

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 4 (12)

2015

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

- Моисеева А. А., Генгин М. Т., Гришина Ж. В.* Нейростимулирующие свойства препарата пептидов, выделенных из личинок трутневого расплода..... 3
- Комаров А. А., Стойко Т. Г., Мазей Н. Г., Комарова Е. В., Малышева Е. А., Мазей Ю. А.* Раковинные амебы в пойме реки Печоры (кордон Шижим, Печоро-Илычский заповедник)..... 10
- Дронин Г. В., Новикова Л. А., Саксонов С. В.* Реликтовый элемент флоры бассейна реки Сызранки..... 19
- Золотарев П. Н.* Воздействие соединений растительной природы на гемолитическую активность микроорганизмов..... 29
- Леонова Н. А.* Широколиственные леса юга Пензенской области 38
- Панькина Д. В., Новикова Л. А., Миронова А. А., Кулагина Е. Ю.* Геоботаническая характеристика «Кунчеровской лесостепи» (по результатам третьего картографирования)..... 47
- Табульдин Ю. З., Ямалов С. М., Петрова М. В.* Ординационный анализ степной растительности бассейна реки Большой Уран (Оренбургская область) 59
- Семенова Е. Ф., Апенкина Т. В., Азизова Л. М., Курдюков Е. Е., Бегутова Е. В.* Фармакогностическое исследование листьев и плодов дерезы китайской *Lucium chinense* Mill. – интродуцента Среднего Поволжья..... 68

ХИМИЯ

- Киреев С. Ю., Киреева С. Н.* Многослойное гальваническое покрытие повышенной коррозионной стойкости..... 77
- Селяев В. П., Седова А. А., Куприяшкина Л. И., Осипов А. К.* Изучение условий получения аморфного микрокремнезема из природного диатомита..... 84

**UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION**

NATURAL SCIENCES

№ 4 (12)

2015

CONTENTS

BIOLOGY

<i>Moiseeva A. A., Gengin M. T., Grishina Zh. W.</i> Neurostimulating properties of a drug with peptides, extracted from drone brood larvae	3
<i>Komarov A. A., Stojko T. G., Mazei N. G., Komarova E. V., Malysheva E. A., Mazei Yu. A.</i> Testate amoebae in the floodplain of the Pechora river (Shizhim settlement, Pechora-Ilych reserve)	10
<i>Dronin G. V., Novikova L. A., Saksonov S. V.</i> Relict elements of the Syzranka river basin flora	19
<i>Zolotarev P. N.</i> Effect of vegetable compounds on hemolytic activity of microorganisms	29
<i>Leonova N. A.</i> Broadleaf forests of the south Penza region	38
<i>Pankina D. V., Novikova L. A., Mironova A. A., Kulagina E. Yu.</i> Geobotanical characteristic of “Kuncherovskaya forest-steppe” (in the third mapping)	47
<i>Tabul'din Yu. Z., Yamalov S. M., Petrova M. V.</i> Ordination analysis of the steppe vegetation of the Bolshoy Uran river basin (Orenburg region)	59
<i>Semenova E. F., Apenkina T. V., Azizova L. M., Kurdyukov E. E., Begutova E. V.</i> Pharmacognostic analysis of leaves and fruits of chinese wolfberry <i>Lycium chinense</i> Mill. – introduced species of the Middle Volga region	68

CHEMISTRY

<i>Kireev S. Yu., Kireeva S. N.</i> Multilayered electroplated coating of increased corrosion resistance	77
<i>Selyaev V. P., Sedova A. A., Kupriyashkina L. I., Osipov A. K.</i> Examination of conditions for obtaining amorphous silica fume from natural diatomite	84

УДК 577.11; 615.36

А. А. Моисеева, М. Т. Генгин, Ж. В. Гришина

НЕЙРОСТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРЕПАРАТА ПЕПТИДОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЛИЧИНОК ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА

Аннотация.

Актуальность и цели. В работе исследованы нейростимулирующие свойства водного экстракта пептидов из личинок трутневого расплода.

Материалы и методы. В нашей работе использовались физиолого-фармакологические тесты «Открытое поле» и «Выработка условного пищедобывательного рефлекса».

Результаты. При интраназальном введении биопрепарата на основе личинок трутневого расплода наблюдалось увеличение ноотропной, анксиолитической активности по сравнению с контрольными группами, которым вводился интраназально 0,9 % раствор NaCl.

Выводы. Препараты с трутневым расплодом можно рекомендовать принимать при повышенной утомляемости, для восстановления после депрессии, при стрессе, а также при различных неврозах.

Ключевые слова: личинка трутневого расплода, тест «Открытое поле», тест «Выработка условного пищедобывательного рефлекса», нейростимулятор, ноотроп, пептиды.

A. A. Moiseeva, M. T. Gengin, Zh. W. Grishina

NEUROSTIMULATING PROPERTIES OF A DRUG WITH PEPTIDES, EXTRACTED FROM DRONE BROOD LARVAE

Abstract.

Background. The authors researched neurostimulating properties of the extract of peptides of drone brood larvae.

Materials and methods. In the course of the experiment the researchers used such physiological-pharmacological tests as “Open field” and “Development of conditional food-procuring reflex”.

Results. After intranasal administration of the biological product the researchers evidenced an increase in nootropic, anxiolytic activity in comparison with control groups that underwent intranasal introduction of the 0,9 % solution of NaCl.

Conclusions. Preparations of drone brood may be recommended at high fatigue, for recovery after depressions, stress, as well as at various neuroses.

Key words: drone brood larva, “Open field” test, “Development of conditional food-procuring reflex” test, neurostimulator, nootropics, peptides.

Введение

Современные условия существования человека сопровождаются многочисленными стрессовыми ситуациями, в результате чего могут развиваться заболевания, связанные с нарушением функций центральной нервной системы (ЦНС). В мире более 40 % всех хронических заболеваний приходится на долю психоневрологических расстройств. Для лечения таких заболеваний в медицине используются преимущественно синтетические лекарственные средства, зачастую имеющие ряд побочных отрицательных эффектов. В связи с этим необходимым и важным является поиск препаратов природного (биологического) происхождения, характеризующихся быстротой действия, простотой и надежностью использования, а также дешевизной и доступностью.

Продукты пчеловодства сейчас занимают одно из ведущих мест среди натуральных средств лечения, они могут стать безопасной и доступной альтернативой лекарственным химическим средствам [1]. В природе не существует других столь биологически активных продуктов, содержащих белки, липиды, углеводы, витамины, минеральные вещества, гормоны, способных влиять на множество функций организма [2].

Объектом нашего исследования была выбрана личинка трутневого расплода, которая как биообъект характеризуется чрезвычайно высокой скоростью роста и обменных процессов: за очень короткий период онтогенеза (5–7 дней развития) масса личинки увеличивается более чем в 1,5 тысячи раз [3, 4]. В основе этого процесса лежат уникальные механизмы регуляции генетического аппарата, контролирующего скорость синтеза белка в клетке, в том числе ферментов, что и обеспечивает высокий уровень сбалансированного содержания питательных веществ. При этом каждая пчелиная семья старается вырастить как можно больше трутней, и для этого они не жалеют кормов: для того чтобы вырастить одну личинку трутня, затрачивается столько перги, сколько необходимо для шести рабочих пчел [5, 6].

В медицинской практике известно использование трутневого расплода в качестве стимулятора для развития организма [7] и деятельности нервной системы: регулирует сон, повышает аппетит и оказывает успокаивающее действие [8].

Главной задачей нашего исследования было изучение нейростимулирующих свойств биопрепарата, разработанного на основе водного экстракта пептидов личинок трутневого расплода.

Материалы и методы

Материалом исследований являлись пептиды, выделенные из 6–8-дневных личинок трутневого расплода, так как именно в этот период в трутневом расплоде присутствует максимальное количество биологически активных веществ, а ткани легко поддаются переработке [3].

Сведений по физиолого-фармакологическим свойствам пептидов трутневого расплода в публикациях нет. Для доказательства ноотропного эффекта пептидов были выбраны физиолого-фармакологические тесты, используемые для оценки действия нейростимулирующих лекарственных средств, – «Открытое поле» и «Выработка условного пищедобывательного рефлекса».

Тест «Открытое поле» позволяет изучить поведение животных в новых условиях окружающей среды. Помещение животного в камеру запускает

акты исследовательского поведения, реализации которых препятствуют условия, вызывающие страх. Тест «Открытое поле» служит экспериментальной моделью тревоги [9] и широко используется для оценки действия нейропсихотропных лекарственных средств. Установка «Открытое поле» представляет собой круглую площадку (диаметр (d) площадки для крыс – 97 см), ограниченную бортами высотой 40–60 см. Площадка с выделением центральной части разделена на 18 секторов, на пересечении которых имеется 16 отверстий $d = 2\text{--}3$ см [10].

Животных помещали в центральную часть установки и в течение 5 минут регистрировали с помощью видеоборудования следующие параметры: горизонтальная и вертикальная двигательная активность (ГДА и ВДА), количество заходов в центральную зону, обнюхивание отверстий, наличие реакций замирания (отчаяния или «freezing»), дефекацию и груминг.

Тест «Выработка условного пищедобывательного рефлекса» входит в базовые тесты по изучению ноотропной активности физиологических веществ. Лабораторных животных с пищевой депривацией помещали в стартовый отсек Т-образного лабиринта, в одном из рукавов которого находилась кормушка с пищей (в качестве подкрепления применяли кусочки хлеба массой 0,2 грамма). Через 30–60 секунд после посадки животного в стартовый отсек открывали дверцу. Звук открывания дверки служил условным раздражителем. В качестве критериев выработки рефлекса выбирали восемь правильных пробежек из десяти предъявляемых.

В данном тесте регистрировали время пробежки животного от стартового отсека до кормушки, число правильных и неправильных ответов (заходы в пустой рукав) [10–12]. В течение пяти дней вырабатывали пищевой условный рефлекс на звуковой раздражитель. Прежде чем приступить к выработке рефлексов, животных адаптировали: за день до эксперимента лабораторных крыс помещали в условия установки Т-лабиринта.

Все эксперименты были выполнены на белых беспородных лабораторных крысах-самцах возрастом 3 месяца и массой 190–220 грамм. Животных содержали в условиях вивариума при искусственном освещении СТ 12:12 со свободным доступом к воде и пище. Животные были разбиты на две группы: группа I (опытная) – животным интраназально вводили пептиды трутневого расплода в объеме 20 мкл; группа II (контрольная) – 0,9 % NaCl в объеме 20 мкл. Введение пептидов трутневого расплода осуществляли за 15 минут до начала эксперимента.

Результаты подвергали статистической обработке с использованием *t*-критерия Стьюдента и непараметрических методов. Для оценки достоверности двух выборок использовали *U*-критерий Уилкинсона (непараметрический критерий Манна – Уитни) [13].

Результаты исследований

В результате исследования биологических свойств препарата в тесте «Открытое поле» было обнаружено, что введение пептидов вызывает достоверное увеличение двигательной (число вертикальных стоек) и ориентировочно-исследовательской активности (число заходов в центр, обнюхиваний и реакций груминга) (табл. 1). Кроме этого, у опытных крыс снижается уровень дефекации, что говорит о снижении эмоциональной тревожности животных.

Влияние биопрепарата на основе пептидов личинок трутневого расплода на регистрируемые параметры в тесте «Открытое поле»

Регистрируемый параметр	Опыт (биопрепарат)	Контроль (0,9 % p-p NaCl)
ВДА	11,86 ± 2,6*	4,66 ± 0,43
ГДА	37,57 ± 3,83	37 ± 3,2
Freezing, %	28,57 ± 1,74**	83,3 ± 1,57
Заход в центр ОП, %	57,14 ± 1,92**	16,67 ± 2,01
Обнюхивание	2,57 ± 0,57**	1,66 ± 0,32
Груминг	5 ± 0,11**	2,16 ± 0,05
Дефекация	0,43 ± 0,7*	1,5 ± 0,38

Примечание. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ по сравнению с контролем.

Введение пептидов трутневого расплода в условиях такого стресса вызывает снижение эмоциональной тревожности и увеличение поисковой и двигательной активности. Изменение этих показателей позволяет предположить, что пептиды трутневого расплода снижают уровень страха, т.е. обладают анксиолитическим действием, а также улучшают процессы памяти и умственной деятельности – ноотропный эффект пептидов.

В результате исследования поведения лабораторных крыс в тесте «Выработка условного пищедобывательного рефлекса» было обнаружено, что процесс обучения в группе животных, получавших пептиды, происходил значительно быстрее: количество правильно выполненных реакций в этой группе достоверно выше, чем в контрольной (рис. 1). Особенно эффект обучения был выражен на второй и четвертый день. Таким образом, введение пептидов трутневого расплода в период обучения способствует ускорению формирования условных правильных реакций (УПР) у крыс.

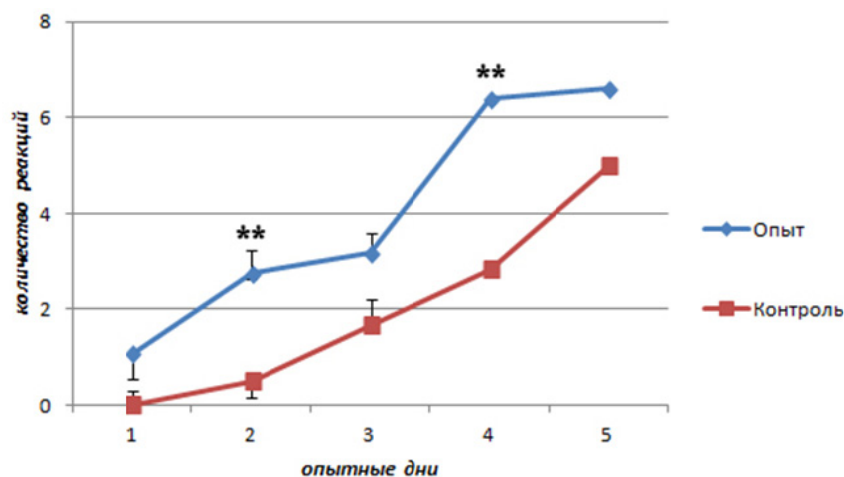


Рис. 1. Динамика формирования УПР у крыс на фоне интраназально введенных пептидов трутневого расплода:
** – $p < 0,01$ относительно контрольной группы

Введение пептидов кроме увеличения числа правильных условных реакций вызывало достоверное снижение латентных периодов, к тому же во все эти дни опытным животным требовалась меньшая продолжительность звукового раздражителя по сравнению с контрольными животными (рис. 2).

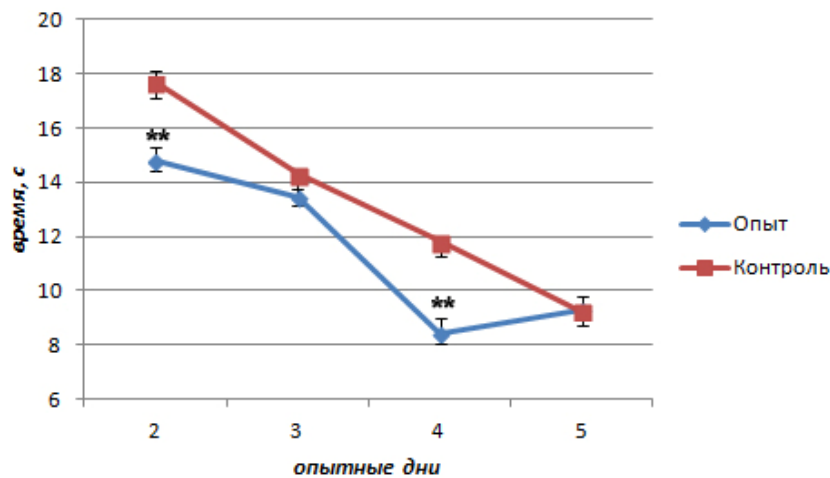


Рис. 2. Латентные периоды УПР на фоне интраназально введенных пептидов трутневого расплода:
** – $p < 0,01$ относительно контрольной группы

Выводы

В ходе исследований в экспериментах на животных было выявлено, что пептидный биопрепарат, полученный из 6–8-дневных личинок трутневого расплода, обладает нейростимулирующим действием, а именно ноотропным эффектом.

Пептиды трутневого расплода, вводимые интраназальным способом, в условиях стресса вызывают достоверное снижение эмоциональной тревожности и увеличение поисковой и двигательной активности. В ходе экспериментальных исследований также было выявлено ноотропное действие препарата, на фоне его введения в период обучения наблюдается значительное ускорение формирования условных правильных реакции.

Следовательно, препараты с трутневым расплодом можно рекомендовать принимать при повышенной утомляемости, для восстановления после депрессии, стрессе, а также при различных неврозах.

Список литературы

1. Дубцова, Е. А. Состав, биологические свойства меда и его лечебное применение / Е. А. Дубцова, Л. Б. Лазебник // Клиническая геронтология. – М. : Ньюдиамед, 2009. – Т. 15, № 1.
2. Беляев, А. В. Адаптогенные свойства препарата на основе трутневого расплода / А. В. Беляев, Е. В. Сафоноская // Пчеловодство. – 2009. – № 6. – С. 52–53.
3. Будникова, Н. В. Биологически активные соединения в трутневом расплоде / Н. В. Будникова // Пчеловодство. – 2009. – № 6. – С. 52.
4. Лебедев, В. И. Заготовка личинок трутней – это здорово / В. И. Лебедев, М. А. Легович // Пчеловодство. – 2009. – № 8. – С. 48–49.

5. **Кривцов, Н. И.** Продукты пчеловодства и их композиции в апитерапии / Н. И. Кривцов // Апитерапия сегодня : материалы Всесоюз. науч.-практ. конф. «Апитерапия-21 век». – Рыбное : НИИП, 2004. – С. 3–8.
6. **Прохода, И. А.** Получение апидобавок из личинок пчел / И. А. Прохода // Пчеловодство. – 2009. – № 8. – С. 48–49.
7. **Krell, R.** Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome / R. Krell // *Faoagricultural services bulletin*. – 1996. – № 124. – P. 409.
8. **Мбауа, J. S. K.** Usages of bee products in folk medicine in Kenya / J. S. K. Mbaya // *Bee products: Properties, applications and apitherapy : program 7 Abstracts International Conference*. – Israel, 1996. – P. 98.
9. **Буреш, Я.** Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д. Хьюстон. – М. : Высшая школа, 1991. – 399 с.
10. **Самотруева, М. А.** Экспериментальные модели поведения / М. А. Самотруева, Д. Л. Теплый, И. Н. Тюренков // *Журнал функциональных и прикладных исследований*. – 2009. – № 2 (27).
11. **Deacon, R. M. J.** Appetitive position discrimination in the T-maze / R. M. J. Deacon // *Nature Protocols*. – 2006. – Vol. 1, № 1. – P. 13–15.
12. **Deacon, R. M. J.** T-maze alternation in the rodent / R. M. J. Deacon, J. N. P. Rawlins // *Nature Protocols*. – 2006. – Vol. 1, № 1. – P. 7–12.
13. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.

References

1. Dubtsova E. A., Lazebnik L. B. *Klinicheskaya gerontologiya* [Clinical gerontology]. Moscow: N'yudiamed, 2009, vol. 15, no. 1.
2. Belyaev A. V., Safonoskaya E. V. *Pchelovodstvo* [Apiculture]. 2009, no. 6, pp. 52–53.
3. Budnikova N. V. *Pchelovodstvo* [Apiculture]. 2009, no. 6, p. 52.
4. Lebedev V. I., Legovich M. A. *Pchelovodstvo* [Apiculture]. 2009, no. 8, pp. 48–49.
5. Krivtsov N. I. *Apiterapiya segodnya: materialy Vsesoyuz. nauch.-prakt. konf. «Apiterapiya-21 vek»* [Apitherapy nowadays: proceedings of the All-Union scientific and practical conference “Apitherapy – the 21st century”]. Rybnoe: NIIP, 2004, pp. 3–8.
6. Prokhoda I. A. *Pchelovodstvo* [Apiculture]. 2009, no. 8, pp. 48–49.
7. Krell R. *Faoagricultural services bulletin*. 1996, no. 124, p. 409.
8. Mbaya J. S. K. *Bee products: Properties, applications and apitherapy: program 7 Abstracts International Conference*. Israel, 1996, p. 98.
9. Buresh Ya., Bureshova O., Kh'yuston D. *Metodiki i osnovnye eksperimenty po izucheniyyu mozga i povedeniya* [Techniques and fundamental experiments on studying the brain and its behavior]. Moscow: Vysshaya shkola, 1991, 399 p.
10. Samotrueva M. A., Teplyy D. L., Tyurenkov I. N. *Zhurnal funktsional'nykh i prikladnykh issledovaniy* [Journal of functional and applied research]. 2009, no. 2 (27).
11. Deacon R. M. J. *Nature Protocols*. 2006, vol. 1, no. 1, pp. 13–15.
12. Deacon R. M. J., Rawlins J. N. P. *Nature Protocols*. 2006, vol. 1, no. 1, pp. 7–12.
13. Lakin G. F. *Biometriya: ucheb. posobie dlya biol. spets. vuzov* [Biometrics: tutorial for biological universities]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p.

Моисеева Анна Алексеевна
научный сотрудник, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: nyusha.moiseeva@yandex.ru

Moiseeva Anna Alekseevna
Researcher, 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)

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)

УДК 577.11; 615.36

Моисеева, А. А.

Нейростимулирующие свойства препарата пептидов, выделенных из личинок трутневого расплода / А. А. Моисеева, М. Т. Генгин, Ж. В. Гришина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 3–9.

А. А. Комаров, Т. Г. Стойко, Н. Г. Мазей,
Е. В. Комарова, Е. А. Мальшиева, Ю. А. Мазей

РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ В ПОЙМЕ РЕКИ ПЕЧОРЫ (КОРДОН ШИЖИМ, ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Раковинные амёбы формируют специфические по составу сообщества в пресных водах, почвах и моховых болотах. Вопрос о том, каким образом одни типы сообществ трансформируются в другие на градиентах среды обитания, остается слабо изученным. **Цель работы** – изучение сообществ раковинных амёб вдоль пойменного профиля в окрестностях кордона Шижим на р. Печоре.

Материалы и методы. Материал собран в июле 2010 г. в окрестностях кордона Шижим в левобережной пойме р. Печоры. Были исследованы следующие биотопы: гравий у уреза воды, заросли 2–3-метровых ив, заброшенное пастбище с небольшой куртиной осин, участок широколиственного леса, высокотравный луг на лесной поляне, участок пихто-еловой тайги.

Результаты. В большинстве биотопов присутствуют широко распространенные педо- и эврибионтные виды, относящиеся к родам *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, тогда как на участке у уреза воды в гравии доминирует гидрофильный бриобионт из рода *Nebela*. Видовое богатство минимально в пространственно гомогенном высокотравном лугу и существенно выше в остальных биотопах, с максимальными показателями в наиболее гетерогенных участках у уреза воды (на гравии).

Ключевые слова: раковинные амёбы, пойма, р. Печора, Печоро-Илычский заповедник.

А. А. Komarov, T. G. Stojko, N. G. Mazei,
E. V. Komarova, E. A. Malysheva, Yu. A. Mazei

TESTATE AMOEBAE IN THE FOODPLAIN OF THE PECHORA RIVER (SHIZHIM SETTLEMENT, PECHORA-ILYCH RESERVE)

Abstract.

Background. Testate amoebae form specific communities in freshwater, soil and moss habitats. However, it is still unclear how do certain types of communities transform into other along environmental gradients? The aim of the article is to investigate testate amoeba communities along a floodplain gradient in the outskirts of Shizhim settlement on the left bank of the Pechora River.

Materials and methods. The data were collected in July 2010 in the following habitats: gravel on the riverbank, willow bushes, a pasture with rare aspen trees, a broad-leaved forest, a tall grass meadow, an area of fir-spruce taiga.

Results. Most samples featured widely distributed paedo- and eurybiont species from the genera *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, whereas bryobiont species from the genus *Nebela* displayed high abundance in gravel. Richness of species was minimal on a spatially homogenous tall-grass meadow and much higher in other habitats with maximal values in most spatially heterogeneous areas (on gravel).

Key words: testate amoeba, floodplain, the Pechora River, Pechora-Ilych Reserve.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (14-14-00891-а).

Введение

Раковинные амёбы – широко распространенная группа одноклеточных организмов, обитающих в пресных водах, почвах и моховых болотах [1–3]. В последнее время они все чаще используются в качестве биоиндикаторов состояния природных экосистем [4]. Так, видовой состав и структура сообществ раковинных амёб имеет свою специфику в разных типах наземных и водных местообитаний. Вместе с тем вопрос о том, каким образом одни типы сообществ трансформируются в другие на градиентах среды обитания, остается слабо изученным. Ранее мы рассматривали эту проблему на примере различных типов границ «водоток – пойма» [5, 6] и «лес – сфагновое болото» [7, 8]. Целью настоящей работы явилось изучение сообществ раковинных амёб вдоль пойменного профиля в окрестностях кордона Шижим на р. Печоре (территория Печоро-Илычского биосферного заповедника). Ранее [9, 10] мы исследовали аналогичные градиенты на территории двух пойменных островов (Пуштади и Бияизъяди), сформировавшихся в русле верхнего течения р. Илыч, одного из наиболее крупных правых притоков Печоры. Настоящая работа является продолжением наших работ, проведенных на территории Печоро-Илычского биосферного заповедника в верховьях Печоры [11, 12].

