (полное) _____

ИНН _____ КПП _____

Почтовый индекс _____

Республика, край, область _____

Город (населенный пункт) _____

Улица _____ Дом _____

Корпус _____ Офис _____

ФИО ответственного _____

Должность _____

Тел. _____ Факс _____ E-mail _____

Руководитель предприятия _____
(подпись) (ФИО)

Дата «___» _____ 20__ г.