Материалы и методы

Материал был собран 28 июля 2010 г. в окрестностях кордона Шижим на левобережной пойме р. Печоры (62°05' с.ш. 58°24' в.д.). Протяженность поймы невелика и составляет около 300 м (рис. 1) с перепадом высот 165–190 м над уровнем моря. Были исследованы следующие биотопы: гравий у уреза воды (гравий); заросли 2–3-метровых ив (ивняк); заброшенное пастбище с небольшой куртиной осин (пастбище); участок широколиственного леса (лиственный лес); высокотравный луг на лесной поляне (луг); участок пихтоеловой тайги (хвойный лес). В пределах каждого участка отбирали по три разные пробы, представляющие собой верхний сантиметр гумусового горизонта со слоем подстилки и мхов на поверхности (за исключением гравийного биотопа).



Рис. 1. Общий вид исследованной территории

Подготовку проб проводили по методике, подробно описанной нами ранее [13]. В каждой пробе было подсчитано не менее 150 экземпляров корненожек. Полученные величины численности раковинок пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата. Экологические характеристики раковинных амёб определяли по работе [14].

Для классификации сообществ использовали иерархический кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матрицы индексов сходства Раупа – Крика для данных по присутствию-отсутствию видов. Для выявления характера различий между локальными сообществами проводили их ординацию методом главных компонент на основе данных по относительным обилиям видов. Все расчеты производили при помощи пакетов программ MS Excel (Microsoft Excel, 2002) и PAST 2.15.

Результаты и обсуждение

В исследуемых биотопах обнаружено 58 видов и форм раковинных корненожек (табл. 1). Среди них доминируют организмы с плагиостомными раковинками из родов *Centropyxis*, *Trinema* (10–17 % численности), криптостомными раковинками из рода *Plagiopyxis* (13–20 %) и акростомной раковинкой из рода *Nebela* (24 %). Почти для всех биотопов характерен эврибионтный вид *Trinema lineare*.

Таблица 1

Видовой состав и доля обилия (%) раковинных амёб в различных биотопах поймы р. Печоры

Виды	Хвойный лес	Луг	Лиственный лес	Пастбище	Ивняк	Гравий
1	2	3	4	5	6	7
<i>Arcella arenaria compressa</i>	–	–	–	1,22	0,74	–
<i>A. a. sphagnicola</i>	0,71	–	–	1,22	4,48	–
<i>A. catinus</i>	–	–	–	–	–	5,6
<i>A. rotundata stenostoma undulata</i>	–	–	–	–	1,49	1,68
<i>Archerella flavum</i>	–	–	0,75	–	–	–
<i>Assulina muscorum</i>	0,57	–	–	0,91	–	1,68
<i>A. seminulum</i>	–	–	1,5	1,21	1,49	5,32
<i>Bulinularia indica</i>	–	–	0,75	–	–	0,84
<i>Centropyxis aculeata</i>	–	–	0,75	0,61	–	1,12
<i>C. aculeata oblonga</i>	–	–	0,75	0,61	–	–
<i>C. aerophila</i>	3,87	5,17	9,02	6,69	5,22	0,84
<i>C. a. sphagnicola</i>	6,89	10,34	15,04	14,89	17,16	2,8
<i>C. cassis</i>	1,72	5,17	2,26	4,25	4,48	4,2
<i>C. ecornis</i>	–	–	–	0,3	–	0,28
<i>C. elongata</i>	1,15	6,9	0,75	2,13	1,49	0,56
<i>C. orbicularis</i>	1,86	10,34	1,5	2,43	0,75	2,52
<i>C. sylvatica</i>	1,29	1,72	–	–	–	–
<i>Corythion dubium</i>	1,29	–	–	–	0,75	1,12

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
<i>C. eurystoma</i>	0,57	–	–	–	–	–
<i>Cyphoderia ampullula</i>	–	–	–	0,3	–	0,28
<i>C. a. papillata</i>	–	–	–	–	–	0,56
<i>Euglypha ciliata glabra</i>	–	–	1,5	0,61	–	0,28
<i>E. denticulata</i>	–	–	–	0,3	–	0,56
<i>E. laevis</i>	3,73	1,72	3,01	1,22	4,48	3,36
<i>E. compressa glabra</i>	1,43	–	–	–	–	–
<i>E. cristata</i>	–	–	–	–	–	–
<i>E. strigosa glabra</i>	0,29	–	–	–	–	85
<i>E. simplex</i>	2,01	–	–	–	–	–
<i>E. rotunda</i>	2,87	–	5,26	0,61	3,73	0,56
<i>Diffflugia globulosa</i>	–	1,72	–	–	–	–
<i>D. elegans</i>	–	–	–	–	–	0,56
<i>D. oblonga</i>	–	–	0,75	–	2,98	1,12
<i>D. penardi</i>	0,14	–	–	0,3	2,24	2,52
<i>Heleopera petricola</i>	0,29	–	2,26	–	–	–
<i>H. sphagni</i>	0,43	–	–	–	0,75	–
<i>Hyalosphenia elegans</i>	–	–	1,5	0,3	1,49	3,92
<i>H. papilio</i>	–	–	0,75	0,3	–	0,28
<i>Nebela bohémica</i>	3,87	–	–	–	–	–
<i>N. griseola</i>	–	–	1,5	0,3	2,98	4,48
<i>N. lageniformis</i>	4,16	–	–	1,82	–	–
<i>N. militaris</i>	0,28	–	–	0,3	–	3,08
<i>N. parvula</i>	2,15	–	–	–	–	–
<i>N. penardiana</i>	0,14	–	–	–	–	–
<i>N. tincta</i>	–	–	–	0,3	–	24,09
<i>Phryganella acropodia</i>	–	3,45	–	0,61	4,47	–
<i>Ph. hemisphaerica</i>	1,43	–	0,75	3,04	1,49	0,28
<i>Plagiopyxis calida</i>	24,68	18,97	17,29	19,76	7,48	5,32
<i>P. penardi</i>	7,46	13,79	15,79	17,02	12,69	0,84
<i>Pseudodiffflugia gracillis</i>	–	–	–	0,3	0,75	0,56
<i>Tracheleuglypha dentata</i>	5,02	–	–	0,91	–	0,28
<i>Trigonopyxis arcula</i>	0,86	1,72	0,75	3,95	2,24	4,2
<i>T. minuta</i>	–	–	0,75	–	–	–
<i>Trinema enchelys</i>	2,44	1,72	1,5	0,61	–	–
<i>T. complanatum</i>	4,88	–	–	1,82	–	–
<i>T. lineare</i>	10,19	12,07	13,53	7,9	13,43	12,88
<i>T. penardi</i>	1,29	–	–	–	–	–
<i>Quadrulela symmetrica</i>	–	–	–	0,31	–	0,28
<i>Zivkovichia spectabilis</i>	–	5,17	–	0,61	0,75	0,28

Количество доминантов во всех локальных сообществах невелико (2–5). Результаты ординации (рис. 2) свидетельствуют о том, что наиболее

специфично сообщество, формирующееся в гравии, где массово развивается популяция бриобинта *Nebela tincta*, обитающая в небольших моховых подушках на поверхности крупных камней (валунов). Остальные варианты постепенно изменяются от хвойного леса (где доминирует педобионт *Plagiopyxis callida*) к ивняку с преобладанием эврибионтов *Trinema lineare* и *Centropyxis aerophila*.

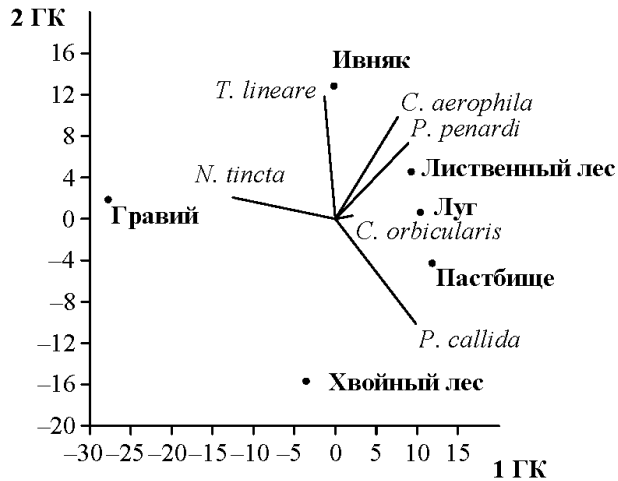


Рис. 2. Результаты ординации вариантов сообществ раковинных амёб по доминирующим видам методом главных компонент: 1 ГК – первая главная компонента (объясняет 64,9 % различий); 2 ГК – вторая главная компонента (20,6 %)

Максимальное видовое богатство отмечено в гравии и на пастбище (табл. 2). Количество видов тестацей выше всего у уреза воды в гравии и среди осин на пастбище и немного ниже в хвойном лесу. Среднее значение этих параметров зарегистрировано в широколиственном лесу и ивняке, а самое низкое – на высокотравном лугу. В целом изменения видового богатства в сообществах раковинных амёб отражают специфику растительных сообществ и, по-видимому, определяются градиентом влажности.

Таблица 2

Основные параметры сообществ раковинных амёб в различных биотопах

Показатели	Хвойный лес	Луг	Лиственный лес	Пастбище	Ивняк	Гравий
Количество видов	32	15	25	36	25	37
Плотность, тыс. экз./г	19,6	2,2	5,0	12,3	5,0	10,1
Индекс Шеннона (H)	2,8	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9
Выравненность Пиелу	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8

Исследованные биотопы различаются по обилию раковинок. Максимальные величины выявлены в хвойном лесу (19,6 тыс. экз./г) и на пастбище (до 12,3 тыс. экз./г). В сообществах высокотравного луга этот показатель

достигает только 2,2 тыс. экз./г, а в широколиственном лесу и ивняке – 5,0 тыс. экз./г (см. табл. 2). Индекс Шеннона, характеризующий видовое богатство и распределение видов по обилию, выше у уреза воды (гравий), в хвойном лесу и ивняке. Этот показатель самый низкий в сообществах из высокотравного луга. В то же время выравненность сообществ выше в высокотравном лугу и ивняке.

Классификация сообществ раковинных амёб по видовому составу (рис. 3) показала, что наименьшее сходство тестацей (0,32) характерно для фауны хвойного леса. Остальные сообщества разделяются на две группы с индексом сходства 0,82. В первую группу входят тестацеаноэты из гравия и пастбища, а во вторую – из высокотравного луга, ивняка и широколиственного леса.

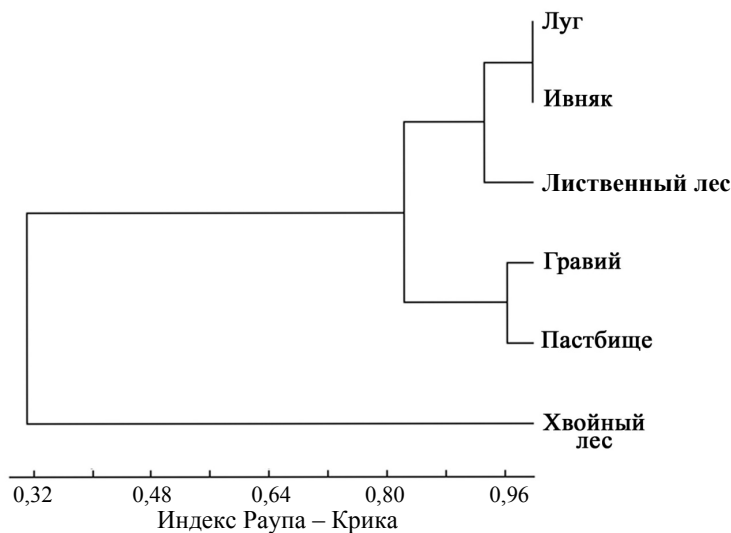


Рис. 3. Результаты классификации по видовому составу сообществ раковинных амёб из разных биотопов

Выводы

Исследованные сообщества раковинных амёб значительно отличаются друг от друга по составу доминантного комплекса и видовому богатству. На лугу состав доминирующего комплекса самый многочисленный, но общее число видов и их обилие самые низкие. В целом сообщества здесь пространственно однородны, что и приводит к невысоким показателям общего видового богатства. В гравии, напротив, доминантов мало, а общее количество видов максимальное, что свидетельствует о гетерогенности местообитания, в каждом локусе пространства которого формируется специфический видовой состав. Здесь проходит контактная зона с речными водами, поэтому многочисленны гидрофильные виды, некоторые из них обильны и доминируют.

На лугу и под лиственными деревьями в сообществах возрастает доля циклостомных раковин с крупным устьем (*Phryganella* spp., *Cyclopyxis* spp.). В хвойном лесу и зарослях ив помимо циклостомных раковин присутствуют еще и криптостомные со щелевидным устьем (*Plagiopyxis* spp.), а в гравии увеличена доля амёб с акростомной раковинкой (*Nebela tinctoria*). Эти особенности структуры сообществ корненожек отражают изменения влажности биотопов.

Список литературы

1. **Бобров, А. А.** Раковинные амебы и закономерности их распределения в почвах / А. А. Бобров // Почвоведение. – 2005. – № 9. – С. 1130–1137.
2. **Гельцер, Ю. Г.** Почвенные раковинные амебы и методы их изучения / Ю. Г. Гельцер, Г. А. Корганова, Д. А. Алексеев. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 79 с.
3. **Мазей, Ю. А.** Пресноводные раковинные амебы / Ю. А. Мазей, А. Н. Цыганов. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 300 с.
4. **Fournier, V.** Toward the use of testate amoebae functional traits as indicator of floodplain restoration success / V. Fournier, E. Malysheva, Yu. Mazei, M. Moretti, E. A. D. Mitchell // European Journal of Soil Biology. – 2012. – Vol. 49. – P. 85–91.
5. **Малышева, Е. А.** Структура сообщества раковинных амеб в пойменном экотоне / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2011. – № 1. – С. 27–32.
6. **Малышева, Е. А.** Структурирование сообществ раковинных амеб в разных типах граничных структур в контактной зоне «вода – суша» / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей, М. В. Ермохин // Поволжский экологический журнал. – 2011. – № 4. – С. 455–468.
7. **Малышева, Е. А.** Структура сообществ раковинных амеб в контактной зоне «лес – сфагновое болото» (озеро Светлое, Среднее Поволжье) / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т. 2, № 9 (13). – С. 20–26.
8. **Малышева, Е. А.** Структура сообщества раковинных амеб в контактной зоне «лес – сфагновое болото» на севере Карелии / Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т. 2, № 9 (13). – С. 35–41.
9. **Мазей, Ю. А.** Раковинные амебы аллювиальных почв островной поймы р. Илыч / Ю. А. Мазей, Е. А. Малышева, Е. М. Лаптева, В. А. Чернышов, А. А. Таскаева // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2010. – Вып. 16. – С. 97–101.
10. **Мазей, Ю. А.** Роль пойменного градиента в структурировании сообществ раковинных амеб в аллювиальных почвах р. Илыч / Ю. А. Мазей, Е. А. Малышева, Е. М. Лаптева, А. А. Комаров, А. А. Таскаева // Известия РАН. Серия Биологическая. – 2012. – № 4. – С. 438–445.
11. **Мазей, Ю. А.** Видовой состав и распределение раковинных амеб в соответствии с микромозаичной организацией пихто-ельников в верховьях р. Печоры / Ю. А. Мазей, А. А. Комаров // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2015. – Вып. 17. – С. 120–124.
12. **Tsyganov, A.** Additive partitioning of testate amoeba species diversity across habitat hierarchy within the pristine southern taiga landscape (Pechora-Ilych Biosphere Reserve, Russia) / A. Tsyganov, A. Komarov, E. A. D. Mitchell, S. Shimano, O. V. Smirnova, A. A. Aleynikov, Yu. A. Mazei // European Journal of Protistology. – 2015. – Vol. 51. – P. 42–54.
13. **Мазей, Ю. А.** Изменение сообществ почвообитающих раковинных амеб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье / Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15, № 1 (37). – С. 13–23.
14. **Chardez, D.** Histoire Naturelle des Protozoaires Thecamoebiens / D. Chardez // Naturalistes Belges. – 1967. – Т. 48. – P. 484–576.

References

1. Bobrov A. A. *Pochvovedenie* [Soil science]. 2005, no. 9, pp. 1130–1137.
2. Gel'tser Yu. G., Korganova G. A., Alekseev D. A. *Pochvennyye rakovinnyye ameby i metody ikh izucheniya* [Soil testate amoebas and research methods thereof]. Moscow: Izd-vo MGU, 1985, 79 p.

3. Mazei Yu. A., Tsyganov A. N. *Presnovodnye rakovinnnye ameby* [Fresh water testate amoebas]. Moscow: Tovari-shchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006, 300 p.
4. Fournier B., Malysheva E., Mazei Yu., Moretti M., Mitchell E. A. D. *European Journal of Soil Biology*. 2012, vol. 49, pp. 85–91.
5. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego* [The XXI century: results of the past and problems of the present]. 2011, no. 1, pp. 27–32.
6. Malysheva E. A., Mazei Yu. A., Ermokhin M. V. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Ecological journal of Volga region]. 2011, no. 4, pp. 455–468.
7. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [The XXI century: results of the past and problems of the present plus]. 2013, vol. 2, no. 9 (13), pp. 20–26.
8. Malysheva E. A., Mazei Yu. A. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [The XXI century: results of the past and problems of the present plus]. 2013, vol. 2, no. 9 (13), pp. 35–41.
9. Mazei Yu. A., Malysheva E. A., Lapteva E. M., Chernyshov V. A., Taskaeva A. A. *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Proceedings of the Pechora-Ilych reserve]. 2010, iss. 16, pp. 97–101.
10. Mazei Yu. A., Malysheva E. A., Lapteva E. M., Komarov A. A., Taskaeva A. A. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya* [RAS proceedings. Series: Biology]. 2012, no. 4, pp. 438–445.
11. Mazei Yu. A., Komarov A. A. *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Proceedings of the Pechora-Ilych reserve]. 2015, iss. 17, pp. 120–124.
12. Tsyganov A., Komarov A., Mitchell E. A. D., Shimano S., Smirnova O. V., Aleynikov A. A., Mazei Yu. A. *European Journal of Protistology*. 2015, vol. 51, pp. 42–54.
13. Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2009, vol. 15, no. 1 (37), pp. 13–23.
14. Chardez D. *Naturalistes Belges*. 1967, vol. 48, pp. 484–576.

Комаров Александр Александрович

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

E-mail: alek.89@inbox.ru

Komarov Aleksandr Aleksandrovich

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

Стойко Тамара Григорьевна

кандидат биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgstojko@mail.ru

Stojko Tamara Grigor'evna

Candidate of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Наталья Григорьевна

кандидат биологических наук, доцент,
Институт водных проблем РАН
(Россия, г. Москва, ул. Губкина, 3)

E-mail: natashamazei@mail.ru

Mazei Natal'ya Grigor'evna

Candidate of biological sciences, associate
professor, Institute of Water Problems
of the Russian Academy of Sciences
(3 Gubkin street, Moscow, Russia)

Комарова Екатерина Валентиновна
аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: ekaterina-log@inbox.ru

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

Малышева Елена Александровна
кандидат биологических наук, старший
научный сотрудник, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: elenamalysheva@list.ru

Malysheva Elena Aleksandrovna
Candidate of biological sciences, senior
staff scientist, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Юрий Александрович
доктор биологических наук, профессор,
кафедра гидробиологии, Московский
государственный университет
им. М. В. Ломоносова
(Россия, г. Москва, Ленинские горы, 1)
E-mail: yurimazei@mail.ru

Mazei Yuriy Aleksandrovich
Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of hydrobiology,
Lomonosov Moscow State University
(1 Leninskie gory street, Moscow, Russia)

УДК 593.1

Комаров, А. А.

Раковинные амебы в пойме реки Печоры (кордон Шижим, Печоро-Илычский заповедник) / А. А. Комаров, Т. Г. Стойко, Н. Г. Мазей, Е. В. Комарова, Е. А. Малышева, Ю. А. Мазей // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 10–18.

УДК 581.93

Г. В. Дронин, Л. А. Новикова, С. В. Саксонов

**РЕЛИКТОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ФЛОРЫ
БАСЕЙНА РЕКИ СЫЗРАНКИ¹****Аннотация.**

Актуальность и цели. Для познания истории происхождения и формирования флоры и растительности большое значение имеет выявление и изучение реликтовых растений. Целью работы является изучение распространения реликтовых элементов в бассейне р. Сызранки (Среднее Поволжье).

Материалы и методы. Исследования реликтовых элементов в речном бассейне проводились в 2013–2015 гг. традиционным маршрутным методом в сочетании с изучением флор отдельных пунктов, в особенности особо охраняемых природных территорий (ООПТ), и по литературным данным.

Результаты. Начиная с 1890 г. в литературных источниках для бассейна р. Сызранки разными авторами приводится в общем 72 вида реликтовых растений. Проведенный критический анализ показал, что признаками реликтовости во флоре речного бассейна обладают только 13 видов. Плиоценовая группа реликтов насчитывает пять видов, плейстоценовая – семь и голоценовая – один; преобладают виды степной долготной группы (62 %). Реликтовые элементы проявляют определенную приуроченность к эколого-ценотическим условиям: восемь видов принадлежат к петрофитно-степной группе.

Выводы. Во флоре бассейна р. Сызранки произрастает 13 видов реликтовых элементов, 20 видов являются «мнимыми» реликтами.

Ключевые слова: реликтовый элемент, бассейн р. Сызранки.

G. V. Dronin, L. A. Novikova, S. V. Saksonov

RELICT ELEMENTS OF THE SYZRANKA RIVER BASIN FLORA**Abstract.**

Background. In order to learn the history of origin and formation of flora and vegetation, identification and study of relict plant species is of great importance. The objective of the work is to study the spread of relict elements in the Syzranka river basin (Middle Volga Region).

Materials and methods. Relict elements in the rivers basin were researched in 2013–2015 by the traditional route method in conjunction with the study of floras of separate areas, especially natural areas of preferential protection, and some literature data.

Results. Since 1890 the literature sources on the Syzranka river basin have described in general 72 species of relict plants, adduced by different authors. The performed critical analysis showed that relict signs of the river basin have only 13 species. The Pliocene group relicts have 5 species, the Pleistocene – 7 and the Holocene – one; species of the steppe longitudinal group are the dominant ones (62 %). Relic elements display a certain affinity to ecocenotic conditions: 8 species belong to rock-steppe groups.

Conclusions. The flora of the Syzranka river basin includes 13 species of relict elements, 20 species are the «imaginary» relicts.

Key words: relict elements, the Syzranka river basin.

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-04-97072 р_Поволжье_a).

Введение

Вопросы происхождения и истории формирования флор – актуальное и важное направление ботанико-географических и экологических исследований. Выявление и изучение реликтовых растений имеет большое значение для познания особенностей флоро- и фитоценогенеза, решения проблем биоразнообразия и его сохранения. Реликт как исторический компонент флоры является древним видом, а также характеризуется своим несоответствием с внешней средой, что проявляется в особом поведении, даже в разных частях его ареала [1].

Р. Сызранка – правый приток первого порядка р. Волги. Исток располагается в 4 км к северо-западу от с. Кармалейки Барышского района Ульяновской области на абсолютной высоте 210 м; устье – Саратовское водохранилище у пос. Кашпировки Сызранского района Самарской области на уровне 25 м. Длина реки – 164,5 км, ширина – 30–40 м, глубина – 0,3–2,0 м. Водосборный бассейн площадью 5656 км² расположен в центральной части Среднего Поволжья в пределах Кузнецкого района Пензенской области, Барышского, Николаевского, Кузоватовского и Новоспасского районов Ульяновской области и Сызранского района Самарской области. Долина р. Сызранки хорошо разработанная, плиоцен-плейстоценового возраста, длиной более 160 км, шириной 10–15 км. Левый склон сложен породами палеогена и верхнего мела, правый – верхне- и нижнемеловыми, отчасти юрскими отложениями. Склоны асимметричны: левый – пологий и длинный, правый – крутой и короткий; оба сильно расчленены многочисленными овражно-балочными системами и речными долинами субмеридионального простирания. На территории речного бассейна с северо-запада на юго-восток сменяют друг друга три природные зоны: в западной и северо-западной части бассейна расположен район сосновых и сосново-широколиственных лесов; восточную часть занимают лесостепные территории с преобладанием сосново-дубовых и сосново-липовых лесов с участками степной растительности; к югу и юго-востоку ее сменяют луговые и ковыльно-типчаковые степи.

Территория бассейна р. Сызранки не подвергалась древним оледенениям, поэтому в ее флоре присутствует ряд реликтовых растений плиоценового, плейстоценового и голоценового возрастов. Сызранский бассейн характеризуется высокой хозяйственной освоенностью и большой антропогенной нагрузкой [2], что приводит к уничтожению растительных сообществ с реликтовыми элементами флоры. Вместе с тем здесь сложилась хорошо развитая сеть ООПТ, представленная 31 памятником природы регионального значения и 1 государственным природным заказником. Подобный экологический каркас позволяет сохранять редкие и реликтовые растения в условиях естественной природной среды, где они формируют своеобразные растительные сообщества, нуждающиеся в детальном изучении.

Материалы и методы

Отбор реликтовых элементов как основных объектов исследования проводился на основании обобщения литературных данных [3–10], изучения гербарных фондов Института экологии Волжского бассейна РАН (PVB), Пензенского государственного университета (PKM) и Ульяновского государ-

ственного педагогического университета (UPSU) и проведения экспедиционных исследований в природе традиционным маршрутным методом в сочетании с детальным изучением флоры отдельных пунктов (Рачейский бор, Суруловская лесостепь, Акуловская, Васильевская и Варваровская степи и др.).

Номенклатура таксонов приведена в основном в соответствии с International Plant Names Index.

Обзор литературы

Относительно территории бассейна р. Сызранки накоплено много литературных источников, затрагивающих вопросы реликтовых элементов. В теории реликтовой растительности европейской части России Д. И. Литвинов [11, с. 325] отметил, что «степные горные сосновые леса представляют остатки боров, сохранившихся на тех же местах, где они росли в ледниковый период и в конце третичного», и в качестве центра консервирования привел «волжские горы», т.е. Приволжскую возвышенность, включая бассейн р. Сызранки.

Описывая растительность степей, С. И. Коржинский [12, с. 602] установил, что «Средневожские горы» – место сохранения реликтовой флоры: «По наступлении более теплого периода ледники стали отступать, и освободившееся пространство вслед за отодвигающейся полосой тундры стало быстро заселяться травянистой растительностью», в том числе выходцами из бассейна р. Сызранки, в котором «во время ледникового периода сохранялась кое-какая флора».

Сызранский бассейн – один из рефугиумов третичных реликтов между Карпатами и Алтаем [13], послуживших центром последующего расселения лесной растительности в межледниковые и послеледниковые периоды.

И. И. Спрыгин [14] указывал на произрастание в бассейне р. Сызранки четырех видов лесных реликтов древней доледниковой флоры: *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Laser trilobum* (L.) Borkh. ex Gaertn., *Lupinaster spryginii* Knjaz. [*Trifolium spryginii* Belyaeva et Sipliv.] и *Pulmonaria mollis* Wolf. ex Hornem. В другой своей работе [15] для этой же территории приводит три вида степных реликтов: *Helictotrichon desertorum* (Less.) Pilg., *Globularia punctata* Lapeug. и *Schivereckia hyperborean* (L.) Berkutenko.

Анализируя флору Новоспаского и Радищевского районов Ульяновской области (юго-восточная часть бассейна р. Сызранки и бассейн р. Терешки), А. Д. Михеев [16] показал историю флоры и растительности и выделил четыре группы реликтовых видов:

1) западноевропейско-средиземноморские дизъюнктивные реликты-кальцефиты миоцена: *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Galium hexanarium* Knjaz. [*G. octonarium* auct. non (Klokov) Soo], *Globularia punctata* Lapeug. и *Helianthemum grandiflorum* DC.;

2) аралокаспийские, центрально-азиатские и средиземноморские реликты-ксерофиты ледниковой эпохи: дизъюнктивный – *Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm. и не имеющие дизъюнкций, находящиеся на северной и северо-западной границе ареала – *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schilt., *Allium lineare* L., *Atriplex oblongifolia* Waldst. et Kit., *Bassia prostrata* (L.) A. J. Scott, *Ephedra distachya* L., *Galatella rossica* Novopokr., *Goniolimon elatum* (Fisch. ex Spreng.) Boiss., *Kali tamariscina* (Pall.) Akhani et Roalson [*Salsola*

tamariscina Pall.], *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski и *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.;

3) реликты пребореального периода («нижняя ель»): *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Carex juncella* T. M. Fries, *Juniperus communis* L., *Ribes spicatum* E. Robson, *Rubus nessensis* W. Hall и *Swida alba* (L.) Opiz;

4) реликты широколиственных лесов атлантического периода: *Dentaria quinquefolia* M. Bieb., *Salvinia natans* (L.) All., *Scutellaria altissima* L. и *Trapa natans* L.

Результаты и их обсуждение

В последней работе по реликтам Среднего Поволжья [5] для флоры центральной части Приволжской возвышенности приводится 111 видов реликтовых растений, из них в бассейне р. Сызранки произрастает 71 вид (64 % древней флоры Среднего Поволжья). Однако не все из них имеют признаки реликтового ареала [17–19].

Во-первых, реликтовый вид должен иметь пространственную ограниченность. Не вызывают сомнений в реликтовой природе следующие растения: *Helianthemum cretaceum* (Rupr.) Juz. (среднепредволжско-нижнедонской), *Matthiola fragrans* Bunge (понтическо-заволжско-казахстанский вид), *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC. (средневожско-южноуральский эндемик) и *Stipa korshinskyi* Roshev. (средневожско-южноуральско-казахстанский эндемик).

Такие виды растений, как *Juniperus communis* L., *Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, имеют огромные ареалы, и снижение их численности связано по большей степени с антропогенными факторами. *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avrorin и *Vaccinium myrtillus* L. вовсе широко распространены по всей лесной зоне и зачастую являются доминантами травяно-кустарничкового яруса многих типов сосновых лесов. Поэтому эти виды растений следует отнести к группе «verdächtig» (нем. «с подозрением») [20, 21], или «мнимых реликтов» [22].

Во-вторых, реликт должен быть редким и иметь малую численность. Из 71 потенциального реликта Сызранского бассейна 53 вида занесено в Красную книгу Ульяновской области [10], 45 – Самарской области [9], 5 – Российской Федерации [23]. Однако из всех раритетов флоры Сызранского бассейна не приходится сомневаться в реликтовости только 13 видов, в числе которых *Pinus sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom., *Matthiola fragrans* Bunge и *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., занесенные в федеральную Красную книгу.

В-третьих, ареал реликтового элемента должен сокращаться. Из произрастающих в Сызранском бассейне растений ареал сокращается у 32 видов, и наибольшие опасения вызывают *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Trotzky, *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Helianthemum cretaceum* (Rupr.) Juz., *Juniperus sabina* L., *Lupinaster spryginii* Knjaz., *Matthiola fragrans* Bunge, *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC., *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Pinus sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom. и *Stipa korshinskyi* Roshev., являющиеся реликтовыми. Сокращающийся ареал характерен *Betula humilis* Schrank, *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Juniperus communis* L., *Ledum palustre* L., *Lycopodium annotinum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Mercurialis perennis* L., *Nardus stricta* L. и *Vaccinium uliginosum* L.

sum L., однако по совокупности других признаков их стоит считать «мнимыми реликтами».

В-четвертых, у реликтового ареала возможна дизъюнкция, имеющая исключительно естественноисторические (не антропогенные) причины. Дизъюнктивный ареал из-за динамики растительности и трансгрессий в бассейне р. Сызранки имеет 14 видов: *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Juniperus sabina* L., *Minuartia setacea* (Thuill.) Hayek, *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko, *Stipa korshinskyi* Roshev., *Calla palustris* L., *Cephalanthera rubra* (L.) L. C. Rich., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, *Globularia punctata* Lapeyr., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., *Lathyrus niger* (L.) Bernh. и *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt, но из них только в отношении семи первых видов не возникает сомнений в их реликтовой природе, а все остальные следует считать раритетными видами.

В-пятых, в пределах реликтового ареала вид должен находиться в дисгармонии с современными условиями существования [19] и обязательно «наличие несоответствия природы вида современным условиям, определяющего невозможность процветания в данную эпоху, что определяет сущность реликта как пережитка условий минувших времен» [17, с. 164]. Несоответствием внешней среде в бассейне р. Сызранки характеризуются 13 видов растений: *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Trotzky, *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Helianthemum cretaceum* (Rupr.) Juz., *Juniperus sabina* L., *Lupinaster spryginii* Knjaz. [*Trifolium spryginii* Belyaeva et Sipliv.], *Matthiola fragrans* Bunge, *Minuartia setacea* (Thuill.) Hayek, *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC., *Pinus sylvestris* var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom., *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko и *Stipa korshinskyi* Roshev., являющиеся реликтовыми элементами. Несоответствие окружающей среде характерно и другим видам растений, но их следует отнести к категории «мнимых реликтов»: *Alyssum lenense* Adams, *Betula humilis* Schrank, *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Chamaedaphne calycalata* (L.) Moench, *Ephedra distachya* L., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman, *Laser trilobum* (L.) Borkh. ex Gaertn., *Ledum palustre* L., *Lycopodium annotinum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Mercurialis perennis* L., *Nardus stricta* L. и *Vaccinium uliginosum* L.

В отношении некоторых видов растений имеется ряд доказательств их псевдореликтовости, например *Salvinia natans* (L.) All. [24]. Палиноботанический анализ показал, что «мнимыми реликтами» являются *Andromeda polifolia* L., *Betula humilis* Schrank и *Ledum palustre* L. [25]. *Globularia punctata* Lapeyr. в бассейне р. Сызранки достаточно активный вид, способный к колонизации новых местообитаний, не являющийся реликтом, так как Волго-Уральский фрагмент ареала удален от основной части в Западной и Центральной Европе более чем на 1500 км и вероятно дисперсия на дальнее расстояние, имевшая место не ранее рисс-вюрмского интергляциала [26].

Таким образом, во флоре бассейна р. Сызранки 13 реликтовых элементов (табл.). Особую ценность представляет наиболее древняя группа реликтов – плиоценовая, насчитывающая пять видов (38 % от числа всех реликтовых элементов). Растений более древних флор на данной территории быть не может, так как в миоцене началось сильное похолодание, резко изменившее

облик ландшафтов [27]. Последующие геологические эпохи – плейстоцен (7 видов; 54 %) и голоцен (1 вид; 8 %) – имеют ключевое значение для понимания флорогенетических процессов, так как оставили существенный отпечаток на растительном покрове территории.

Таблица

Реликтовый элемент флоры бассейна р. Сызранки

Время вхождения во флору		
плиоцен	плейстоцен	голоцен
– <i>Helianthemum cretaceum</i> (Rupr.) Juz.; – <i>Juniperus sabina</i> L.; – <i>Minuartia setacea</i> (Thuill.) Hayek; – <i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>cretacea</i> Kalenicz. ex Kom. [<i>P. cretacea</i> (Kalenicz. ex Kom.) Kondr.]; – <i>Schivereckia hyperborea</i> (L.) Berkutenko	– <i>Clausia aprica</i> (Steph.) Korn.-Trotzky; – <i>Diplazium sibiricum</i> (Turcz. ex G. Kunze) Kurata; – <i>Lupinaster spryginii</i> Knjaz. nom. prov. [<i>Trifolium spryginii</i> Belyaeva et Sipliv.]; – <i>Matthiola fragrans</i> Bunge; – <i>Oxytropis floribunda</i> (Pall.) DC.; – <i>Polypodium vulgare</i> L.; – <i>Stipa korshinskyi</i> Roshev.	– <i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.

Для восстановления условий существования растительности в бассейне р. Сызранки в историческом аспекте важную роль играют долготная и эколого-ценотическая группы. Реликтовые элементы флоры по долготным группам распределены следующим образом: бореальных видов – 3 (23 %), неморальных – 1 (8 %) и степных – 9 (70 %). Реликтовые растения занимают небольшие площади, встречаются в специфических местообитаниях и проявляют определенную приуроченность к эколого-ценотическим условиям. Большинство реликтовых элементов бассейновой флоры принадлежит к петрофитно-степной группе (8 видов; 62 %).

Заключение

Бассейн р. Сызранки является рефугиумом для большой группы видов растений, в нем сохранилось 13 «свидетелей» минувших геологических эпох, составляющих «древнее ядро флоры». Для поддержания и сохранения биоразнообразия данной территории необходимо дальнейшее изучение реликтовых флороценотических комплексов, что позволит решить ряд природоохранных вопросов, так как большинство указанных видов растений являются редкими и находящимися под угрозой исчезновения.

Авторы благодарны за обсуждение результатов и помощь в исследованиях к.б.н. В. М. Васюкову.

Список литературы

1. **Еленевский, А. Г.** О понятии «реликт» и реликтомании в географии растений / А. Г. Еленевский, В. И. Радыгина // Бюллетень МОИП. Отд. биол. – 2002. – Т. 107, вып. 3. – С. 39–49.
2. **Дронин, Г. В.** Экологическое районирование территории Ульяновской области по степени антропогенной нагрузки / Г. В. Дронин // Экологический сборник 5: Труды молодых ученых Поволжья : материалы Междунар. науч. конф. – Тольятти : ИЭВБ РАН : Кассандра, 2015. – С. 116–125.

3. **Васюков, В. М.** Растения Пензенской области (конспект флоры) / В. М. Васюков. – Пенза : Пенз. гос. ун-т, 2004. – 184 с.
4. **Сенатор, С. А.** Причины дизъюнкций ареалов растений в Самарско-Ульяновском Поволжье (в порядке дискуссии) / С. А. Сенатор, С. В. Саксонов // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы : V Люблинские чтения. – Тольятти : Кассандра, 2010. – С. 180–189.
5. **Саксонов, С. В.** Классификация реликтовых растений центральной части Приволжской возвышенности / С. В. Саксонов, С. А. Сенатор, Н. В. Конева // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 5. – С. 64–67.
6. **Саксонов, С. В.** Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011) / С. В. Саксонов, С. А. Сенатор // Флора Волжского бассейна. Т. I. – Тольятти : Кассандра, 2012. – 511 с.
7. **Раков, Н. С.** Сосудистые растения Ульяновской области / Н. С. Раков, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор, В. М. Васюков // Флора Волжского бассейна. Т. II. – Тольятти : Кассандра, 2014. – 295 с.
8. Красная книга Пензенской области. Т. 1. Растения и грибы. – Пенза : Пензенская правда, 2002. – 160 с.
9. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников и грибов. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2007. – 372 с.
10. Красная книга Ульяновской области. – Ульяновск : Артишок, 2008. – 508 с.
11. **Литвинов, Д. И.** Геоботанические заметки о флоре Европейской России / Д. И. Литвинов // Бюллетень МОИП. – 1890. – № 3. – С. 322–434.
12. **Коржинский, С. И.** Степи / С. И. Коржинский // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. – СПб., 1901. – Т. 31а. – С. 598–603.
13. **Лавренко, Е. М.** Лесные реликтовые (третичные) центры между Карпатами и Алтаем / Е. М. Лавренко // Журнал Русского ботанического общества. – 1930. – Т. 15, № 4. – С. 351–363.
14. **Спрыгин, И. И.** О некоторых лесных реликтах Приволжской возвышенности / И. И. Спрыгин // Ученые записки Казанского государственного университета. – 1936. – Т. 96, кн. 6. – С. 67–117.
15. **Спрыгин, И. И.** Реликтовые растения Поволжья / И. И. Спрыгин // Материалы по истории флоры и растительности СССР. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1941. – Т. 1. – С. 293–313.
16. **Михеев, А. Д.** Флора и растительность Новоспасского и Радищевского районов Ульяновской области : дис. ... канд. биол. наук / Михеев А. Д. – М., 1964. – 288 с.
17. **Толмачёв, А. И.** Введение в географию растений / А. И. Толмачёв. – Л. : Наука, 1974. – 244 с.
18. **Schröter, C.** Geographie der Pflanzen. Genetische Pflanzengeographie (Epiontologie) / C. Schröter // Handwörterbuch der Naturwissenschaften. – Jena : G. Fischer, 1913. – Bd. 1. – S. 907–942.
19. **Schröter, C.** Geographie der Pflanzen. Genetische Pflanzengeographie (Epiontologie) / C. Schröter // Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. Aufl. – Jena : G. Fischer, 1934. – Bd. 4. – S. 1002–1044.
20. **Wangerin, W.** Über den Reliktbegriff und die Konstanz der Pflanzenstandorte Festschr. zum 50-Jährb. / W. Wangerin // Bestehend. preussisch. Bot. Vereins. – Königsberg, 1912. – S. 158–184.
21. **Wangerin, W.** Beiträge zur Frage der pflanzengeographischen Relikte, unter besonderer Berücksichtigung des norddeutschen Flachlandes / W. Wangerin // Abhandl. der Naturforsch. – Gesellsch. in Danzig, 1924. – Bd. 1. – H. 1. – S. 61–120.
22. **Казакова, М. В.** О мнимых реликтах на Среднерусской возвышенности / М. В. Казакова, В. Н. Тихомиров // Бюллетень МОИП. Отд. биол. – 1984. – Т. 89, вып. 5. – С. 102–117.

23. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
24. **Щербаков, А. В.** Гидрофильная флора сосудистых растений как модельный объект для инвентаризации и анализа флоры (на примере Тульской и сопредельных областей) : дис. ... д-ра биол. наук / Щербаков А. В. – М., 2011. – 552 с.
25. **Weber, C. A.** Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit / C. A. Weber // Result. scientif. Congr. internat. Bot. – Vienne, 1905. – P. 98–116.
26. **Еленевский, А. Г.** Конспект флоры Саратовской области / А. Г. Еленевский, Ю. И. Буланый, В. И. Радыгина. – Саратов : Наука, 2008. – 232 с.
27. **Коломыц, Э. Г.** Локальные механизмы изменений природных экосистем / Э. Г. Коломыц. – М. : Наука, 2008. – 427 с.

References

1. Elenevskiy A. G., Radygina V. I. *Byulleten' MOIP. Otd. biol.* [Bulletin of MSN. Biological department]. 2002, vol. 107, iss. 3, pp. 39–49.
2. Dronin G. V. *Ekologicheskiy sbornik 5: Trudy molodykh uchenykh Povolzh'ya: materialy Mezhdunar. nauch. konf.* [Ecological collection 5: Works of young scientists of Volga region: proceedings of the International scientific conference]. Tolyatti: IEVB RAN: Kassandra, 2015, pp. 116–125.
3. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti (konspekt flory)* [Plants of Penza region (flora synopsis)]. Penza: Penz. gos. un-t, 2004, 184 p.
4. Senator S. A., Saksonov S. V. *Teoreticheskie problemy ekologii i evolyutsii. Teoriya arealov: vidy, soobshchestva, ekosistemy: V Lyubishchevskie chteniya* [Theoretical problems of ecology and evolution. Theory of areals: species, communities, ecosystems: 5th Lyubishevskie readings]. Tolyatti: Kassandra, 2010, pp. 180–189.
5. Saksonov S. V., Senator S. A., Koneva N. V. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Samara scientific center of RAS]. 2011, vol. 13, no. 5, pp. 64–67.
6. Saksonov S. V., Senator S. A. *Flora Volzhskogo basseyna. T. I* [The Volga basin flora. Vol. I]. Tolyatti: Kassandra, 2012, 511 p.
7. Rakov N. S., Saksonov S. V., Senator S. A., Vasyukov V. M. *Flora Volzhskogo basseyna. T. II* [The Volga basin flora. Vol. II]. Tolyatti: Kassandra, 2014, 295 p.
8. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. T. 1. Rasteniya i griby* [The red book of Penza region. Vol. 1. Plants and fungi]. Penza: Penzenskaya pravda, 2002, 160 p.
9. *Krasnaya kniga Samarskoy oblasti. T. 1. Redkie vidy rasteniy, lishaynikov i gribov* [The red book of Samara region. Vol. 1. Rare species of plants, lichens and fungi]. Tolyatti: IEVB RAN, 2007, 372 p.
10. *Krasnaya kniga Ulyanovskoy oblasti* [The red book of Ulyanovsk region]. Ulyanovsk: Artishok, 2008, 508 p.
11. Litvinov D. I. *Byulleten' MOIP* [Bulletin of MSN]. 1890, no. 3, pp. 322–434.
12. Korzhinskiy S. I. *Entsiklopedicheskiy slovar' Brokgauza i Efrona* [Encyclopedic dictionary of Brokgauz and Efron]. Saint-Petersburg, 1901, vol. 31a, pp. 598–603.
13. Lavrenko E. M. *Zhurnal Russkogo botanicheskogo obshchestva* [Journal of the Russian botanical society]. 1930, vol. 15, no. 4, pp. 351–363.
14. Sprygin I. I. *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Kazan State University]. 1936, vol. 96, bk. 6, pp. 67–117.
15. Sprygin I. I. *Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR* [Materials on the history of flora and vegetation of USSR]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1941, vol. 1, pp. 293–313.
16. Mikheev A. D. *Flora i rastitel'nost' Novospasskogo i Radishchevskogo rayonov Ulyanovskoy oblasti: dis. kand. biol. nauk* [Flora and vegetation of Novospassky and Radishchevsky districts of Ulyanovsk region: dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Moscow, 1964, 288 p.

17. Tolmachev A. I. *Vvedenie v geografiyu rasteniy* [Introduction into plant geography]. Leningrad: Nauka, 1974, 244 p.
18. Schröter C. *Handwörterbuch der Naturwissenschaften* [Natural sciences reference book]. Jena: G. Fischer, 1913, vol. 1, pp. 907–942.
19. Schröter C. *Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. Aufl.* [Natural sciences reference book. 2nd edition]. Jena: G. Fischer, 1934, vol. 4, pp. 1002–1044.
20. Wangerin W. *Bestehend. preussisch. Bot. Vereins* [Proceedings of Prussian botanical club]. Königsberg, 1912, pp. 158–184.
21. Wangerin W. *Abhandl. der Naturforsch* [Natural sciences proceedings]. Gesellsch. in Danzig, 1924, vol. 1, iss. 1, pp. 61–120.
22. Kazakova M. V., Tikhomirov V. N. *Byulleten' MOIP. Otd. biol.* [Bulletin of MSN. Biological department]. 1984, vol. 89, iss. 5, pp. 102–117.
23. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The red book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008, 855 p.
24. Shcherbakov A. V. *Gidrofil'naya flora sosudistyykh rasteniy kak model'nyy ob'ekt dlya inventarizatsii i analiza flory (na primere Tul'skoy i sopredel'nykh oblastey): dis. d-ra biol. nauk* [Hydrophilous flora of vascular plants as a model object for inventory and analysis of flora (by the example of Tula and adjacent regions): dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Moscow, 2011, 552 p.
25. Weber C. A. *Result. scientif. Congr. internat. Bot.* Vienne, 1905, pp. 98–116.
26. Elenevskiy A. G., Bulanyy Yu. I., Radygina V. I. *Konspekt flory Saratovskoy oblasti* [Saratov region flora synopsis]. Saratov: Nauka, 2008, 232 p.
27. Kolomyts E. G. *Lokal'nye mekhanizmy izmeneniy prirodnykh ekosistem* [Local mechanisms of natural ecosystem changes]. Moscow: Nauka, 2008, 427 p.

Дронин Григорий Валерьевич

аспирант, лаборатория проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10)

E-mail: dronin1@bk.ru

Dronin Grigory Valer'evich

Postgraduate student, laboratory of phytodiversity problems, Institute of Ecology of Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

Новикова Любовь Александровна

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

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lyubov' Aleksandrovna

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

Саксонов Сергей Владимирович

доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по науке, заведующий лабораторией проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10)

E-mail: sv saxonoff@yandex.ru

Saksonov Sergey Vladimirovich

Doctor of biological sciences, professor, deputy director for research, head of laboratory of phytodiversity problems, Institute of Ecology of Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

УДК 581.93

Дронин, Г. В.

Реликтовый элемент флоры бассейна реки Сызранки / Г. В. Дронин, Л. А. Новикова, С. В. Саксонов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 19–28.

П. Н. Золотарев

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЕДИНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ НА ГЕМОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

Аннотация.

Актуальность и цели. Особенность изменения биологических свойств микроорганизмов требует от современных препаратов способности не только бактериостатического или бактерицидного действия, но и возможности регулирования биологического потенциала возбудителя. Настоящая работа посвящена изучению модификации гемолитической активности микроорганизмов, вызывающих гнойно-воспалительные заболевания под действием фитосубстанций.

Материалы и методы. Материалом для исследования явился 31 штамм бактерий, высеянных из ран при гнойно-воспалительных заболеваниях мягких тканей, а также музейные штаммы. Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили на автоматическом бактериологическом анализаторе. Для изучения влияния фитосубстанций на гемолитическую активность культивирование бактерий проводили в питательных бульонах с субингибирующими концентрациями субстанций. Данные, полученные в ходе исследований, были обработаны методами дескриптивной статистики и представлены в виде доверительного интервала.

Результаты. Установлено, что максимальным ингибирующим эффектом на гемолитическую активность *Staphylococcus spp.* обладали сирени настойка, тополя почек настойка, зверобоя настойка, полыни эстрагон настойка, эфирное масло гвоздики, углекислотный экстракт гвоздики и его вторая фракция. Максимальное снижение гемолитической активности *Streptococcus spp.* было выявлено под действием тополя почек настойки, полыни эстрагон настойки, расторопши экстракта жидкого, углекислотного экстракта гвоздики и его второй и третьей фракций. Штаммы *Pseudomonas aeruginosa* максимально снизили гемолитическую активность под действием Melissa настойки, тополя почек настойки, настойки березы, полыни эстрагон настойки, а также первой и второй фракций углекислотного экстракта гвоздики.

Выводы. Установлено, что фитообразцы оказывают как стимулирующее, так и ингибирующее влияние на гемолитическую активность. Разнонаправленное действие зависит как от видовой принадлежности бактерий, так и от природы фитосубстанции. Экспериментальное изучение регуляции гемолитической активности микроорганизмов фитосубстанциями показывает целесообразность применения данных образцов в клинической практике в качестве вспомогательных противомикробных средств как на этапе этиотропного лечения, так и для профилактики ряда инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: факторы патогенности, гемолитическая активность, фитосубстанции, гнойно-воспалительные заболевания.

P. N. Zolotarev

EFFECT OF VEGETABLE COMPOUNDS ON HEMOLYTIC ACTIVITY OF MICROORGANISMS

Abstract.

Background. The specific nature of biological feature changes in microorganisms requires modern drugs to have bacteriostatic and bactericidal effects, as well

as an opportunity to regulate the biological potential of a causative agent. The present work is devoted to studying a modification of the hemolytic activity of microorganisms that cause pyoinflammatory diseases under the influence of phytosubstances.

Materials and methods. The authors used 31 bacteria strains, extracted from wounds at pyoinflammatory diseases of soft tissues, and museum strains as the research material. The microorganisms were segregated and identified using an automatic bacteriological analyzer. In order to study the influence of phytosubstances on hemolytic activity the bacteria were cultivated in nutrient broths with subinhibitory concentrations of substances. The obtained data were processed by the methods of descriptive statistics and presented in the form of a confidence interval.

Results. It has been established that the maximum inhibitory effect on the hemolytic activity of *Staphylococcus spp.* was exerted by lilac extract, poplar gemmae extract, St. John's-wort extract, tarragon sagebrush extract, carnation essential oil, carnation carbon dioxide extract and the second fraction thereof. The maximum reduction of the hemolytic activity of *Streptococcus spp.* has been revealed under the influence of poplar gemmae extract, tarragon sagebrush extract, sylibum liquid extract, carnation carbon dioxide extract and the second and third fractions thereof. The *Pseudomonas aeruginosa* strains decreased the hemolytic activity to the max under the influence of Melissa extract, poplar gemmae extract, birch extract, tarragon sagebrush extract, as well as the first and second fractions of carnation carbon dioxide extract.

Conclusions. It has been established that phytosamples exert both stimulating and inhibitory impacts on hemolytic activity. The multidirectional effect depends both on bacteria species belonging, as well as on the nature of phytosubstances. Experimental studying of regulation of hemolytic activity of microorganisms by phytosubstances proves application expediency of the present samples in clinical practice as auxiliary means both at the stage of etiotropic treatment and for prevention of a number of infectious diseases.

Key words: factors of pathogenicity, hemolytic activity, phytosubstances, inflammatory diseases.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, инфекционные болезни составляют 1/3 всех заболеваний. Это свидетельствует о том, что ими ежегодно болеют сотни миллионов людей [1].

В последнее столетие среди инфекционных заболеваний особо выделяют хирургическую инфекцию, в структуре которой ведущую группу составляют гнойно-воспалительные заболевания мягких тканей [2].

На современном этапе лечения гнойной патологии используется большой арсенал средств этиотропной и патогенетической терапии. Однако актуальность поиска новых антимикробных препаратов остается высокой и по сей день. Это обусловлено как процессом смены ведущих возбудителей хирургической инфекции, так и изменением их биологических свойств [3–5].

В современное время поиск антимикробных соединений ведется в области как вновь синтезированных веществ, так и соединений растительной природы, в том числе полученных из высших растений [6–9].

По сравнению с синтетическими веществами, растительные антибиотические соединения обладают широким спектром активности и имеют способность воздействовать на резистентные штаммы [10].

Кроме того, не стоит забывать и о возрастающем числе штаммов, вызывающих гнойно-воспалительные заболевания, с измененными биологическими свойствами [11, 12].

Выделяемые факторы патогенности бактерий приводят к развитию инфекционного процесса, а усиление их продукции – к развитию затяжных и хронических форм течения заболеваний [12, 13].

Такая особенность изменения биологических свойств микроорганизмов требует от современных препаратов не только способности бактериостатического или бактерицидного действия, но и возможности регулирования биологического потенциала возбудителя.

Таким образом, изучение способности фитосубстанций изменять биологические свойства бактерий является в настоящее время актуальной проблемой, оптимальное решение которой требует комплексного и системного подхода.

Цель исследования – изучить модификацию гемолитической активности (ГА) микроорганизмов, вызывающих гнойно-воспалительные заболевания, под действием фитосубстанций.

Материалы и методы

Материалом для исследования явился 31 штамм бактерий, высеянных из ран при гнойно-воспалительных заболеваниях мягких тканей (абсцесс, флегмона, панариций, фурункул, карбункул и др.), а также музейные штаммы.

Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили на автоматическом бактериологическом анализаторе.

Для изучения влияния фитосубстанций на гемолитическую активность культивирование бактерий проводили в питательных бульонах с субингибирующими концентрациями субстанций.

Микроорганизмы культивировались в течение 18–24 часов при 37 °С. Для исключения вероятности воздействия фитосубстанций на компоненты методик центрифугированием культур в течение 15 мин при 3000 об/мин отделяли от клеток надосадочную жидкость, содержащую препараты. К осадку, содержащему живые микроорганизмы, добавляли питательные бульоны, вновь культивировали в вышеописанных режимах и изучали факторы вирулентности и персистенции.

Перед воздействием субингибирующих концентраций фитосубстанций на микроорганизмы все исследуемые штаммы определялись на гемолитическую, липолитическую и лецитовителлазную активности. Штаммы, обладающие этими свойствами, были изучены в экспериментах.

Видовой состав был представлен следующими бактериями: *Staphylococcus spp.* – 13 штаммов; *Streptococcus spp.* – 11 штаммов; *Pseudomonas aeruginosa* – 7 штаммов.

Гемолитическую активность бактерий определяли на 5 % кровяном агаре. В расплавленную и остуженную до 45 °С питательную среду вносили донорскую эритроцитарную массу и разливали в стерильные чашки Петри из расчета 20 мл на одну чашку. После застывания среды на поверхность агара наносили «пяточками» исследуемые культуры микроорганизмов. Засеянные чашки инкубировали в термостате при 37 °С в течение 18–24 часов. Результаты учитывали по появлению зон просветления (гемолиза) вокруг колоний.

Между исследуемыми культурами проводили сравнение коэффициента, который высчитывался следующим образом: k (ед) = диаметр зоны гемолитической активности исследуемого штамма / диаметр зоны выросшей колонии исследуемого штамма [14].

Данные, полученные в ходе исследований, были обработаны методами дескриптивной статистики и представлены в виде доверительного интервала ($M \pm m$). О достоверности различий судили с помощью критерия (t) Стьюдента. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p \leq 0,05$. Статистическая обработка результатов выполнялась с помощью пакета прикладных программ StatSoft Statistica v.6.0 и Excel 2000 (MS Office 2000, USA) [15].

Результаты и обсуждение

Результаты изучения влияния фитосубстанций на патогенные факторы бактерий представлены на рис. 1–4. Как видно из представленных данных, фитосубстанции оказывают разнонаправленное влияние на патогенные характеристики изученных микроорганизмов в зависимости как от их видовой принадлежности, так и от природы фитосубстанции.

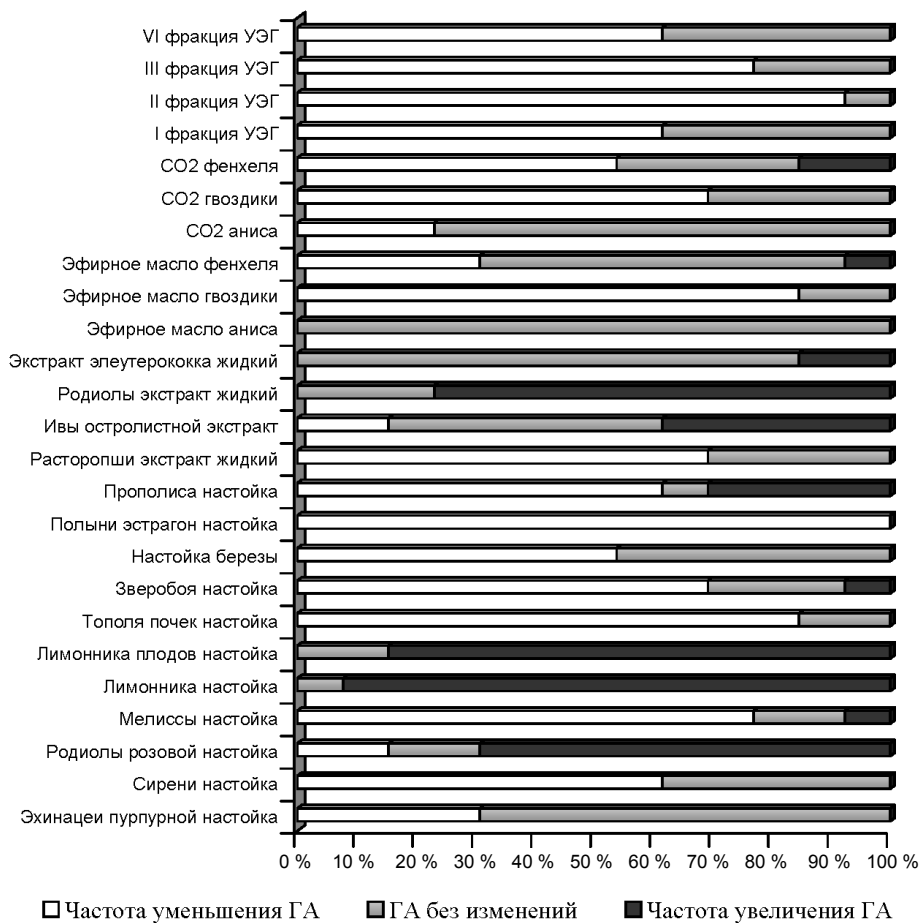


Рис. 1. Частота изменения гемолитической активности *Staphylococcus spp.* фитосубстанциями

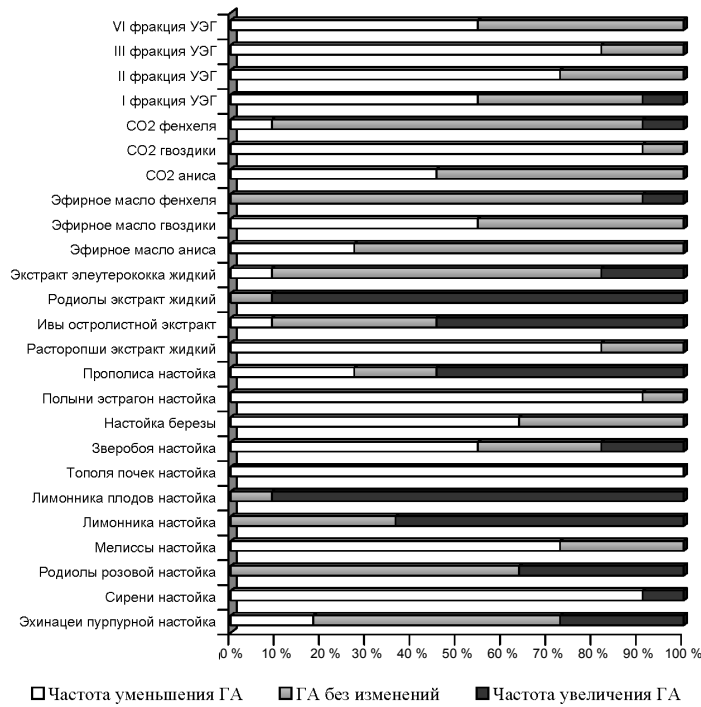


Рис. 2. Частота изменения гемолитической активности *Streptococcus spp.* фитосубстанциями

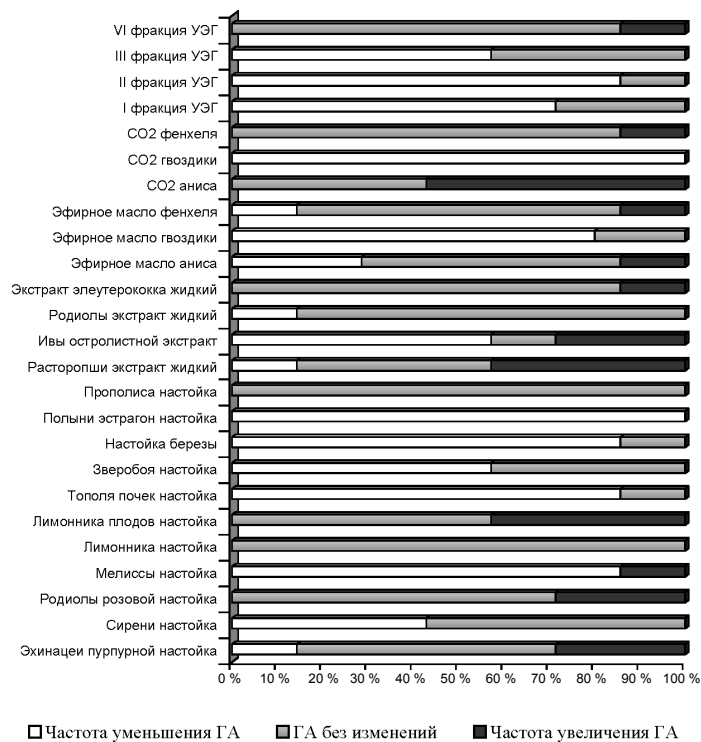


Рис. 3. Частота изменения гемолитической активности *Pseudomonas aeruginosa* фитосубстанциями

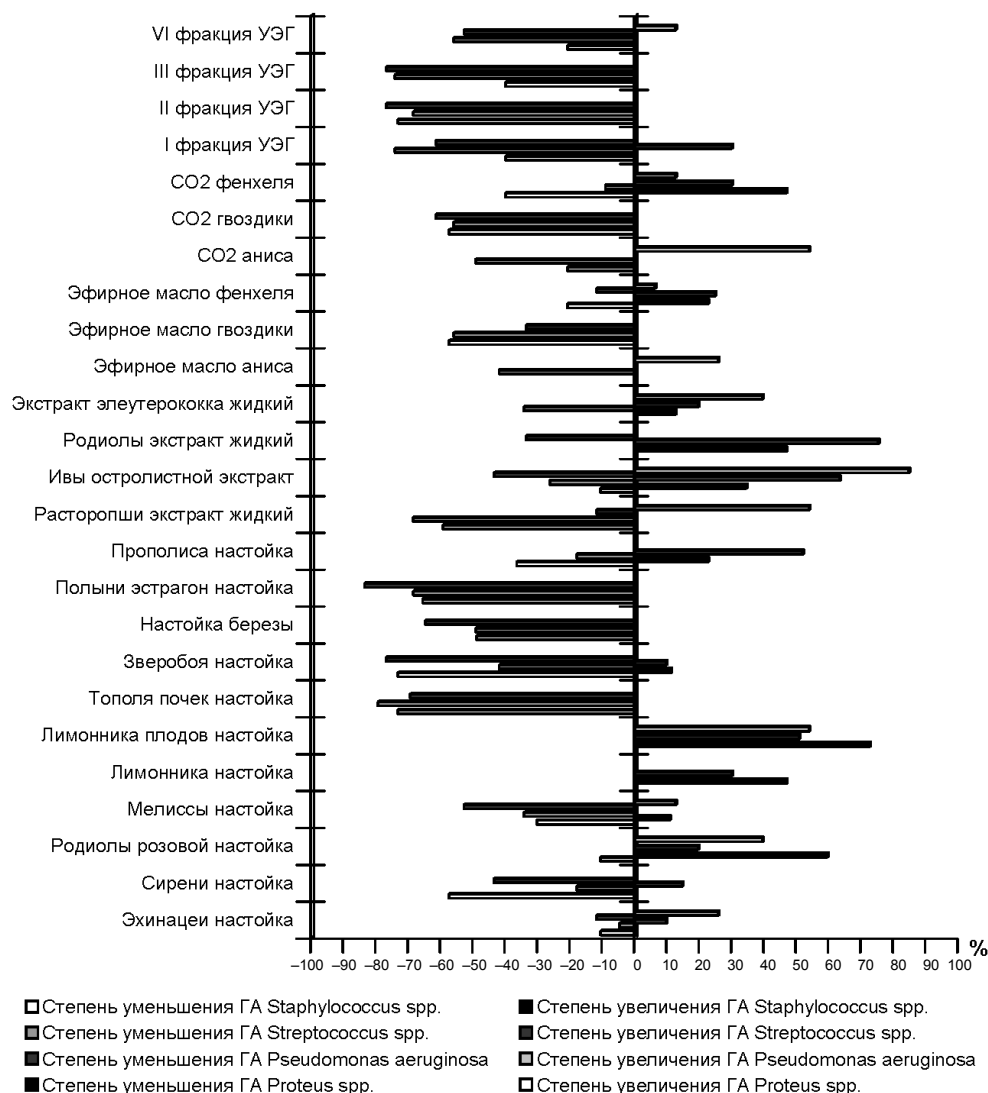


Рис. 4. Степень изменения гемолитической активности микроорганизмов под действием фитосубстанций

Так, установлено, что максимальным ингибирующим эффектом на ГА *Staphylococcus spp.* (снижение признака у 60–100 % исследуемых штаммов на 50 % и более) обладали сирени настойка, тополя почек настойка, зверобоя настойка, полыни эстрагон настойка, эфирное масло гвоздики, углекислотный экстракт гвоздики и его вторая фракция.

Максимальное снижение ГА *Streptococcus spp.* было выявлено под действием тополя почек настойки, полыни эстрагон настойки, расторопши экстракта жидкого, углекислотного экстракта цветков гвоздики (УЭГ) и его второй и третьей фракций.

Штаммы *Pseudomonas aeruginosa* максимально снизили ГА под действием мелиссы настойки, тополя почек настойки, настойки березы, полыни эстрагон настойки, а также первой и второй фракций УЭГ.

Из данных, представленных на рис. 1–4, также можно отметить, что лимонника плодов настойка и родиолы экстракт жидкий оказали стимулирующее воздействие на ГА *Staphylococcus spp.* и *Streptococcus spp.*, увеличивая данный признак у 60–100 % исследуемых штаммов на 50 % и более. Так, лимонника плодов настойка повышала ГА *Staphylococcus spp.* у 84,61 % штаммов на 72,50 %; ГА *Streptococcus spp.* у 90,91 % штаммов на 50,76 %; родиолы экстракт жидкий – ГА *Staphylococcus spp.* у 76,93 % штаммов на 59,38 %; ГА *Streptococcus spp.* у 95,64 % штаммов на 75,20 %.

Также следует отметить, что расторопши экстракт жидкий понижал ГА грамположительных микроорганизмов от 40 до 70 % у 70–80 % штаммов, тогда как на грамотрицательные штаммы (*Pseudomonas aeruginosa*) оказывал стимулирующее влияние (повышение признака на 53,85 %).

Выводы

Таким образом, подводя итог изучению динамики гемолитической активности бактерий, вызывающих гнойно-воспалительные заболевания мягких тканей фитосубстанциями, выявлено, что данные образцы оказывают как стимулирующее, так и ингибирующее влияние на данную активность. Разнонаправленное действие зависит как от видовой принадлежности бактерий, так и от природы фитосубстанции.

Экспериментальное изучение регуляции ГА микроорганизмов фитосубстанциями, содержащими фенолпропаноиды и флавоноиды, показывает целесообразность применения данных фитосубстанций в клинической практике в качестве вспомогательных противомикробных средств как на этапе этиотропного лечения, так и для профилактики ряда инфекционных заболеваний.

Список литературы

1. **Коротяев, А. И.** Медицинская микробиология, иммунология и вирусология : учеб. для мед. вузов / А. И. Коротяев, С. А. Бабичев. – СПб. : СпецЛит, 2002. – 591 с.
2. **Лещенко, И. Г.** Гнойная хирургическая инфекция / И. Г. Лещенко, Р. А. Галкин. – Самара : Перспектива, 2003. – 326 с.
3. Антибактериальная терапия : практическое руководство / под ред. Л. С. Страчунского, Ю. Б. Белоусова, С. Н. Козлова. – М. : Полимаг, 2000. – 192 с.
4. **Золотарев, П. Н.** Создание антибактериальной лекарственной пленки на основе перспективной субстанции / П. Н. Золотарев // Аспирантские чтения – 2007 : тр. межвуз. конф. молодых ученых. Приложение к межвузовскому журналу «Аспирантский вестник Поволжья». – Самара, 2007. – С. 9–21.
5. **Куркина, А. В.** Поиск новых лекарственных препаратов в целях профилактики и лечения хирургической инфекции / А. В. Куркина, А. А. Супильников // Фармация и медицина. – Самара, 2001. – № 7. – С. 83–85.
6. **Золотарев, П. Н.** Исследование зависимости антибактериального эффекта и химической структуры некоторых растительных веществ / П. Н. Золотарев // Международные стандарты, основанные на принципах доказательной медицины, в проведении научных исследований в здравоохранении : сб. тр. конф. – Самара : Британский Совет, 2007. – С. 71–73.
7. **Золотарев, П. Н.** Оценка антибактериальной активности лекарственных пленок, содержащих II фракцию углекислотного экстракта цветков гвоздики (*Caryophyllus aromaticus* L.) / П. Н. Золотарев // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – Самара : Самарский университет, 2006. – № 9 (49). – С. 145–154.

8. Куркин, В. А. Фармакогнозия : учеб. для студентов фармацевтических вузов / В. А. Куркин. – Самара : Офорт : СамГМУ, 2004. – 1200 с.
9. Сатдарова, Ф. Ш. Современные подходы к стандартизации сырья и разработке новых препаратов лимонника китайского с изучением влияния на вирулентную активность бактерий / Ф. Ш. Сатдарова, П. Н. Золотарев, Н. Р. Шагалиева // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. XII Конгресс «Экология и здоровье человека». – 2007. – Т. 2 – С. 198–203.
10. Золотарев, П. Н. Динамика антибиотикочувствительности микроорганизмов под действием фитосубстанций / П. Н. Золотарев // Аспирантские чтения – 2007 : тр. межвуз. конф. молодых ученых. Приложение к межвузовскому журналу «Аспирантский вестник Поволжья». – Самара, 2007. – С. 21–25.
11. Бухарин, О. В. Персистенция патогенных бактерий / О. В. Бухарин. – М. : Медицина ; Екатеринбург : УрО РАН, 1999. – 366 с.
12. Мефодьев, В. В. Этиология гнойно-септических заболеваний и антибиотикорезистентность выделяемых возбудителей / В. В. Мефодьев, Р. М. Хохлявина, Л. Б. Козлов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2002. – № 2. – С. 119–120.
13. Билев, А. Е. Патогенные (гноеродные) кокки : учеб. пособие для обучающихся лечебного факультета / А. Е. Билев, П. Н. Золотарев. – Самара : Медицинский университет «Реавиз», 2015. – 60 с.
14. Лабинская, А. С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / А. С. Лабинская, Л. П. Блинкова, А. С. Ещина. – М. : Медицина, 2004. – 576 с.
15. Грошовый, Т. А. Математическое планирование эксперимента / Т. А. Грошовый, Е. В. Маркова, В. А. Головкин. – Киев : Вища школа, 1992. – 185 с.

References

1. Korotyayev A. I., Babichev S. A. *Meditinskaya mikrobiologiya, immunologiya i virusologiya: ucheb. dlya med. vuzov* [Medical microbiology, immunology and virology: textbook for medical universities]. Saint-Petersburg: SpetsLit, 2002, 591 p.
2. Leshchenko I. G., Galkin R. A. *Gnoynaya khirurgicheskaya infektsiya* [Pyogenic nosocomial infection]. Samara: Perspektiva, 2003, 326 p.
3. *Antibakterial'naya terapiya: prakticheskoe rukovodstvo* [Antibacterial therapy: practical guidelines]. Ed. by L. S. Strachunskiy, Yu. B. Belousov, S. N. Kozlov. Moscow: Polimag, 2000, 192 p.
4. Zolotarev P. N. *Aspirantskie chteniya – 2007: tr. mezhvuz. konf. molodykh uchennykh. Prilozhenie k mezhvuzovskomu zhurnalu «Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya»* [Postgraduate readings – 2007: proceedings of the Interregional conference of young scientists. Supplement to the journal “Postgraduate bulletin of Volga region”]. Samara, 2007, pp. 9–21.
5. Kurkina A. V., Supil'nikov A. A. *Farmatsiya i meditsina* [Pharmacy and medicine]. Samara, 2001, no. 7, pp. 83–85.
6. Zolotarev P. N. *Mezhdunarodnye standarty, osnovannye na printsipakh dokazatel'noy meditsiny, v provedenii nauchnykh issledovaniy v zdravookhraneni: sb. tr. konf.* [International standards of research in healthcare, based on principles of evidence-based medicine: conference proceedings]. Samara: Britanskiy Sovet, 2007, pp. 71–73.
7. Zolotarev P. N. *Vestnik SamGU. Estestvennonauchnaya seriya* [Bulletin of Samara State University. Series: Natural sciences]. Samara: Samarskiy universitet, 2006, no. 9 (49), pp. 145–154.
8. Kurkin V. A. *Farmakognoziya: ucheb. dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov* [Pharmacognosy: textbook for students of pharmaceutical universities]. Samara: Ofort: SamGMU, 2004, 1200 p.

9. Satdarova F. Sh., Zolotarev P. N., Shagalieva N. R. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy Akademii Nauk. XII Kongress «Ekologiya i zdorov'e cheloveka»* [Bulletin of Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. XII congress "Ecology and human health"]. 2007, vol. 2, pp. 198–203.
10. Zolotarev P. N. *Aspirantskie chteniya – 2007: tr. mezhvuz. konf. molodykh uchenykh. Prilozhenie k mezhvuzovskomu zhurnalu «Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya»* [Postgraduate readings – 2007: proceedings of the Interregional conference of young scientists. Supplement to the journal "Postgraduate bulletin of Volga region"]. Samara, 2007, pp. 21–25.
11. Bukharin O. V. *Persistentsiya patogennykh bakteriy* [Persistence of pathogenic bacteria]. Moscow: Meditsina; Ekaterinburg: UrO RAN, 1999, 366 p.
12. Mefod'ev V. V., Khokhlyavina R. M., Kozlov L. B. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* [Journal of microbiology, epidemiology and immunology]. 2002, no. 2, pp. 119–120.
13. Bilev A. E., Zolotarev P. N. *Patogennye (gnoerodnye) kokki : ucheb. posobie dlya obuchayushchikhsya lechebnogo fakul'teta* [Pathogenic (pyogenic) cocci: tutorial for students of medical faculties]. Samara: Meditsinskiy universitet «Reaviz», 2015, 60 p.
14. Labinskaya A. S., Blinkova L. P., Eshchina A. S. *Obshchaya i sanitarnaya mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy* [General and sanitary microbiology with technique of microbiological research]. Moscow: Meditsina, 2004, 576 p.
15. Groshovyy T. A., Markova E. V., Golovkin V. A. *Matematicheskoe planirovanie eksperimenta* [Mathematical planning of experiments]. Kiev: Vishcha shkola, 1992, 185 p.

Золотарев Павел Николаевич

кандидат медицинских наук, доцент,
кафедра морфологии и патологии,
Медицинский университет «Реавиз»
(Россия, г. Самара, ул. Чапаевская, 227)

Zolotarev Pavel Nikolaevich

Candidate of medical science, associate
professor, sub-department of pathology
and morphology, Medical University
«REAVIS»
(227 Chapaevskaya street, Samara, Russia)

E-mail: zolotareff@list.ru

УДК 576.8.06; 616-018-002.3: 615.322

Золотарев, П. Н.

Воздействие соединений растительной природы на гемолитическую активность микроорганизмов / П. Н. Золотарев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 29–37.

ШИРОКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА ЮГА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Лесостепные комплексы длительное время подвергались антропогенному воздействию. Исследование современного растительного покрова территории позволит выявить степень деградации фитоценозов и разработать научно-обоснованные мероприятия по их восстановлению.

Материалы и методы. Исследования проводились на юге Пензенской области. Изучение флористического состава и структуры широколиственных лесов проводили при маршрутных и стационарных исследованиях на пробных площадях размером 100 м². Структурное разнообразие сообществ оценивали по соотношению эколого-ценотических групп видов в составе растительного покрова.

Результаты. Сообщества с доминированием в древостое *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* преобладают на модельной территории. В группе формаций широколиственных лесов выделены следующие группы ассоциаций: широколиственные леса неморальные, широколиственные леса нитрофитно-неморальные, широколиственные леса лугово-неморальные. Проанализированы флористический состав и структура широколиственных лесов юга области.

Выводы. Современные леса на модельной территории сохранились по склонам балок, в поймах рек и очень небольшими клочками на водораздельных поверхностях, как правило, только вблизи населенных пунктов. Все растительные сообщества являются нарушенными и находятся на разных стадиях сукцессий. В составе лесных сообществ юга области отмечено значительное участие лугово-степных и опушечных видов.

Ключевые слова: лесостепь, лесная растительность, эколого-ценотические группы.

N. A. Leonova

BROADLEAF FORESTS OF THE SOUTH PENZA REGION

Abstract.

Background. The forest-steppe complex for a long time has been subjected to anthropogenic impacts. Investigations of the modern vegetation cover of the area will enable to reveal a degree of degradation of biocenosis and to develop evidence-based measures for their recovery.

Materials and methods. The research was carried out in the south of Penza region. The study of the floristic composition and structure of broadleaf forests was carried out at block and stationary plots of 100 m². The structural diversity of communities was assessed by the ratio of ecologic-coenotic groups of species in the vegetation cover composition.

Results. Communities with dominance in the stand – *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* – predominate in the model area. In the group of formations of broadleaf forests the author identified the following groups of associations: nemoral broadleaved forests, deciduous nitrofitno-nemoral forests, broadleaf meadow nemoral forest. The floristic composition and structure of broadleaf forests of the regional south were analyzed.

Conclusions. Modern forests in the model area remain on the slopes of beams in floodplains and in very small plots in the watershed surfaces usually only near settlements. All plant communities are violated and are in various stages of succession. A significant part of meadow and steppe marge species is recorded as a part of forest communities of the south of Penza region.

Key words: forest-steppe, forest vegetation, ecologic-coenotic groups.

Введение

Среди природных зон европейской России наиболее сильному антропогенному воздействию подверглась лесостепь. Длительное и интенсивное хозяйственное воздействие на лесостепные природные комплексы привело к существенной их трансформации: рубка лесов и тотальная распашка степей привела к уничтожению огромных площадей естественной растительности, утратился природный облик ландшафтов, усилилась деградация почвенного покрова, что привело к уничтожению местообитаний целого ряда представителей флоры и фауны. На водораздельных территориях Европейской равнины не сохранилось лесов, не подвергавшихся в прошлом рубкам разной степени интенсивности, а луговые степи сохранились только в составе особо охраняемых природных территорий: заповедников, памятников природы, окруженных агроландшафтами. Поэтому важнейшими задачами сегодня являются следующие: разработка современной методологии оценки степени деградации лесостепных комплексов, выявление причин их деградации и разработка научно-обоснованных мероприятий по их восстановлению.

Материалы и методы

Современный растительный покров изучался на юге и юго-западе области на территориях Тамалинского, Бековского, Сердобского, Колышлейского и Мало-Сердобинского административных районов.

Изучение флористического состава и структуры исследуемых лесных сообществ проводили при маршрутных и стационарных исследованиях на пробных площадях (ПП) размером 100 м². Было сделано более 200 описаний. На каждой ПП были сделаны геоботанические описания по методике Браун-Бланке [1]. Для каждого растения отмечали возрастное состояние, происхождение (семенное или вегетативное), высоту, принадлежность к ярусу, жизненность [2].

Классификация растительности проводилась по доминантному принципу с учетом экологических и ценологических групп видов.

Структурное разнообразие сообщества оценивалось по соотношению эколого-ценологических групп (ЭЦГ) видов в составе растительного покрова. Под эколого-ценологическими группами в данной работе понимаются крупные группы экологически близких видов, в своем генезисе связанные с разными типами сообществ. В работе использовалась эколого-ценологическая группировка видов сосудистых растений центральной России [3] на основе экологических групп А. А. Ниценко [4] с учетом исторических свит Г. М. Зозулина [5, 6]. Выделены следующие группы сосудистых растений: неморальная – Nm; бореальная – Bg; боровая – Pn; нитрофильная – Nt; группа видов растений разных лугов и степей – Md; болотно-водная – Wt.

С учетом видовой принадлежности доминантов древесного яруса была выделена группа формаций широколиственных лесов – леса с преобладанием в древостое *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*.

Результаты и обсуждение

Леса на модельной территории сохранились по склонам балок, в поймах рек и очень небольшими клочками на водораздельных поверхностях, как правило, вблизи населенных пунктов. Лесистость модельной территории низкая – не превышает 2 %. Большая ее часть распахана – преобразована в сельскохозяйственные угодья – или представляет собой многолетнюю залежь. По склонам балок и в сохранившихся водораздельных лесах наблюдается интенсивный выпас.

Сообщества с доминированием в древостое *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* преобладают на модельной территории.

В современном растительном покрове в группе формаций широколиственных лесов выделены следующие группы ассоциаций (табл. 1): широколиственные леса неморальные – *Querceta nemoro-herbosa* (Q-Nm), широколиственные леса нитрофитно-неморальные – *Querceta nitropho-nemoro-herbosa* (Q-Nt_Nm), широколиственные леса лугово-неморальные – *Querceta prato-nemoro-herbosa* (Q-Md_Nm).

Таблица 1

Видовое разнообразие и высококонстантные виды групп ассоциаций формации широколиственных лесов

Группа ассоциаций	а) <i>Querceta nemoro-herbosa</i> (Q-Nm)			б) <i>Querceta nitropho-nemoro-herbosa</i> (Q-Nt_Nm)			в) <i>Querceta prato-nemoro-herbosa</i> (Q-Md_Nm)		
1	2			3			4		
Число ПП	67			22			10		
Число видов:									
общее/ в ярусе С	46/45			29/21			18/17		
деревья	10			9			5		
кустарники	5			4			2		
травы	31			16			11		
Среднее число на 100 м ² / в ярусе С	12,9 ± 0,5 / 10,2 ± 0,4			13,0 ± 0,8 / 9,5 ± 0,9			10,3 ± 0,5 / 8,5 ± 0,6		
ЭЦГ*									
AdCult	–			–			–		
Br	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,2	2,5 ± 0,7	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	3,7 ± 1,6
Md	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	1,2 ± 0,3	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	3,7 ± 0,4	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	33,6 ± 4,6
Nm	11,7 ± 0,4	9,7 ± 0,4	97,8 ± 0,6	7,3 ± 0,2	3,9 ± 0,2	61,3 ± 1,7	7,3 ± 0,4	5,5 ± 0,6	51,3 ± 2,8
Nt	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1,6 ± 0,4	4,3 ± 0,5	4,3 ± 0,5	32,4 ± 3,2			
Olg	–			–			–		
Pn	–			–			–		
St	–			–			0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	11,3 ± 4,7
Wt	–			–			–		

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Высоко- константные виды**	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i>
	<i>Acer platanoides</i>	<i>Convallaria majalis</i>	<i>Euonymus verrucosa</i>
	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus glabra</i>	<i>Acer platanoides</i>
	<i>Corylus avellana</i>	<i>Padus avium</i>	<i>Tilia cordata</i>
	<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Carex michelii</i>
	<i>Stellaria holostea</i>	<i>Rubus caesius</i>	<i>Galium odoratum</i>
	<i>Lathyrus vernus</i>	<i>Aristolochia clematitis</i>	
	<i>Euonymus verrucosa</i>		

Примечания: * а – среднее число видов на ПП во всех ярусах; б – среднее число видов на ПП в ярусе С; в – доля видов в ярусе С с учетом обилия в среднем по ПП, полужирным шрифтом выделены преобладающие ЭЦГ с учетом обилия видов; ** – константность видов рассчитана без учета ярусов.

Широколиственные леса неморальные – *Querceta nemoro-herbosa* (Q-Nm). Растительные сообщества, относящиеся к этой группе ассоциаций, преобладают на модельной территории. Это наиболее затененные сообщества. В древесном ярусе помимо дуба черешчатого (*Quercus robur*) встречаются липа сердцевидная (*Tilia cordata*), клен остролистный (*Acer platanoides*). Часто древостой представлен двумя ярусами. Густой подлесок образуют лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*), клен татарский (*Acer tataricum*), иногда формируется плотный полог из виргинильного подроста клена остролистного (*Acer platanoides*) и липы сердцевидной (*Tilia cordata*).

Сложный древостой, плотный подлесок и подрост создают сильное затенение напочвенного покрова, в котором преобладают теневыносливые неморальные виды. В травяном покрове доминируют сныть обыкновенная – *Aegopodium podagraria*, осока волосисая – *Carex pilosa*, ландыш майский – *Convallaria majalis*, пролесник многолетний – *Mercurialis perennis*, звездчатка жестколистная – *Stellaria holostea*. С высоким постоянством в ассоциациях встречаются *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea* (класс константности 5), фиалка удивительная – *Viola mirabilis*, *Carex pilosa*, купена многоцветковая – *Polygonatum multiflorum*, чина весенняя – *Lathyrus vernus* (класс константности 4). Индикаторами этой группы ассоциаций являются *Viola mirabilis*, *Stellaria holostea*, *Aegopodium podagraria* (индикаторные значения 50–70 %). Растительные сообщества, относящиеся к этой группе ассоциаций, представлены следующими ассоциациями (табл. 2): *Quercetum coryloso-pauper* (дубрава лещиновая бедная), *Quercetum herbosum* (дубрава разнотравная), *Quercetum caricosum pilosae* (дубрава волосистоосоковая), *Quercetum coryloso-caricosum pilosae* (дубрава лещиново-волосистоосоковая), *Quercetum convallarioso-aegopodiosum* (дубрава ландышево-снытевая), *Quercetum coryloso-mercurialioso-aegopodiosum* (дубрава лещиново-пролесниково-снытевая), *Quercetum acerioso-aegopodiosum* (дубрава кленово-снытевая), *Tilieto-Quercetum acerioso-convallariosum* (липо-дубняк кленово-ландышевый), *Acereto-Quercetum euonymoso-stellarioso-caricosum pilosae* (клено-дубняк бересклетово-звездчатково-волосистоосоковый), *Acereto-Tilieto-Quercetum pauper* (клено-липо-дубняк бедный).

Таблица 2

Сравнительная характеристика ассоциаций неморальных широколиственных лесов

Ассоциации	<i>Quercetum coryloso- raiper</i>	<i>Quercetum herbosum</i>	<i>Quercetum caricosum pilosae</i>	<i>Quercetum coryloso- caricosum pilosae</i>	<i>Quercetum convallarioso- aegorodiosum</i>	<i>Quercetum coryloso- mercurialisos- aegorodiosum</i>	<i>Quercetum acerioso- aegorodiosum</i>	<i>Tilio- Quercetum acerioso- convallariosum</i>	<i>Acereto- Quercetum euonymoso- stellarioso- caricosum pilosae</i>	<i>Acereto- Tilio- Quercetum raiper</i>
Число ИП	7	3	6	9	3	10	5	8	7	9
Число видов:										
облегов в ярусе С	10/9	15/13	22/18	20/16	15/10	21/17	11/9	20/19	17/16	18/16
деревья	3	3	7	6	5	4	2	8	6	7
кустарники	2	2	5	2	2	2	2	1	2	2
травы	5	10	10	12	8	15	7	11	9	9
Среднее число на 100 м ² в ярусе С	7,4 ± 0,7 / 5,7 ± 0,5	13,5 ± 1,1 / 12,1 ± 0,3	15,7 ± 0,8 / 13,2 ± 0,9	10,8 ± 0,6 / 8,2 ± 1,1	12,7 ± 0,2 / 9,1 ± 0,1	17,2 ± 1,8 / 14,1 ± 0,6	8,8 ± 1,5 / 7,1 ± 0,2	16,5 ± 0,7 / 15,3 ± 0,8	15,3 ± 0,5 / 13,7 ± 0,2	9,3 ± 0,2 / 7,8 ± 0,3
Ср. покрытие яр. А, %	60	60	60	50	80	50	35	55	70	55
Ср. покрытие яр. В, %	80	75	40	40	80	40	40	50	50	7
Ср. покрытие яр. С, %	< 5	20	35	40	65	60	40	45	40	10
Ср. покрытие яр. D, %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Состав древостоя I яруса	10Д	10Д	10Д, ел. Ос	10Д, ел. Лп, Ко	10Д, ел. Ко	9Д, Ко, ел. Лп	10Д	6Д, 4Лп	6Д, 4Ко	7Д, 3Ко
Состав древостоя II яруса	10Ко	10Ко	5Лп, 5Ко	–	4 Ко, 5Лп	ел. Лп	–	–	–	ед. В
Индикаторные виды* (индикаторные значения 40–50 %)	–	–	<i>Rosa majalis</i> <i>Viburnum</i> <i>opulus</i>	<i>Carex</i> <i>pilosa</i>	<i>Milium</i> <i>effusum</i>	<i>Mercurialis</i> <i>perennis</i> <i>Gerum</i> <i>urbanum</i> <i>Campanula</i> <i>trachelium</i>	<i>Laser</i> <i>trilobum</i> <i>Urtica</i> <i>dioica</i>	<i>Rubus</i> <i>caesius</i> <i>Galium</i> <i>boreale</i> <i>Convallaria</i> <i>majalis</i>	<i>Rubus</i> <i>saxatilis</i> <i>Stellaria</i> <i>holostea</i> <i>Galium</i> <i>odoratum</i>	–

Виды деревьев: Д – *Quercus robur*, Ко – *Acer platanoides*, Лп – *Tilia cordata*, В – *Ulmus glabra*, Ос – *Populus tremula*.

Примечание: * виды расположены по убыванию индикаторных значений.

Ассоциации с доминированием или высоким участием в травостое осоки волосистой показывают приуроченность к более сухим экотопам, чем со снытью обыкновенной. Наиболее сухие местообитания заняты сообществами с участием ландыша майского.

Формирование ценозов со слабо выраженным травяным покровом объясняется интенсивным выпасом скота, а также связано с ухудшением гидрологических условий после рубок леса.

Широколиственные леса нитрофитно-неморальные – *Querceta nitro-pho-nemoro-herbosa* (Q-Nt_Nm). Растительные сообщества этой группы ассоциаций встречаются преимущественно по нижним частям склонов, днищам балок. По экологическим характеристикам отмеченная группа ассоциаций занимает наиболее увлажненные местообитания.

Травяной покров разреженный, высоко участие видов нитрофильной ЭЦГ как по числу видов, так и по видовому обилию (см. табл. 1). С высоким постоянством в описаниях встречаются ландыш майский, крапива двудомная (*Urtica dioica*), ежевика сизая (*Rubus caesius*), кирказон обыкновенный (*Aristolochia clematitis*). Отмеченные виды являются и индикаторами этой группы ассоциаций (индикаторные значения 60–85 %).

Группу нитрофитно-неморальных широколиственных лесов образуют следующие ассоциации: *Quercetum paduoso-pauper* (дубрава черемуховая бедная), *Quercetum paduoso-acerioso-herbosum* (дубрава черемухово-кленоразнотравная), *Quercetum paduoso-acerioso-aegopodiosum* (дубрава черемухово-клено-снытевая) (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика ассоциаций
нитрофитно-неморальных широколиственных лесов

Ассоциации	<i>Quercetum paduoso-pauper</i>	<i>Quercetum paduoso-acerioso-herbosum</i>	<i>Quercetum paduoso-acerioso-aegopodiosum</i>
Число ПП	8	9	5
Число видов:			
общее/в ярусе С	10/6	19/17	15/11
деревья	4	6	6
кустарники	–	2	2
травы	6	11	7
Среднее число на 100 м ² /в ярусе С	8,8 ± 0,1 / 4,8 ± 0,1	16,3 ± 0,2 / 13,7 ± 0,2	13,6 ± 0,4 / 9,4 ± 0,3
Ср. покрытие яр. А, %	80	65	60
Ср. покрытие яр. В, %	50	55	50
Ср. покрытие яр. С, %	5	25	30
Ср. покрытие яр. D, %	–	–	–
Состав древостоя I яруса	10Д	10Д	10Д
Состав древостоя II яруса	6Лп4В	–	–
Индикаторные виды* (индикаторные значения > 80 %)	<i>Stellaria holostea</i> <i>Calamagrostis epigeios</i>	<i>Filipendula ulmaria</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Rubus caesius</i>	<i>Chelidonium majus</i> <i>Pulmonaria obscura</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Urtica dioica</i>

Виды деревьев: Д – *Quercus robur*, Лп – *Tilia cordata*, В – *Ulmus glabra*.

Примечание: * виды расположены по убыванию индикаторных значений.

Выделенные ассоциации имеют сходную структуру и представляют переход от увлажненных местообитаний к более сухим – смену гигрофитных видов трав на мезофитные. Обедненный видовой состав асс. *Quercetum paduosorauper* является результатом хозяйственного воздействия.

Широколиственные леса лугово-неморальные – *Querceta pratensis-nemoro-herbosa* (Q-Md_Nm). Растительные сообщества этой группы ассоциаций образовались в результате хозяйственной деятельности: выборочной рубки в неморальных широколиственных лесах, выпаса крупного рогатого скота, что привело к осветлению нижних ярусов, вытаптыванию напочвенного покрова и внедрению луговых видов.

Лугово-неморальные широколиственные леса образованы двумя ассоциациями: *Quercetum herbosum* (дубрава разнотравная) и *Quercetum caricosum michelii* (дубрава осоковая), занимающими незначительные площади и представленными небольшим числом описаний (табл. 1, 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика ассоциаций лугово-неморальных широколиственных лесов

Ассоциации	<i>Quercetum herbosum</i>	<i>Quercetum caricosum michelii</i>
Число ПП	4	6
Число видов:		
общее/в ярусе С	11/9	13/12
деревья	3	5
кустарники	2	2
травы	6	6
Среднее число на 100 м ² /в ярусе С	9,6 ± 0,3 / 8,5 ± 0,1	10,2 ± 0,6 / 8,5 ± 0,8
Ср. покрытие яр. А, %	60	60
Ср. покрытие яр. В, %	5	55
Ср. покрытие яр. С, %	20	25
Ср. покрытие яр. D, %	–	–
Состав древостоя I яруса	10Д	10Д, ед. Ко, Лп
Состав древостоя II яруса	–	–
Индикаторные виды* (индикаторные значения > 80 %)	<i>Bromopsis riparia</i> <i>Brachypodium pinnatum</i> <i>Galium verum</i> <i>Poa angustifolia</i> <i>Stachys officinalis</i>	<i>Carex michelii</i> <i>Melica nutans</i>

Виды деревьев: Д – *Quercus robur*, Лп – *Tilia cordata*, Ко – *Acer platanoides*.

Примечание: * виды расположены по убыванию индикаторных значений.

В древесном ярусе помимо дуба единично встречаются липа и клен остролистный. Подлесок не выражен, если выражен, образован бересклетом бородавчатым.

В разреженном напочвенном покрове выраженных доминантов нет, с высоким постоянством встречаются осока Микели (*Carex michelii*) – редкий

вид, внесенный в Красную книгу Пензенской области (2013), перловник поникающий (*Melica nutans*) и подмаренник душистый (*Galium odoratum*) (класс константности 4–5). Отмеченные виды являются индикаторами этой группы ассоциаций.

Сообщества ассоциации приурочены к верхним частям склонов южной экспозиции.

Выводы

Современные леса на модельной территории сохранились по склонам балок, в поймах рек и очень небольшими клочками на водораздельных поверхностях, как правило, вблизи населенных пунктов. Лесистость модельной территории низкая – не превышает 2 %. Большая ее часть распахана – преобразована в сельскохозяйственные угодья – или представляет собой многолетнюю залежь, значительные площади отведены под выпас.

Модельная территория является наиболее теплой и засушливой в пределах области, что оказало влияние на флористический состав лесных сообществ (большое количество лугово-степных и опушечных видов).

В растительном покрове модельной территории преобладают широколиственные леса, относящиеся к 1 группе формаций, 3 группам ассоциаций, 15 ассоциациям. Все растительные сообщества являются нарушенными и находятся на разных стадиях сукцессий.

Список литературы

1. **Миркин, Б. М.** Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломещ. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
2. **Воронцова, Л. И.** Выделение трех уровней жизненного состояния в онтогенезе особей и применение этого метода для характеристики ценопопуляции / Л. И. Воронцова, Л. Е. Гатцук, А. А. Чистякова // Подходы к изучению ценопопуляций и консорциев. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1987. – С. 7–24.
3. Восточноевропейские широколиственные леса. – М. : Наука, 1996. – 364 с.
4. **Ниценко, А. А.** Об изучении экологической структуры растительного покрова / А. А. Ниценко // Ботанический журнал. – 1969. – Т. 54. – 221 с.
5. **Зозулин, Г. М.** Взаимоотношения лесной и травянистой растительности в Центрально-Черноземном государственном заповеднике / Г. М. Зозулин // Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. – 1955. – Вып. 3. – С. 102–234.
6. **Зозулин, Г. М.** Исторические свиты растительности европейской части СССР / Г. М. Зозулин // Ботанический журнал. – 1973. – Т. 58, № 8. – С. 1081–1092.

References

1. Mirkin B. M., Naumova L. G., Solomeshch A. I. *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern vegetation science]. Moscow: Logos, 2001, 264 p.
2. Vorontsova L. I., Gattsuk L. E., Chistyakova A. A. *Podkhody k izucheniyu tsenopopulyatsiy i konsortsiy* [Approaches to studying cenopopulations and consortia]. Moscow: MGPI im. V. I. Lenina, 1987, pp. 7–24.
3. *Vostochnoevropeyskie shirokolistvennyye lesa* [Eastern European broad-leaved forests]. Moscow: Nauka, 1996, 364 p.
4. Nitsenko A. A. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1969, vol. 54, 221 p.
5. Zozulin G. M. *Trudy Tsentral'no-Chernozemnogo gosudarstvennogo zapovednika* [Proceedings of the Central-Chernozem state reserve]. 1955, iss. 3, pp. 102–234.
6. Zozulin G. M. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 1973, vol. 58, no. 8, pp. 1081–1092.

Леонова Наталья Алексеевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра общей биологии и биохимии,
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 biology
and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 574.47

Леонова, Н. А.

Широколиственные леса юга Пензенской области / Н. А. Леонова //
Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные
науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 38–46.

УДК 581. 526. 426.

Д. В. Панькина, Л. А. Новикова, А. А. Миронова, Е. Ю. Кулагина

ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА «КУНЧЕРОВСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ» (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРЕТЬЕГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ)¹

Аннотация.

В статье приводятся результаты третьего картографирования (2013 г.) целинной степи «Кунчеровской лесостепи» – заповедного участка Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская область). Описана структура и динамика степной растительности за последние 10 лет. На участке по-прежнему преобладает степная растительность, но по сравнению с предыдущим картографированием луговые степи становятся более мезофитными. Отмечено сокращение площади ассоциации с доминированием *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski за счет увеличения участия ассоциации с преобладанием *Stipa tirsia* Steven. Кроме этого, увеличилась площадь луговой растительности (остепненных лугов), особенно на водораздельных поверхностях заповедного участка.

Ключевые слова: луговые степи, структура, динамика, геоботаническое картографирование, «Кунчеровская лесостепь».

D. V. Pankina, L. A. Novikova, A. A. Mironova, E. Yu. Kulagina

GEOBOTANICAL CHARACTERISTIC OF “KUNCHEROVSKAYA FOREST-STEPPE” (IN THE THIRD MAPPING)

Abstract.

The article presents the results of the third mapping (2013) of the virgin steppe of the “Kuncherovskaya forest-steppe” – the protected area of the State Natural Reserve “Privolzhskaya forest-steppe” (Penza region). The article describes the structure and dynamics of the steppe vegetation in the past 10 years. Steppe vegetation still prevails in the area, but meadow steppes become more mesophilic compared with the previous mapping. The authors point out a reduction of the association area, dominated by *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski, due to an increasing participation of the associations with predominance of *Stipa tirsia* Steven. In addition, the area of meadow vegetation (stepped meadows) has increased, especially on surfaces of the watershed of the protected area.

Key words: meadow steppes, structure, dynamics, geobotanical mapping, “Kuncherovskaya forest-steppe”.

Введение

В настоящее время зональная травяная растительность лесостепи Европейской части России сильно изменилась под интенсивным антропогенным влиянием. Она встречается только в составе некоторых заповедников (Центрально-Черноземном им. проф. В. В. Алехина, «Белогорье» и «Приволжская лесостепь»). «Кунчеровская лесостепь» (далее «КЛС») – один из участков Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь», расположенного в Пензенской области, на котором присутствуют реликтовые овцевые степи с *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski. Площадь участка

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-04-97072 р_Поволжье_a).

составляет 1031 га, из которых 190 га занимают целинные луговые степи. Степной участок в составе «КЛС» впервые был описан И. И. Спрыгиным [1] в 1894 г. Со времени создания заповедника (в 1989 г.) этот участок сохраняется в условиях абсолютно заповедного режима (АЗР). На всей территории «КЛС» отмечено 633 вида сосудистых растений, 4 из которых занесены в Красную книгу РФ [2] – *Iris aphylla* L. со статусом 2, *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *S. pennata* L. со статусом 3 и 47 видов – в Красную книгу Пензенской области [3].

Материалы и методы исследований

Изучение структуры и динамики растительного покрова степного участка «КЛС» проводилось методом периодических геоботанических картографирования (через 10–11 лет). Первое картографирование было проведено в 1991 г. [4, 5] практически сразу после создания заповедника, и его растительность еще сохраняла признаки интенсивного антропогенного воздействия. Последующие картографирования были осуществлены в 2002 г. [6–8] и в 2013 г. Данная статья посвящена итогам последнего (третьего) картографирования (рис. 1).

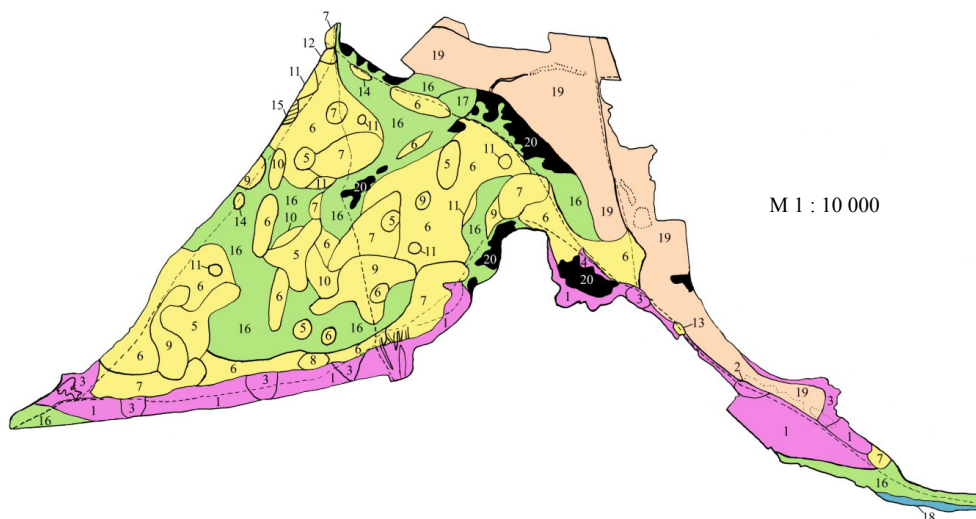


Рис. 1. Геоботаническая карта «Кунчеровской лесостепи» (2013 г.)

- Обозначения:
- Настоящие степи
 1. Разнотравно-днепровскоковыльная
 2. Полесскоовсяницево-разнотравная (серебристолапчатковая)
 3. Днепровскоковыльно-разнотравная (равниннопопынная)
 4. Степнотимофеевково-изменчивоастроголово-разнотравная (щавельковая)
 - Луговые степи
 5. Разнотравно-пустынноовсецовая
 6. Разнотравно-узколистноковыльная
 7. Разнотравно-перистоковыльная
 8. Разнотравно-опушеннолистноковыльная
 9. Разнотравно-береговокострецовая
 10. Разнотравно-узколистноковыльно-наземновейниковая
 11. Узколистноковыльно-разнотравная (раскрытопростреловая)
 12. Опушеннолистноковыльно-разнотравная (раскрытопростреловая)
 13. Степнотимофеевково-разнотравная (равниннопопынная)
 14. Наземновейниково-разнотравная (раскрытопростреловая)
 - Луговые степи кустарниковые
 15. Ракитниково-разнотравно-перистоковыльная
 - Остепненные луга
 16. Разнотравно-наземновейниковая
 17. Наземновейниково-разнотравная (кроваво-краснограневая)
 - 18. Болотистые луга
 - 19. Залежь
 - 20. Леса
 - Дороги

Геоботаническое картографирование осуществлялось выборочно-статистическим методом [9–11]. Площадь степного участка разбивали системой профилей на квадраты со стороной 100 м. В каждой реперной точке закладывали пробные площадки размером 4 м² (2 м × 2 м). Описание растительности проводилось по стандартной методике [12, 13]. На каждой площадке отмечалось общее проективное покрытие травостоя (ОПП) и проективное покрытие отдельных видов (ПП). Всего было выполнено 165 фитоценологических описаний.

Классификация травяной растительности проводилась на доминантной основе с учетом эколого-фитоценологических групп видов [14, 15]. По результатам исследований были созданы геоботанические карты степного участка «КЛС» в разных масштабах (1 : 5000; 1 : 10 000, 1 : 25 000).

Латинские названия видов приводятся по С. К. Черепанову [16].

Результаты исследований

По результатам третьего картографирования на степном участке «КЛС» преобладают степи (85,3 %), причем преимущественно луговые (65,6 %), в меньшей степени – настоящие степи (18,7 %). Луговая растительность «КЛС» занимает 15,7 %, причем она представлена только остепненными лугами (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика ассоциаций степной растительности «Кунчеровской лесостепи»

Название ассоциации	Пл.	ОПП	Фитоценологические группы		Экологические группы				Биологические группы			
			С	Л	К	МК	КМ	М	Д, К	З, О	Б	Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Настоящие степи	17,8											
1. Разнотравно-днепровскоковыльная	14	40	88	12	72	16	9	3	1	66	7	26
2. Полесскоовсяницево-разнотравная (серебристолапчатковая)	0,6	28	64	36	49	15	36	0	0	36	2	62
3. Днепровскоковыльно-разнотравная (равниннопопынная)	3,6	35	86	14	63	23	13	1	0	25	5	70
4. Степнотимофеевково-изменчивоастроголово-разнотравная (щавельковая)	0,6	44	86	14	63	23	13	1	2	61	5	32
II. Луговые степи	66,6											
5. Разнотравно-пустынноовсецовая	7,4	63	83	17	37	46	14	3	2	64	6	28
6. Разнотравно-узколистноковыльная	28	61	80	20	8	72	16	4	2	64	4	30
7. Разнотравно-перистоковыльная	14	69	80	20	7	73	16	4	3	64	5	28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8. Разнотравно-опушеннолистно-ковылъная	0,6	35	85	15	11	74	9	6	3	74	0	23
9. Разнотравно-береговокострецовая	8	64	79	21	4	75	17	4	3	65	6	26
10. Разнотравно-узколистноковылъно-наземнойниковая	3	62	57	43	6	51	40	3	3	60	4	33
11. Узколистноковылъно-разнотравная (раскрытопростреловая)	4,2	62	77	23	8	69	19	4	1	42	5	52
12. Опушеннолистно-ковылъно-разнотравная (раскрытопростреловая)	0,6	77	72	28	11	61	25	3	5	40	9	46
13. Степнотимофеевково-разнотравная (равниннопопынная)	0,6	30	96	4	38	58	2	2	0	34	17	49
14. Наземнойниково-разнотравная (раскрытопростреловая)	0,6	69	65	35	15	50	33	2	0	1	31	68
15. Ракитниково-разнотравно-перистоковылъная	0,6	43	66	34	13	53	33	1	23	47	1	29
III. Остепненные луга	15,6											
16. Разнотравно-наземнойниковая	16	69	37	63	4	33	59	4	3	64	5	28
17. Наземнойниково-разнотравная (кровоаво-красногераниевая)	0,6	70	40	60	1	39	59	1	0	38	1	61

Примечание: Пл. – площадь; ОПП – общее проективное покрытие; фитоценоотические группы: С – степные, Л – луговые; экологические группы: К – ксерофиты, МК – мезоксерофиты, КМ – ксеромезофиты, М – мезофиты; биологические группы: Д, К – деревья и кустарники, З, О – злаки и осоки, Б – бобовые, Р – разнотравье.

Настоящие степи занимают преимущественно склоны южной и юго-восточной экспозиций, иногда водораздельные поверхности (в условиях эрозии). Настоящие степи включают четыре ассоциации, относящиеся к дерновиннозлаковым и разнотравным группам формаций.

Дерновиннозлаковые настоящие степи представлены одной **разнотравно-днепровскоковылъной** ассоциацией, которая занимает 13,3 % площади участка. Она является господствующей ассоциацией на склонах южной и юго-восточной экспозиций.

ОПП этой ассоциации невысокое (40 %). Доминирует *Stipa borysthenica* с ПП от 13 до 38 %. Кроме этого вида из злаков в ассоциации отмечены другие: *Stipa dasyphylla* (0,5–5 %), *S. pennata* (2–3 %), *Festuca valesiaca* (1–5 %), *Phleum phleoides* (0,5–9 %) и *Bromopsis riparia* (0,5–10 %). Среди разнотравья встречаются *Artemisia campestris* (0,5–8 %), *Linaria genistifolia* (0,5–5 %), *Potentilla argentea* (0,5–8 %) и *Rumex acetosella* (0,5–6 %). Из бобовых отме-

чен редкий вид – *Astragalus varius* (0,5–10 %). В ассоциации хорошо выражен моховой покров из *Polytrichum piliferum*, занимающий до 30 % площади.

Разнотравные настоящие степи встречаются реже (5,4 %) и также отмечаются по склонам южной и юго-восточной экспозиций, но в условиях выраженного процесса нарушения растительного покрова. При этом господствующие виды злаков вытесняются разнотравными видами. Поэтому они отражают отдельные этапы восстановления степей: от мелкодерновинно-злаково-разнотравных до крупнодерновиннозлаково-разнотравных.

Среди трех ассоциаций разнотравных настоящих степей более или менее выделяется **днепровскоковыльско-разнотравная (равниннополянная)** ассоциация (4,2 %) с участием плотнодерновинного злака – *Stipa borysthena*. Наибольшую площадь она занимает на склонах южной экспозиции, реже – юго-восточной и развивается под влиянием сильных эрозионных процессов на склонах (крупнодерновиннозлаково-разнотравный этап восстановления). Как исключение эта ассоциация представлена на водоразделе в условиях сильной эрозии склонов антропогенного характера (рядом с карьером). ОПП невысокое (35 %). Преобладает разнотравье, а среди него особенно – *Artemisia campestris* (ПП от 3 до 8 %), с меньшим обилием отмечаются следующие виды: *Silene borysthena* (1–5 %), *Potentilla arenaria* (ПП 3–13 %), *Linaria genistifolia* (3–5 %), *Jurinea cyanoides* (1–4 %) и др. Из злаков на фоне разнотравья выделяется *Stipa borysthena* с ПП от 4 до 9 %.

Две другие ассоциации разнотравных настоящих степей встречаются фрагментарно и развиваются только по склонам юго-восточной экспозиции.

Полескоовсянищцево-разнотравная (серебристоплачатковая) ассоциация (0,6 %) с участием плотнодерновинного злака *Festuca polesica* и доминированием разнотравья (преимущественно *Potentilla argentea*) занимает очень незначительную площадь и отражает мелкодерновиннозлаково-разнотравный этап восстановления степей. ОПП очень низкое (28 %). В ассоциации встречается небольшое число видов. Из злаков на фоне разнотравья выделяется *Festuca polesica* (8 %), отмечается также *Stipa borysthena* (2 %). Из доминирующего разнотравья отмечены *Potentilla argentea* (10 %), *Artemisia campestris* (4 %), *Linaria genistifolia* (1 %). Из кустарников встречается *Chamaecytisus ruthenicus* (0,5–1 %).

Также небольшую площадь (0,6 %) занимает **степнотимофеевково-изменчивоастроголово-разнотравная (щавельковая)** ассоциация с участием рыхлодерновинного злака *Phleum phleoides*, редкого вида – *Astragalus varius* и преобладанием разнотравья (преимущественно за счет *Rumex acetosella*). Ассоциация занимает эрозионные склоны юго-восточной экспозиции (мелкодерновиннозлаково-разнотравный этап восстановления), внизу которых развивается небольшой лесной массив. ОПП невысокое (44 %). Отмечается довольно близкое соотношение злаков и разнотравья с небольшим перевесом последних. При этом в ассоциации весьма заметное участие бобовых, а именно *Astragalus varius* (10 %). Из злаков выделяется *Phleum phleoides* (8 %) и *Stipa borysthena* (5 %). Из разнотравья доминируют *Rumex acetosella* (5 %) и *Potentilla arenaria* (4 %).

Луговые степи, преобладающие по площади, занимают преимущественно водораздельные поверхности за небольшим исключением и включают

11 ассоциаций: дерновиннозлаковые, корневищнозлаковые, разнотравные и кустарниковые.

Основную площадь (48,8 %) покрывают ассоциации дерновиннозлаковых луговых степей с доминированием *Helictotrichon desertorum*, *Stipa tirsia*, *S. pennata*, *S. dasyphylla*, расположенные на водораздельных поверхностях, реже на склонах юго-восточной экспозиции. Эти ассоциации отражают последние этапы восстановления степей на водораздельных поверхностях.

Наибольшую площадь занимает **разнотравно-узколистниковыльная** ассоциация (27 %) с доминированием *Stipa tirsia*. Она образует на водораздельных поверхностях несколько крупных контуров в западной, северной и восточной частях участка. В центральной части участка ассоциация сильно фрагментируется и представляет собой серию разных по площади пятен. Отдельные пятна этой ассоциации сохранились на юге участка на границе со склонами южной экспозиции и на востоке между лесными массивами. ОПП в среднем составляет 61 %. Доля *Stipa tirsia* в ассоциации составила 9–40 %. Из злаков в ассоциации постоянно отмечался *Bromopsis riparia* (1–15 %); присутствуют другие виды: *Helictotrichon desertorum* (1–10 %), *Stipa dasyphylla* (1–10 %), *S. pennata* (1–15 %), *Calamagrostis epigeios* (1–15 %) и др. Из разнотравья особенно выделяются *Filipendula vulgaris* (0,5–12 %) и *Pulsatilla patens* (1–20 %). Из кустарников отмечается *Chamaecytisus ruthenicus* (0,5–6 %), а из бобовых – *Trifolium alpetre* (0,5–5 %).

На втором месте по занимаемой площади находится **разнотравно-перистоковыльная** ассоциация (14 %) с доминированием *Stipa pennata*. В основном она развивается на водораздельных поверхностях, реже – на склонах юго-восточной экспозиции. Наиболее крупные контуры она образует в центральной части степного участка по обе стороны от центрального колка. Довольно крупное пятно находится на юге участка, примыкая к склонам южной экспозиции. Меньшее по площади пятно находится в восточной части участка рядом с лесным перелеском. Довольно выраженный контур этой ассоциации располагается на склоне юго-восточной экспозиции. ОПП составляет 69 %. В ассоциации преобладают злаки и особенно *Stipa pennata* (8–30 %). Постоянно присутствует *Bromopsis riparia* (1–14 %) и отмечаются другие виды злаков: *Stipa tirsia* (5–10 %), *S. dasyphylla* (1–5 %), *Festuca valesiaca* (0,5–5 %), *Poa angustifolia* (0,5–6 %) и др. В разнотравье фиксируется большое количество видов с разным участием. Довольно высокое ПП отмечается у *Pulsatilla patens* (0,5–15 %), ниже – у других видов: *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Gallium verum*, *G. tinctorium*, *Knautia arvensis*, *Pimpinella saxifrage*, *Thymus marchallianus*. ПП этих видов не превышает 9 %, но чаще колеблется в пределах от 1 до 2 %. Из бобовых присутствуют *Amoria montana* (0,5–7 %) и *Trifolium alpetre* (0,5–12 %). Кустарники занимают всего 2 % и представлены в основном *Chamaecytisus ruthenicus* (0,5–6 %).

На третьем месте по площади находится **разнотравно-пустынно-овсецовая** ассоциация (7,2 %) с доминированием *Helictotrichon desertorum*. Ассоциация сильно фрагментирована и образует несколько пятен по всей степи. Довольно значительные контуры этой ассоциации располагаются в западной и центральной частях заповедного степного участка и в меньшей мере – в восточной. Ассоциация развивается исключительно на водораздельных поверхностях, в том числе и на вершинных ее частях. ОПП среднее

(63 %). Участие *Helictotrichon desertorum* составляет от 12 до 40 %. Кроме этого вида из злаков довольно обильными могут быть следующие виды: *Bromopsis riparia* (от 3 до 12 %), *Stipa tirsia* (2–20 %), *S. dasyphylla* (1–15 %), *S. pennata* (1–9 %). Из разнотравья весьма заметны такие виды, как: *Filipendula vulgaris* (0,5–7 %), *Gallium verum* (0,5–2 %), *Fragaria viridis* (2–10 %), *Pulsatilla patens* (1–15 %). Кустарники малочисленны (2 %) и представлены *Chamaecytisus ruthenicus*.

К дерновиннозлаковым луговым степям относится последняя **разнотравно-опушеннолиственноковыльная** ассоциация с доминированием *Stipa dasyphylla*, которая образует небольшой фрагмент на юге степного участка и располагается на бровке склона южной экспозиции. Доминируют злаки за счет, в основном, *Stipa dasyphylla*, ПП которого составляет 15 %. Отмечаются также *Bromopsis riparia* (4 %) и *Stipa pennata* (5 %). Из разнотравья встречаются многие виды с низким облием: *Rumex acetosella* (2 %), *Potentilla arenaria*, *P. argentea*, *Artemisia campestris*, *Linaria genistifolia* и др., с ПП – 1 %. Бобовые отсутствуют полностью; из кустарников отмечен *Chamaecytisus ruthenicus* (ПП – 1 %).

Корневищнозлаковые луговые степи (2 ассоциации) с доминированием *Bromopsis riparia* и *Calamagrostis epigeios* занимают 10,2 % площади степи и отражают корневищный этап восстановления луговых степей.

Наибольшее распространение имеет **разнотравно-береговокострецовая** ассоциация с доминированием *Bromopsis riparia* (7,2 % площади), которая образует ряд фрагментов на водораздельной поверхности. Наиболее крупные из них находятся в южной части участка к югу от центрального колка и на вершине водораздельной поверхности. ОПП в среднем составляет 64 %. В ассоциации доминирует *Bromopsis riparia*, ПП которого достигает 8–40 %. Содоминантами выступают *Stipa pennata* (0,5–20 %) и *S. tirsia* (1–12 %). Из разнотравья встречаются самые разные виды: *Filipendula vulgaris* (1–8 %), *Gallium verum* (0,5–4 %), *Pulsatilla patens* (1–8 %), *Rumex acetosella* (1–6 %) и др. Кустарники малочисленны (3 %) и представлены *Chamaecytisus ruthenicus* (0,5–5 %) и *Spiraea crenata* (0,5 %).

Меньшее распространение имеет **разнотравно-узколиственноковыльно-наземнойниковая** (3 %) ассоциация, которая образует несколько контуров в центральной части участка. Эта ассоциация носит переходный характер и отражает процесс вытеснения дерновинных злаков (*Stipa tirsia*) корневищными (*Calamagrostis epigeios*) в процессе мезифитизации луговых степей в условиях АЗР. ОПП – 62 %. ПП *Calamagrostis epigeios* может достигать от 15 до 20 %. В ассоциации отмечаются другие виды злаков: *Bromopsis riparia* (2–8 %), *Stipa tirsia* (4–12 %) и др. В разнотравье входят следующие виды: *Filipendula vulgaris* (0,5–8 %), *Fragaria viridis* (0,5–1 %), *Gallium verum* (0,5–2 %), *Aster amellus* (0,5–2 %), *Pulsatilla patens* (1–10 %). Из бобовых отмечены *Amaria montana* (1–4 %) и *Trifolium alpetre* (1–3 %). Кустарники представлены *Chamaecytisus ruthenicus* (1–5 %) и *Spiraea crenata* (1 %).

Разнотравные луговые степи (4 ассоциации) с доминированием различных видов разнотравья – *Pulsatilla patens*, *Artemisia campestris* – и участием *Stipa tirsia*, *S. dasyphylla*, *Phleum phleoides* и *Calamagrostis epigeios* не имеют широкого распространения на участке и занимают всего 6 % площади. Они развиваются преимущественно на водораздельной поверхности за небольшим

исключением. Развитие этих ассоциаций часто связано с нарушением растительного покрова (на границе целинного участка) и с вегетативным разрастанием отдельных видов разнотравья (клоновая мозаичность).

Более других на участке выражена **узколистноковыльно-разнотравная (раскрытопростреловая)** (4,2 %), которая формирует отдельные небольшие фрагменты по всему участку степи и на его границе. ОПП – 62 %. В разнотравье доминирует *Pulsatilla patens*, ПП которого составляет 4–20 %. Кроме него в разнотравье отмечаются *Inula hirta* (0,5–7 %), *Filipendula vulgaris* (1–10 %), *Fragaria viridis* (1–10 %) и др. На фоне разнотравья из злаков выделяется *Stipa tirsia* с ПП от 8 до 20 %.

Остальные ассоциации разнотравных луговых степей менее распространены. Две из них – опушеннолистноковыльно-разнотравная (раскрытопростреловая) и наземновейниково-разнотравная (раскрытопростреловая) ассоциации – находятся в северной части участка на опушке леса. И только степнотимофеевково-разнотравная (равниннопопынная) ассоциация располагается на склоне юго-восточной экспозиции в условиях эрозионного процесса.

В **опушеннолистноковыльно-разнотравной (раскрытопростреловой)** ассоциации (0,6 % площади; ОПП – 77 %) из злаков доминирует *Stipa dasyphylla* (8 %), содоминируют *Bromopsis riparia* (4 %), *Festuca valesiaca* (5 %), *Stipa pennata* (5 %). Участие *Pulsatilla patens* в разнотравье достигает 10 %. Отмечены другие виды: *Filipendula vulgaris* (5 %), *Fragaria viridis* (3 %), *Potentilla alba* (3 %) и т.д.

Наземновейниково-разнотравная (раскрытопростреловая) ассоциация также занимает небольшую площадь (0,6 %). ОПП – 69 %. Из группы злаков и осок преобладает *Calamagrostis epigeios* (10 %); отмечаются другие виды: *Koeleria glauca* (3 %), *Phleum phleoides* (2 %), *Carex supina* (3 %), *Bromopsis riparia* (2 %), *Helictotrichon schellianum* (1 %). В разнотравье доминирует *Pulsatilla patens*, ПП которого составляет 20 %. Кроме него присутствуют такие виды, как *Hieracium pilosella* (10 %), *Fragaria viridis* (7 %), *Inula hirta* (2 %) и др.

Степнотимофеевково-разнотравная (равниннопопынная) (0,6 % площади) не отличается высоким видовым разнообразием. ОПП очень низкое – 30 %. Из злаков отмечены только *Phleum phleoides* (8 %) и *Festuca polesica* (2 %). Из бобовых отмечен *Astragalus varius* (5 %). В доминирующем разнотравье присутствуют *Artemisia campestris* (6 %), *Achillea nobilis* (3 %), *Allium strictum* (4 %) и т.д.

Кустарниковые луговые степи описаны на примере одной **раkitниково-разнотравно-перистоковыльной** ассоциации (0,6 % площади, ОПП – 43 %), расположенной в северной части участка на границе степи. Кустарники представлены *Chamaecytisus ruthenicus*, ПП которого составляет 10 %. Из злаков доминирует *Stipa pennata* (5 %), содоминируют *Calamagrostis epigeios* (3 %) и *Festuca valesiaca* (3 %). В травостое из разнотравья отмечены следующие виды: *Centaurea scabiosa* (7 %), *Iris aphylla*, *Linaria genistifolia*, *Pulsatilla patens* (по 1 %) и др. В действительности кустарниковые луговые степи имеют более широкое распространение на участке, но их фитоценозы не всегда попадали в реперную сетку.

На степном участке луговая растительность представлена **остепенными лугами**. Они включают две ассоциации, одна из которых относится к кор-

невищнозлаковым, а другая – к разнотравным группам формаций. Остепненные луга с участием или доминированием *Calamagrostis epigeios* имеют довольно широкое распространение на участке, как на водораздельной поверхности, так и на склонах.

Наибольшее распространение имеет **разнотравно-наземнойниковая** ассоциация корневищнозлаковых остепненных лугов с доминированием *Calamagrostis epigeios* (15,1 %), которая окружает лесной колос, распространяется по центральной ложбине и традиционно занимает нижние части склонов (подножия). Однако в связи с процессом мезофитизации она получила широкое распространение в центральной части степи, фрагментируя ассоциации луговых степей. Значительные площади она занимает к северу от центральной ложбины, а также в восточной части на границе с лесным массивом. ОПП – 69 %. Преобладают злаки, а среди них корневищный вид – *Calamagrostis epigeios*, ПП которого может достигать от 25 до 45 %. Из злаков в ассоциации также присутствуют *Stipa pennata* (1–31 %), *S. tirsia* (1–24 %), *Bromopsis riparia* (0,5–10 %), *Festuca valesiaca* (1–3 %), *Carex supina* (0,5–5 %), *Helictotrichon desertorum* (1–3 %), *Phleum phleoides* (0,5–4 %). Среди бобовых особенно выделяется *Trifolium alpetre* (0,5–15 %). Разнотравье представлено следующими видами: *Filipendula vulgaris* (0,5–15 %), *Fragaria viridis* (0,5–12 %), *Geranium sanguineum* (1–12 %), *Inula hirta* (0,5–7 %), *Gallium verum* (0,5–5 %), *Pulsatilla patens* (0,5–15 %) и др.

Последняя, **наземнойниково-разнотравная (крово-красногераниевая)** ассоциация разнотравных остепненных лугов формирует только небольшой фрагмент на севере степи, примыкая к лесному колку (0,6 % площади). ОПП – 70 %. Преобладает разнотравье, а среди него *Geranium sanguineum* (15 %). Также из разнотравья присутствуют такие виды, как *Inula hirta* (10 %), *Fragaria viridis* (4 %), *Potentilla argentea* (5 %). Из злаков на фоне разнотравья выделяются *Calamagrostis epigeios* (15 %) и *Stipa tirsia* (7 %).

По результатам третьего картографирования степного участка «КЛС» мы можем судить о динамике степной растительности за последние десять лет. Сравнивая с предыдущим картированием (Новикова, Соколова, 2008; Новикова, 2010), можно отметить следующие изменения растительности на разных геоморфологических элементах.

На водораздельных поверхностях по-прежнему господствуют луговые степи, а именно **разнотравно-узколистноковыльная** ассоциация, площадь которой увеличилась с 19,4 до 27 %. Ассоциации с доминированием других редких видов рода *Stipa* ведут себя по-разному: **разнотравно-перистоковыльная** незначительно увеличивает свою площадь (с 10,5 до 14,0 %), а **разнотравно-опушеннолистноковыльная** – сокращает (с 3,6 до 0,6 %). Вместе с тем заметно сократила свое участие реликтовая **разнотравно-пустынноовсецовая** ассоциация (с 14,6 до 7,2 %). На водораздельных поверхностях расширяется площадь под **разнотравно-наземнойниковой** ассоциацией остепненных лугов (с 12,9 до 15,1 %).

На склонах южной и юго-восточной экспозиций преобладает **разнотравно-днепровскоковыльная** ассоциация настоящих степей, которая незначительно сократила свою площадь (с 14,1 до 13,3 %). В связи с развитием сильных эрозионных процессов на склонах большее распространение получают ассоциации разнотравных настоящих степей.

Выводы

1. Участие настоящих степей, приуроченных к склонам южной и юго-восточной экспозиции, практически не изменилось. По-прежнему господствующей ассоциацией остается *разнотравно-днепровскоковыльная*, но в связи с развитием склоновых эрозийных процессов дерновиннозлаковые сменяются разнотравными.

2. Соотношение разных групп формаций луговых степей изменилось несущественно. По-прежнему преобладают дерновиннозлаковые луговые степи, но сокращается участие *разнотравно-пустынноовсецовой* ассоциации и, наоборот, увеличивается участие *разнотравно-узколистноковыльной* ассоциации.

3. Участие луговой растительности, представленной ассоциациями остепненных лугов с участием и доминированием *Calamagrostis epigeios*, увеличилось, особенно на водораздельных поверхностях.

Список литературы

1. **Спрыгин, И. И.** Материал к флоре губерний Пензенской и Саратовской / И. И. Спрыгин // Труды Общества естествоиспытателей при Казанском университете. – Казань, 1896. – Т. 26, вып. 6. – С. 3–75.
2. Красная книга Пензенской области. Ч. I. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. – 2-е изд. – Пенза : Пензенская правда, 2013. – 300 с.
3. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). – М. : КМК, 2008. – 855 с.
4. **Новикова, Л. А.** Динамика Пензенских луговых степей и проблема их сохранения / Л. А. Новикова // Бюллетень «Самарская Лука». – Самара, 1993. – Вып. 4. – С. 111–128.
5. **Новикова, Л. А.** Мониторинг травяных экосистем : метод. рекомендации / Л. А. Новикова. – Пенза : ПГПУ, 1998. – С. 32–43.
6. **Новикова, Л. А.** Структура и динамика Кунчеровской степи / Л. А. Новикова, М. С. Соколова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – Пенза : ПГПУ, 2008. – Вып. 10 (14). – С. 13–25.
7. **Новикова, Л. А.** Мониторинг растительности «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Поволжский экологический журнал. – 2010. – Вып. 4. – С. 51–60.
8. **Новикова, Л. А.** Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Новикова Л. А. – Саратов : СГУ, 2012. – 44 с.
9. **Нешатаев, Ю. Н.** Выборочно-статистический метод выделения растительных ассоциаций / Ю. Н. Нешатаев. – Л. : Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1971. – С. 181–206.
10. **Нешатаев, Ю. Н.** Выборочно-статистический метод крупно-масштабного геоботанического картографирования / Ю. Н. Нешатаев // Геоботаническое картографирование. – Л. : Наука, 1976. – С. 62–64.
11. **Нешатаев, Ю. Н.** Мониторинг растительности Среднерусской лесостепи / Ю. Н. Нешатаев, В. Н. Ухачева // Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. – 2001. – Вып. 2. – С. 55–66.
12. **Ипатов, В. С.** Методы описания фитоценоза / В. С. Ипатов. – СПб. : СПбГУ, 2000. – 56 с.
13. **Ипатов, В. С.** Описания фитоценоза : метод. рекомендации / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб. : СПбГУ, 2008. – 71 с.
14. **Новикова, Л. А.** Характеристика луговой растительности «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 91–101.

15. **Новикова, Л. А.** Современное состояние кальцефитной растительности Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, вып. 5. – С. 158–163.
16. **Черепанов, С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.

References

1. Sprygin I. I. *Trudy Obshchestva estestvoispytateley pri Kazanskom universitete* [Proceedings of the Society of naturalists of Kazan University]. Kazan, 1896, vol. 26, iss. 6, pp. 3–75.
2. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. Ch. I. Griby, lishayniki, mkhi, sosudistye rasteniya* [The red book of Penza region. Part 1. Fungi, lichens, mosses, vascular plants]. 2nd ed. Penza: Penzenskaya pravda, 2013, 300 p.
3. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (Rasteniya i griby)* [The red book of the Russian Federation (Plants and fungi)]. Moscow: KMK, 2008, 855 p.
4. Novikova L. A. *Byulleten' «Samarskaya Luka»*. [Bulletin of the Samara Luka]. Samara, 1993, iss. 4, pp. 111–128.
5. Novikova L. A. *Monitoring travyanykh ekosistem: metod. rekomendatsii* [Monitoring of herbaceous ecosystems: guidelines]. Penza: PGPU, 1998, pp. 32–43.
6. Novikova L. A., Sokolova M. S. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of PGPU named after Belinsky. Natural sciences]. Penza: PGPU, 2008, iss. 10 (14), pp. 13–25.
7. Novikova L. A. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga region ecological journal]. 2010, iss. 4, pp. 51–60.
8. Novikova L. A. *Struktura i dinamika travyanoy rastitel'nosti lesostepnoy zony na zapadnykh sklonakh Privolzhskoy vozvyshennosti i puti ee optimizatsii: avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Structure and dynamics of grass vegetation of the forest-steppe on western slopes of Privolzhskaya elevation and optimization ways thereof: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Saratov: SGU, 2012, 44 p.
9. Neshataev Yu. N. *Vyborochno-statisticheskiy metod vydeleniya rastitel'nykh assotsiatsiy* [Selective statistical method for sorting out plant associations]. Leningrad: Izd-vo Leningr. gos. un-ta, 1971, pp. 181–206.
10. Neshataev Yu. N. *Geobotanicheskoe kartografirovaniye* [Geobotanical mapping]. Leningrad: Nauka, 1976, pp. 62–64.
11. Neshataev Yu. N., Ukhacheva V. N. *Vestnik SPbGU. Seriya 3. Biologiya* [Bulletin of SPbSU. Series 3. Biology]. 2001, iss. 2, pp. 55–66.
12. Ipatov V. S. *Metody opisaniya fitotsenoza* [Methods of phytocenosis description]. Saint-Petersburg: SPbGU, 2000, 56 p.
13. Ipatov V. S., Mirin D. M. *Opisaniya fitotsenoza: metod. rekomendatsii* [Phytocenosis descriptions: guidelines]. Saint-Petersburg: SPbGU, 2008, 71 p.
14. Novikova L. A., Pan'kina D. V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 1 (1), pp. 91–101.
15. Novikova L. A., Leonova N. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Samara scientific center of RAS]. 2014, vol. 16, iss. 5, pp. 158–163.
16. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshogo SSSR). Russkoe izdanie* [Vascular plants of Russia and adjacent states (withing the former USSR). Russian publication]. Saint-Petersburg: Mir i sem'ya, 1995, 992 p.

Панькина Дарья Владимировна
аспирант, Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева
(Россия, г. Саранск,
ул. Большевикская, 68);
научный сотрудник, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: dani.pankina@yandex.ru

Pankina Darya Vladimirovna
Postgraduate student, Ogarev Mordovia
State University
(68 Bol'shevistskaya street, Saransk,
Russia);
researcher, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Новикова Любовь Александровна
доктор биологических наук, профессор,
кафедра общей биологии и биохимии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: la_novikova@mail.ru

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

Миронова Анна Андреевна
магистрант, лаборант-исследователь,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: mironovaanna20@gmail.com

Mironova Anna Andreevna
Master's degree student, assistant
researcher, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кулагина Евгения Юрьевна
студентка, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: e.kulagina95@bk.ru

Kulagina Eugenia Yurievna
Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 581. 526. 426.

Панькина, Д. В.

**Геоботаническая характеристика «Кунчеровской лесостепи»
(по результатам третьего картографирования) / Д. В. Панькина, Л. А. Но-
викова, А. А. Миронова, Е. Ю. Кулагина // Известия высших учебных заведе-
ний. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 47–58.**

Ю. З. Табульдин, С. М. Ямалов, М. В. Петрова

ОРДИНАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ БОЛЬШОЙ УРАН (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Аннотация.

Актуальность и цели. В работе представлены результаты геоботанического изучения степных сообществ бассейна реки Б. Уран Оренбургской области. Несмотря на длительную историю изучения растительности Общего Сырта, конкретных данных с этой территории на сегодняшний день нет. В настоящей работе авторы поставили цель выявить разнообразие степных сообществ территории бассейна реки Б. Уран и выполнить исследование их экологической и флористической дифференциации методом ординационного анализа.

Материалы и методы. В основу работы положено 79 геоботанических описаний степных сообществ. Для экологического анализа закономерностей распределения травяной растительности использовалась непрямая ординация методом Detrended correspondence analysis (DCA-ординация), реализованным в пакете программ CANOCO 4.5.

Результаты. В пространстве двух главных осей ординации геоботанические описания сформировали пять групп. В I группу вошли сообщества на каменистых субстратах (выходы песчаника, реже – мергеля). Во II группу вошли сообщества зональных настоящих сухих степей с преобладанием *Stipa lessingiana* на слабокаменистых субстратах, представляющие зональный тип растительности. III группа объединила пастбищные варианты настоящих степей территории исследования, так называемые тырсовые и полыньковые сбой. Богатые луговые степи на развитых почвах представила IV ординационная группа. Сообщества солонцеватых степей, встречающиеся локально в понижениях рельефа, объединились в V группу.

Выводы. В результате проведенного исследования выявлено разнообразие степных сообществ бассейна реки Б. Уран, которое представлено каменистыми степями, бедновидовыми сухими лессингоковильными степями, пастбищными производными настоящих степей, а также луговыми и солонцеватыми степными сообществами. Выявлены факторы, определяющие биоразнообразие степей территории исследования, главные из которых – увлажнение, богатство, каменистость почвы и, в меньшей степени, засоленность субстрата.

Ключевые слова: степная растительность, Оренбургская область, ординационный анализ.

Yu. Z. Tabul'din, S. M. Yamalov, M. V. Petrova

ORDINATION ANALYSIS OF THE STEPPE VEGETATION OF THE BOLSHOY URAN RIVER BASIN (ORENBURG REGION)

Abstract.

Background. The article introduces results of a geobotanical research of steppe communities of the Bolshoy Uran river basin in Orenburg region. In spite of a long history of studying vegetation of the Obshchy Syrt, nowadays there are no concrete data from this territory. The aim of the present work is to reveal the diversity of steppe communities of the Bolshoy Uran river basin and to research their ecological and floristic differentiation by the method of ordination analysis.

Materials and methods. The study is based on 79 geobotanical descriptions of steppe communities. To ecologically analyze regularities of grass vegetation dissemination the authors used indirect ordination by the detrended correspondence analysis (DCA-ordination), performed in the CANOCO 4.5 software package.

Results. In the space of two principal ordination axes of geobotanical description the authors formed 5 groups. Group I included communities on stony substrates (sandstone yields, seldom – marl yields). Group II embraced communities of zonal tree-grass arid steppes with prevailing *Stipa lessingiana* on fairly stony substrates, representing a zonal type of vegetation. Group III united pasture variants of tree-grass steppes of the territory under investigation – the so-called *Stipa* and *Artemisia* bunches. Rich meadow steppes on mature soils were represented in Group IV. Communities of solonchic soils, found locally in landscape's low points, compiled Group V.

Conclusions. As the research result the authors have revealed the diversity of steppe communities of the Bolshoy Uran river basin, represented by stony steppes, species-depauperated arid *Stipa lessingiana* steppes, pasture derivatives of tree-grass steppes, as well as meadow and solonchic steppe communities. The study has revealed factors that determine biodiversity of steppe territories under investigation, with most important ones being humidification, richness, stoniness of soil and, to a lesser extent, substrate's salinity.

Key words: steppe vegetation, Orenburg region, ordination analysis.

Введение

Река Большой Уран протекает в Оренбургской области, являясь правым притоком Самары. Она берет начало на возвышенности Общий Сырт и протекает преимущественно в западном направлении. Бассейн реки занят различными вариантами пойменной растительности, а также зональными типами степной растительности и их эдафическими вариантами.

Изучение флоры и растительности бассейна реки Б. Уран проходило в общем контексте изучения Общего Сырта начиная с XVIII в. В. Н. Татищевым, П. И. Рычковым, П. С. Палласом, И. И. Лепехиным, И. П. Фальком [1]. Большое значение в изучении степной растительности Общего Сырта внес Э. А. Эверсманн, который дал первый подробный очерк растительности Общего Сырта.

Позже, на рубеже XX–XXI вв., флора и растительность изучалась Т. И. Плаксиной [2], И. В. Шароновой [3, 4], З. Н. Рябининой [5], А. А. Чибилевым [6] и др.

Несмотря на большую историю изучения растительности Общего Сырта, конкретных данных с территории бассейна реки Б. Уран на сегодняшний день нет. В данной работе авторы поставили цель выявить разнообразие степных сообществ территории бассейна реки Б. Уран и выполнить анализ их экологической и флористической дифференциации методом ординационного анализа.

Природные условия района исследования

Бассейн реки Б. Уран расположен на юго-востоке Восточно-Европейской равнины и входит в состав Общего Сырта. В административно-территориальном делении исследуемая территория расположена в Сакмарском, Переволоцком, Новосергиевском и Сорочинском районах.

Наивысшая точка рельефа составляет 373 м над уровнем моря. Характерной чертой рельефа является асимметричность склонов. Южные склоны, как правило, крутые и обрывистые. Эти склоны обычно обнажены, открывают при этом коренные породы, в данном случае обнажаются красноцветные породы верхнепермской системы. Северные склоны всегда пологие, вытянутые, наверху плавно переходящие в водораздельное плато. Основной тип почвы представлен черноземом различного механического состава и различной мощности. Содержание гумуса незначительно. Кроме чернозема в исследуемом районе встречаются солонцы.

Климат исследуемого района умеренно-континентальный, с продолжительной холодной зимой, короткой весной, сухим и жарким летом, продолжительной осенью (табл. 1).

Таблица 1

Основные климатические характеристики района исследования

Показатели климата	Значения
Средняя температура воздуха января, °С	-15
Средняя температура воздуха июля, °С	+22,1
Продолжительность безморозного периода, дней	149
Среднегодовое количество осадков, мм	350

Материалы и методы

В основу работы положено 79 геоботанических описаний степных сообществ бассейна реки Б. Уран, выполненных Ю. З. Табульдиным в период полевого сезона 2015 г. Локализация описаний показана на рис. 1.

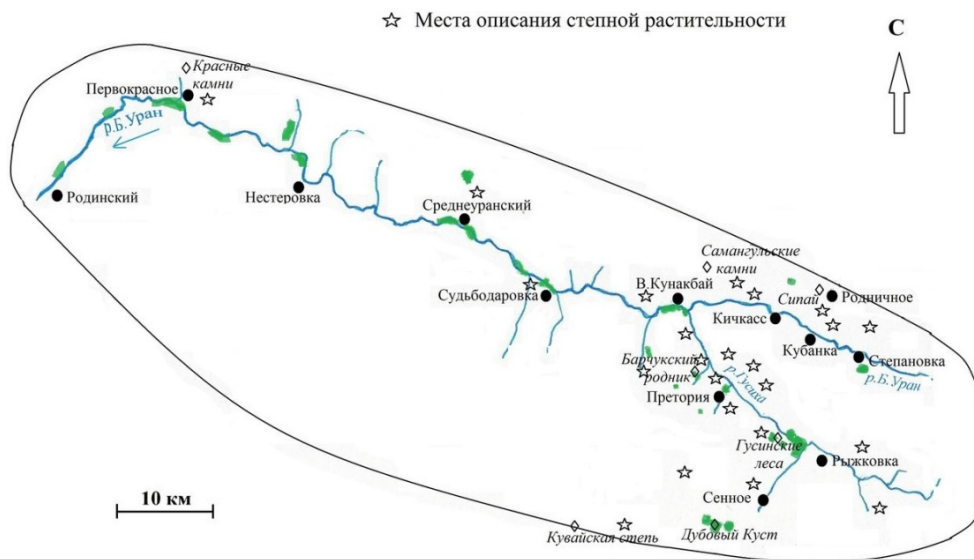


Рис. 1. Локализация геоботанических описаний

Геоботанические описания выполнены по стандартным методикам на площадках 100 м². При составлении сравнительной таблицы сообществ

использована шкала постоянства: $r - 0,1-5 \%$; $+ - 6-10 \%$; $I - 11-20 \%$; $II - 21-40 \%$; $III - 41-60 \%$; $IV - 61-80 \%$; $V - 81-100 \%$.

При определении видов использовались флористические сводки и определители [7–9]. Для экологического анализа закономерностей распределения травяной растительности использовалась непрямая ординация методом Detrended correspondence analysis (DCA-ординация), реализованным в пакете программ CANOCO 4.5 [10].

Результаты и их обсуждение

Результаты ординационного анализа собранного геоботанического массива данных по степям бассейна реки Б. Уран показаны на рис. 2. В пространстве двух главных осей ординации геоботанические описания сформировали пять групп. Ординационные группы представили разные типы степной растительности, хорошо различающиеся по экологии и флористическому составу. Флористическая дифференциация выделенных групп приведена в табл. 2. Характеристика местообитаний и некоторые параметры сообществ даны в табл. 3.

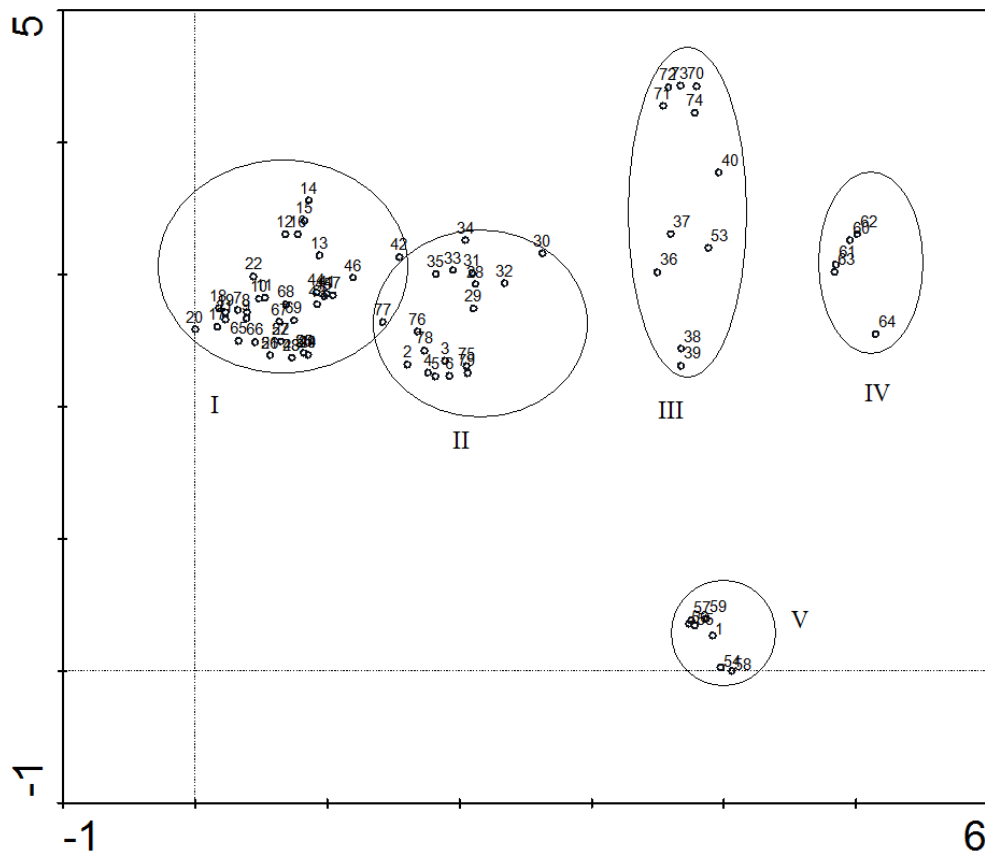


Рис. 2. Распределение геоботанических описаний степных сообществ бассейна реки Большой Уран в пространстве двух главных осей DCA-ординации. Арабскими цифрами обозначены номера описаний, римскими – номера групп описаний

Таблица 2

Сравнение характеристик местообитаний и синтетических характеристик сообществ разных ординационных групп

Характеристики	Группа				
	I	II	III	IV	V
Положение в рельефе	Склоны и вершины холмов	Склон, плакор	Склон, плакор, долины рек	Лощины, подножия холмов	Понижения, плакор
Преобладающая экспозиция	южные	южные	–	северные	–
Крутизна склона, °	20–40	10–30	0–10	0–30	0–5
Каменистость, %	10–30	0–10	0–10	0	0
ОПП, %	20–50	60–80	20–80	70–90	20–40
Среднее число видов на 100 м ²	15	10	15	20	6
Общее число видов в ценофлоре	62	52	57	46	31

Таблица 3

Сокращенная таблица флористической дифференциации ординационных групп

Группы	I	II	III	IV	V
Число описаний	37	18	11	6	7
1	2	3	4	5	6
Виды, характерные для I группы					
<i>Centaurea carbonata</i>	V ⁺¹	III	.	.	I
<i>Potentilla arenaria</i>	V ¹⁻²	I	.	.	I
<i>Koeleria sclerophylla</i>	IV ⁺²	I	.	.	I
<i>Artemisia marschalliana</i>	IV	.	.	.	I
<i>Jurinea cyanoides</i>	IV ⁺¹	I	.	.	I
<i>Onosma simplicissima</i>	IV	.	.	.	I
<i>Euphorbia seguierana</i>	IV	I	.	.	.
<i>Alyssum tortuosum</i>	III	I	.	.	.
<i>Scabiosa isetensis</i>	III	.	.	.	I
<i>Medicago cancellata</i>	III	.	.	.	.
<i>Hedysarum grandiflorum</i>	III	.	.	.	.
<i>Alyssum lenense</i>	III	.	.	.	.
<i>Gypsophila paniculata</i>	III	.	.	.	.
Виды, характерные для II группы					
<i>Stipa lessingiana</i>	II	V ¹⁻³	III	III	.
<i>Galatella villosa</i>	I	IV ⁺²	I	.	II
<i>Astragalus testiculatus</i>	II	IV ^{r+}	II	.	.
Виды, характерные для III группы					
<i>Agropyron pectinatum</i>	.	.	III	.	.
<i>Silene wolgensis</i>	I	I	III	.	.
<i>Veronica prostrata</i>	.	I	III	.	.

1	2	3	4	5	6
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	III	.	.
<i>Silene borysthena</i>	.	.	III	.	.
<i>Onosma tinctoria</i>	.	.	III	.	.
<i>Taraxacum serotinum</i>	.	.	II	.	.
Виды, характерные для IV группы					
<i>Stipa zalesskii</i>	I	.	II	V ²	.
<i>Amoria montana</i>	.	.	.	V ¹⁻²	.
<i>Plantago urvillei</i>	.	.	I	V	.
<i>Koeleria cristata</i>	.	.	II	V ¹⁻²	.
<i>Campanula sibirica</i>	.	.	.	IV	.
<i>Polygala comosa</i>	.	.	.	IV	.
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	.	IV	.
<i>Oxytropis pilosa</i>	.	I	.	IV	.
<i>Hieracium echioides</i>	I	.	.	IV	.
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	III	.
<i>Helictotrichon desertorum</i>	.	.	.	III	.
<i>Astragalus danicus</i>	.	.	I	III	.
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	I	III	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	I	III	.
Виды, характерные для V группы					
<i>Puccinellia distans</i>	.	.	.	I	V ⁺¹
<i>Poa annua</i>	.	.	I	I	V ⁺¹
<i>Artemisia pauciflora</i>	.	I	I	I	V ⁺³
<i>Limonium gmelinii</i>	.	.	.	I	V
<i>Poa bulbosa</i>	.	.	II	I	V
<i>Atriplex tatarica</i>	.	.	II	.	III
<i>Camphorosma monspeliaca</i>	.	.	.	I	III
<i>Palimbia defoliata</i>	.	I	.	.	III
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	II	.	III
<i>Plantago salsa</i>	III
Сквозные виды или виды, характерные для нескольких групп					
<i>Festuca valesiaca</i>	V	V ¹⁻³	V ²⁻³	V ²⁻³	V ²⁻³
<i>Artemisia austriaca</i>	I	V	V ¹⁻²	.	III
<i>Abyssum turkestanicum</i>	II	II	II	.	II
<i>Stipa capillata</i>	III	II ⁺	IV ⁺²	.	.

По первой оси, которая интерпретирована как комплексный фактор увлажнения, каменистости субстрата и богатства почвы, последовательно сменяются сообщества с I по IV группу.

В I группу вошли сообщества на каменистых субстратах (выходы песчаника, реже – мергеля) с каменистостью местообитаний от 10 до 30 %. Сообщества приурочены к южным склонам с уклоном 20–40 градусов. Петрофитные степи широко распространены на исследованной территории. Встречаются часто на правой стороне бассейна реки. По левой стороне

встречаются преимущественно по долинам ручьев в наиболее высоких точках. Общее проективное покрытие сообществ меняется в пределах от 20 до 50 %. Высота травостоя в среднем составляет 15–25 см. Видовая насыщенность составляет от 8 до 25 видов. Общее число видов – 62.

Характерными видами сообществ группы, встречающимися с высоким постоянством, в большинстве своем являются петрофиты: *Centaurea carbonata*, *Potentilla arenaria*, *Koeleria sclerophylla*, *Artemisia marschalliana*, *Jurinea cyanoides*, *Onosma simplicissima*, *Euphorbia seguierana*, *Alyssum tortuosum*, *Scabiosa isetensis*, *Medicago cancellata*, *Hedysarum grandiflorum*, *Alyssum lenense*, *Gypsophila paniculata*.

Во II группу вошли сообщества зональных настоящих сухих степей с преобладанием *Stipa lessingiana* на слабокаменистых субстратах, представляющие зональный тип растительности. Сообщества приурочены к черноземным почвам. Встречаются на территории исследования повсеместно как на плакорах, так и на южных склонах различной крутизны. Общее проективное покрытие сообществ меняется в пределах 60–80 %. Высота травостоя в среднем составляет 20–30 см. Видовая насыщенность составляет от 6 до 20 видов. Общее число видов – 52. В характерную группу вошли *Stipa lessingiana*, *Galatella villosa*, *Astragalus testiculatus*, *Agropyron desertorum*.

III группа объединила пастбищные варианты настоящих степей территории исследования, так называемые тырсовые и полынные сбои. Встречаются повсеместно в местах интенсивного выпаса скота. Общее проективное покрытие сообществ меняется в пределах 20–80 %. Высота травостоя в среднем составляет 20–30 см. Видовая насыщенность составляет от 12 до 40 видов. Общее число видов – 57. В характерную группу вошли виды, хорошо выдерживающие выпас, – *Agropyron pectinatum*, *Silene wolgensis*, *Veronica prostrata*, *Convolvulus arvensis*, *Silene borysthena*, *Onosma tinctoria*, *Taraxacum serotinum*. С высоким постоянством и обилием встречаются *Festuca valesiaca*, *Artemisia austriaca*, *Stipa capillata*.

Богатые луговые степи на развитых почвах представила IV ординационная группа. Встречаются повсеместно в степных ложинах или склонах северной экспозиции. Общее проективное покрытие сообществ меняется в пределах 70–90 %. Высота травостоя в среднем составляет 30 см. Видовая насыщенность составляет от 7 до 26 видов. Общее число видов – 46. В характерную группу вошли виды богаторазнотравных луговых степей – *Stipa zalesskii*, *Amoria montana*, *Plantago urvillei*, *Koeleria cristata*, *Campanula sibirica*, *Polygala comosa*, *Filipendula vulgaris*, *Oxytropis pilosa*, *Hieracium echioides*, *Knautia arvensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Astragalus danicus*, *Phleum phleoides*, *Centaurea scabiosa*.

Сообщества солонцеватых степей, встречающиеся локально в понижениях рельефа, объединены в V группу. Группа расположилась в начале второй оси, которая интерпретирована как фактор засоленности субстрата. Наибольшие массивы солонцеватых степей характерны для долины реки Гусиха. Общее проективное покрытие сообществ меняется в пределах 20–40 %. Высота травостоя в среднем составляет 10–20 см. Видовая насыщенность составляет от 7 до 20 видов. Общее число видов – 31. В характерную группу вошли виды, хорошо выдерживающие засоление – *Puccinellia distans*, *Poa*

annua, Limonium gmelinii, Artemisia pauciflora, Poa bulbosa, Atriplex tatarica, Camphorosma monspeliaca, Palimbia defoliata, Polygonum aviculare, Plantago salsa.

Выводы

Таким образом, метод непрямой ординации позволил выявить разнообразие степных сообществ территории бассейна реки Б. Уран, которое представлено пятью группами – каменистыми степями с преобладанием петрофитного разнотравья, бедновидовыми сухими лессингоковальными степями, пастбищными производными настоящих степей, луговыми и солонцеватыми степными сообществами. Главными факторами дифференциации сообществ являются увлажнение, богатство, каменистость почвы и, в меньшей степени, засоленность субстрата.

Список литературы

1. **Чибилев, А. А.** Зеленая книга степного края / А. А. Чибилев. – Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 1983. – 156 с., ил. ; 1987. – 208 с.
2. **Плаксина, Т. И.** Конспект флоры Волго-Уральского региона / Т. И. Плаксина. – Самара : Самарский университет, 2001. – 388 с.
3. **Шаронова, И. В.** Конспект флоры Самаро-Кинельского междуречья / И. В. Шаронова // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2008. – № 5. – С. 3–77.
4. **Шаронова, И. В.** Флора каменистых степей Оренбургского Приуралья / И. В. Шаронова // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы : материалы Междунар. науч. конф. – Казань, 2006. – С. 190–192.
5. **Рябинина, З. Н.** Конспект флоры Оренбургской области / З. Н. Рябинина. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. – 164 с.
6. **Чибилев, А. А.** Природное наследие Оренбургской области / А. А. Чибилев. – Оренбург : Оренбургское кн. изд-во, 1996. – 384 с.
7. **Алексеев, Ю. Е.** Определитель высших растений Башкирской АССР / Ю. Е. Алексеев, А. Х. Галева, И. А. Губанов [и др.]. – М. : Наука, 1989. – 375 с.
8. **Алексеев, Ю. Е.** Определитель высших растений Башкирской АССР / Ю. Е. Алексеев, Е. Б. Алексеев, К. К. Габбасов [и др.]. – М. : Наука, 1988. – 316 с.
9. **Рябинина, З. Н.** Определитель сосудистых растений Оренбургской области / З. Н. Рябинина, М. С. Князев. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 758 с.
10. **Ter Braak, C. J. F.** Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power / C. J. F. Ter Braak, P. Šmilauer. – Ithaca, NY, USA, 2002. – 500 p.

References

1. Chibilev A. A. *Zelenaya kniga stepnogo kraya* [The green book of the steppe region]. Chelyabinsk: Yuzh.-Ural. kn. izd-vo, 1983, 156 p.; 1987, 208 p.
2. Plaksina T. I. *Konspekt flory Volgo-Ural'skogo regiona* [The Volga-Ural region's flora synopsis]. Samara: Samarskiy universitet, 2001, 388 p.
3. Sharonova I. V. *Fitoraznoobrazie Vostochnoy Evropy* [Phytodiversity of Eastern Europe]. 2008, no. 5, pp. 3–77.
4. Sharonova I. V. *Voprosy obshchey botaniki: traditsii i perspektivy: materialy Mezhdunar. nauch. konf.* [Problems of general botany: traditions and prospects: proceedings of the International scientific conference]. Kazan, 2006, pp. 190–192.
5. Ryabinina Z. N. *Konspekt flory Orenburgskoy oblasti* [The Orenburg region's flora synopsis]. Ekaterinburg: UrO RAN, 1998, 164 p.

6. Chibilev A. A. *Prirodnoe nasledie Orenburgskoy oblasti* [Natural heritage of Orenburg region]. Orenburg: Orenburgskoe kn. izd-vo, 1996, 384 p.
7. Alekseev Yu. E., Galeeva A. Kh., Gubanov I. A. et al. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Bashkirskoy ASSR* [Identification guide of higher plants of Bashkiria ASSR]. Moscow: Nauka, 1989, 375 p.
8. Alekseev Yu. E., Alekseev E. B., Gabbasov K. K. et al. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Bashkirskoy ASSR* [Identification guide of higher plants of Bashkiria ASSR]. Moscow: Nauka, 1988, 316 p.
9. Ryabinina Z. N., Knyazev M. S. *Opredelitel' sosudistykh rasteniy Orenburgskoy oblasti* [Identification guide of vascular plants of Orenburg region]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009, 758 p.
10. Ter Braak C. J. F., Šmilauer P. *Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power. Ithaca, NY, USA, 2002, 500 p.

Табульдин Юлай Закирович

учитель, МБОУ «СОШ с. Кубанка»
Переволоцкого района Оренбургской
области
(Россия, Оренбургская область,
Переволоцкий район, село Кубанка,
ул. Макаренко, 4);
аспирант, Оренбургский государственный
педагогический университет
(Россия, г. Оренбург, ул. Советская, 19)

E-mail: Yulay21@rambler.ru

Tabul'din Yulay Zakirovich

Teacher, secondary school of Kubanca
village
(4 Makarenko street, Kubanca village,
Perevolotsky district, Orenburg region,
Russia);
postgraduate student, Orenburg State
Pedagogical University
(19 Sovetskaya street, Orenburg, Russia)

Ямалов Сергей Маратович

ведущий научный сотрудник,
Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН
(Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, 195,
корпус 3)

E-mail: yamalovsm@mail.ru

Yamalov Sergey Maratovich

Leading researcher, Botanical garden-
Institute of Ufa Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences
(building 3, 195 Mendeleeva street, Ufa,
Russia)

Петрова Мария Владимировна

аспирант, Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН
(Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, 195,
корпус 3)

E-mail: mariya.86.86@yandex.ru

Petrova Mariya Vladimirovna

Postgraduate student, Botanical garden-
institute of Ufa Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences
(building 3, 195 Mendeleeva street, Ufa,
Russia)

УДК 58.009

Табульдин, Ю. З.

Ординационный анализ степной растительности бассейна реки Большой Уран (Оренбургская область) / Ю. З. Табульдин, С. М. Ямалов, М. В. Петрова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 59–67.

ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ И ПЛОДОВ ДЕРЕЗЫ КИТАЙСКОЙ *LYCIUM CHINENSE* MILL. – ИНТРОДУЦЕНТА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация.

Актуальность и цели. В практической медицине используют сушеные плоды дерезы китайской *Lycium chinense* Mill. как антиастматическое, антиревматическое, противолихорадочное, противотуберкулезное, тонизирующее средство. Ее листья также обладают общеукрепляющим и тонизирующим действием. В связи с этим представляет интерес интродукция этой культуры в Среднем Поволжье для получения лекарственного растительного сырья. Цель работы – проведение фармакогностического анализа фитосырья *Lycium chinense*.

Материалы и методы. Материалом для фармакогностического изучения служили свежие и воздушно-сухие листья, а также зрелые ягоды (цельное и порошоканное сырье) трех образцов различного происхождения. Макроморфологию изучали визуально и при помощи стереоскопической лупы. Микроскопию нативных и неокрашенных тотальных препаратов осуществляли с использованием микроскопов МИКМЕД-1, БИОМЕД-6 (кратность увеличения – 4, 10, 40).

Результаты и выводы. Описаны макро- и микроморфологические особенности листьев и плодов коллекционных образцов дерезы китайской, проведен их сравнительный морфометрический анализ. Выявлены диагностические признаки двух морфологических групп лекарственного растительного сырья *L. chinense* при выращивании на выщелоченных черноземах.

Ключевые слова: листья, плоды, *Lycium chinense*, интродуцент Среднего Поволжья, фармакогностический анализ.

Е. Ф. Semenova, T. V. Apenkina, L. M. Azizova,
E. E. Kurdyukov, E. V. Begutova

PHARMACOGNOSTIC ANALYSIS OF LEAVES AND FRUITS OF CHINESE WOLFBERRY *LYCIUM CHINENSE* MILL. – INTRODUCED SPECIES OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Abstract.

Background. In medical practice, dried berries *Lycium chinense* are used as an antiasthmatic, antirheumatic, antifebrile, antituberculosis, tonic remedy. Its leaves have a restorative and tonic effect, too. In this connection, introduction of Chinese wolfberry in the Middle Volga region for medicinal needs is of interest. The aim of the work is to carry out a pharmacognostic analysis of *Lycium chinense* phytomaterials.

Materials and methods. The material for the pharmacognosticserved study included fresh and air-dry leaves and ripe berries (whole and powdered raw materials) of 3 samples of different origin. Macromorphology examined visually and using the stereoscopic magnifying glass. Microscopy of unstained native and total preparations was performed using microscopes MIKMED-1, BIOMED-6 (magnification of 4, 10, 40).

Results and conclusions. The authors described the macro and micromorphological characteristics of leaves and fruit of Chinese wolfberry collection samples, the comparative morphometric analysis thereof. The researchers have revealed diagnostic features of 2 morphological groups of medicinal plants *L. chinense*, when grown on leached chernozems.

Key words: leaves, fruit, *Lycium chinense*, introduced species of Middle Volga region, pharmacognostic analysis.

Введение

Дереза китайская *Lycium chinense* Mill. (латинская транскрипция греческого названия растения *Lykion* от географического названия *Lycia* – Ликия) имеет другое латинское название – *Lycium barbarum*, английское название – Wolfberry (волчья ягода), Gojiberry (ягоды Годжи) и народное русское название – волчья ягода, которое является собирательным для ряда видов растений, не все из которых имеют токсические свойства. Дереза обыкновенная *Lycium barbarum* не ядовита, ее плоды часто используют в сушеном виде [1].

Ботаническое описание. Многолетний листопадный кустарник с мягкими, иногда наполовину вьющимися стеблями из семейства пасленовых – *Solanaceae*. Стебли высотой до 3–3,5 м с мелкими и тонкими колючками. Растение имеет хорошо разветвленную корневую систему, от которой идут отпрыски, которые достаточно быстро начинают занимать окружающую площадь. Цветки колокольчатые, фиолетово-розовые, светло-фиолетовые, одиночные или по 2–5 в пазухах листьев, имеют приятный запах [2].

Растет дереза на сухих склонах предгорий, гор, в каменистых расселинах, вдоль дорог. Культивируют ее в Китае, Японии, Центральной Азии, Европе и на Гавайских островах. Используемые части лекарственного растения – ягоды, кора корней, листья [1].

Химический состав. Ягоды Годжи содержат бетаин, рутин, аскорбиновую кислоту, даукостерин (β -ситостерил- β -D-глюкозид). В коре найдено эфирное масло с высоким содержанием коричной кислоты и фенольных соединений, а также лейцин, холин, жирное масло, протеин, даукостерин, а также алкалоиды семейства пасленовых, в частности физалин. Корни дерезы китайской содержат алкалоиды: бетаин, атропин, гиоциамин; полисахариды, аминокислоты: глутаминовую кислоту, пролин, глицин, аланин, метионин, лизин и др. Из моносахаридов присутствуют глюкоза, галактоза, арабиноза, рамноза, ксилоза. Фитосырье дерезы содержит витамины В₁, В₂, С, никотиновую кислоту и каротин, а также следующие микроэлементы: кальций, фосфор, железо, натрий, магний, марганец, калий и др. [1, 2].

В западноевропейской медицине указывается на воздействие этого лекарственного растения на функции человеческого организма путем регуляции метаболических процессов, снижения уровня сахара и холестерина, стабилизации почечной активности, а также антиоксидантных свойств. Дереза китайская применяется при атеросклерозе, заболевании печени и почек, лихорадке и ревматизме, гипертонии, головных болях, импотенции, ухудшении зрения, хронической усталости и слабости, диабете, ожирении и туберкулезе. Ягоды назначают при хронической усталости, слабости, кашле, импотенции, простатите, запорах при атонии кишечника, а также для профилактики опухолей и в целях снижения побочных эффектов при химио- и лучевой терапии [3].

В северном и центральном Китае дереза использовалась в традиционной медицине в течение 2000 лет для повышения продолжительности жизни, улучшения зрения и самочувствия. Считается также, что ее плоды снимают головные боли, головокружение и шум в ушах. Они обладают общеукрепляющим, антиоксидантным, тонизирующим действием, нормализуют давление, укрепляют иммунитет. Ягоды Годжи благотворно влияют на кроветворную, дыхательную и нервную систему, улучшают работу почек и печени, нормализуют содержание холестерина и уровень сахара в крови, предотвращают преждевременное старение [1–3].

В связи с этим представляет интерес интродукция этой культуры в Среднем Поволжье для получения лекарственного растительного сырья комплексного действия. Цель исследования – проведение фармакогностического анализа различных морфологических групп фитосырья *Lycium chinense*.

Материалы и методы

Материалом для фармакогностического изучения служили свежие и воздушно-сухие листья растений дерезы китайской, выращенных на выщелоченных черноземах (г. Пенза), а также зрелые ягоды (цельное и порошоканное сырье) трех коммерческих образцов: 1 – Глобалторг, 2 – Gullin Tianhe Pharmacautical, 3 – Ningxia Berry.

Методами экспериментальных исследований являлись макроскопический и микроскопический анализы как составные части фармакогностического анализа [4, 5]. Макроморфологию изучали визуально и при помощи стереоскопической лупы. Статистическую обработку морфометрических данных проводили согласно [6, 7]. Микроскопию нативных и неокрашенных тотальных препаратов осуществляли с использованием микроскопов МИКМЕД-1, БИОМЕД-6 (кратность увеличения – 4, 10, 40). Фотографирование микро- и макрообъектов проводили цифровыми фотокамерами NikonCoolpix 2500, NikonCoolpix 6300, Panasonic DMC-FX100. Описания микропрепаратов составлены в соответствии с современной методической и справочной литературой [8–11].

Результаты и их обсуждение

I. Макроскопический анализ

Листья. При изучении внешних признаков листьев обращали внимание на форму и опушенность листьев, определяли длину и ширину листовой пластинки и черешка, цвет исследуемого растительного сырья.

В ходе исследования цельного сырья выявлено, что листья *L. chinense* короткочерешковые, форма черешка – цилиндрическая. Листовая пластинка – эллиптическая (ланцетная) с цельным краем. Форма верхушки листа – заостренная, основание листа – клиновидное. Жилкование – перистонервное. Расположение листьев очередное, иногда они сближены в пучки. Листья без опушения, верхняя поверхность темно-зеленого цвета, нижняя – более светлая – зеленого цвета.

У образца 1 листовые пластинки слабо поражены возбудителями фитомикозов, у образца 3 – повреждены листоедами. У образца 2 наблюдали как развитие грибных болезней, так и вредителей (рис. 1).

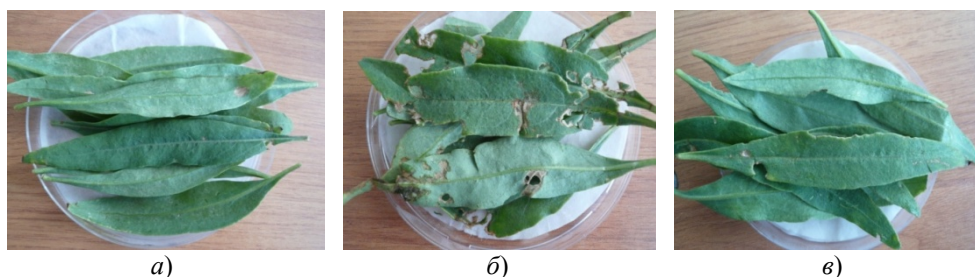


Рис. 1. Листья интродуцированных в Среднем Поволжье растений дерезы китайской *L. chinense* в конце вегетации: а – образец 1; б – образец 2; в – образец 3

Сравнительные прямые линейные измерения и гравиметрические определения листьев продемонстрировали достоверную разницу между изучаемыми показателями образцов различного происхождения (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические показатели листьев
дерезы китайской (средние значения)

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Ширина, см	1,62 ± 0,28	2,09 ± 0,32	2,06 ± 0,36
Длина, см	8,55 ± 0,45	8,89 ± 0,45	9,11 ± 0,56
Площадь, см ²	9,53 ± 2,47	11,48 ± 2,63	13,12 ± 2,85
Масса свежего листа, г	0,50 ± 0,10	0,70 ± 0,12	0,80 ± 0,15
Масса воздушно-сухого листа, г	0,10 ± 0,02	0,14 ± 0,04	0,16 ± 0,05

Максимальными значениями изучаемых признаков характеризовались листья коллекционного образца 3 из региона китайского Тибета, минимальными – образца 1 из средней полосы России. Масса воздушно-сухих листьев одного растения находилась в пределах 25,5–54,4 г, что составляет 408,0–870,4 г/м², или в пересчете 4,080–8,704 т/га. Урожай лекарственного растительного сырья (сбор листьев) дерезы китайской свидетельствует о целесообразности выращивания этой культуры на выщелоченных черноземах Среднего Поволжья.

Плоды. При изучении внешних признаков плодов обращали внимание на их форму и строение, размеры и цвет.

В ходе исследования цельного лекарственного растительного сырья определено, что ягоды *L. chinense* сочные, красного цвета, сладкого вкуса. Форма продолговатая или округло-продолговатая (образец 2) с тонким кожистым внеплодником, сочным межплодником и твердым внутриплодником (рис. 2).

Поверхность кожуры морщинистая, матовая. Количество семян от 20–25 до 30–35 штук в плоде в зависимости от его размеров (табл. 2, 3). Семена мелкие (ширина – 0,57–0,64 мм; длина – 1,68–1,77 мм), сплюснутые, округлой формы, неравнобокие. Поверхность семени гладкая, светло-желтого цвета, запах отсутствует. Масса 1000 семян равна 33,33–50,00 г. Образец 3 характеризовался самыми крупными семенами, превосходящими по массе семена других образцов в 1,5 раза. Однако они были более вытянуты (0,57 мм × 1,77 мм).

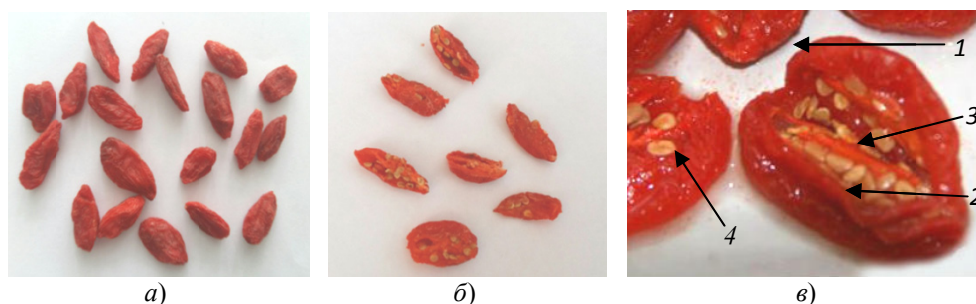


Рис. 2. Плоды дерезы китайской *L. chinense*: а – общий вид; б – продольный разрез; в – внутреннее строение (увеличение $\times 4$): 1 – экзокарпий; 2 – эндокарпий; 3 – мезокарпий; 4 – семя

Таблица 2

Морфометрические показатели ягод Годжи – плодов дерезы китайской (средние значения)

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Ширина, мм	15,00 \pm 0,70	10,00 \pm 1,00	18,00 \pm 0,20
Длина, мм	8,00 \pm 0,30	6,00 \pm 0,10	5,00 \pm 2,00
Масса свежих ягод, г	1,30 \pm 0,45	0,50 \pm 0,15	0,65 \pm 0,07
Масса воздушно-сухих ягод, г	0,26 \pm 0,25	0,10 \pm 0,03	0,13 \pm 0,02

Таблица 3

Морфометрические показатели семян дерезы китайской (средние значения)

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Ширина, мм	0,63 \pm 0,04	0,64 \pm 0,07	0,57 \pm 0,02
Длина, мм	1,71 \pm 0,20	1,68 \pm 0,17	1,77 \pm 0,09
Масса 1000 семян, г	33,33 \pm 0,02	33,33 \pm 0,02	50,00 \pm 0,03
Масса 1 семени, мг	33,33 \pm 0,02	33,33 \pm 0,02	50,00 \pm 0,03

II. Микроскопический анализ

Листья. При рассмотрении листа с поверхности видны клетки эпидермиса: на верхней стороне – со слегка извилистыми стенками, на нижней – с более извилистыми (рис. 3). Устьица с обеих сторон листа окружены клетками, не отличающимися от остальных клеток эпидермы (аномоцитный тип). Они крупные, слабопгуженные с выраженной устьичной щелью. В клетках паренхимы видны в большом количестве тупоконечные друзы кальция оксалата (рис. 3, в), не имеющие упорядоченного расположения.

Плоды. При анализе микропрепаратов поверхности плодов дерезы китайской установлено, что эпидермис ягод состоит из довольно крупных многоугольных клеток с утолщенными стенками (рис. 4, а). Мякоть плода состоит из округлых клеток с обильным количеством оранжево-желтых хромопластов (рис. 4, б). Размеры хромопластов стабильны.

К характерным микроморфологическим признакам относятся группы лубяных волокон с обкладкой, содержащей призматические кристаллы окса-

лата кальция. Внутренние секреторные структуры представлены секреторными каналами.

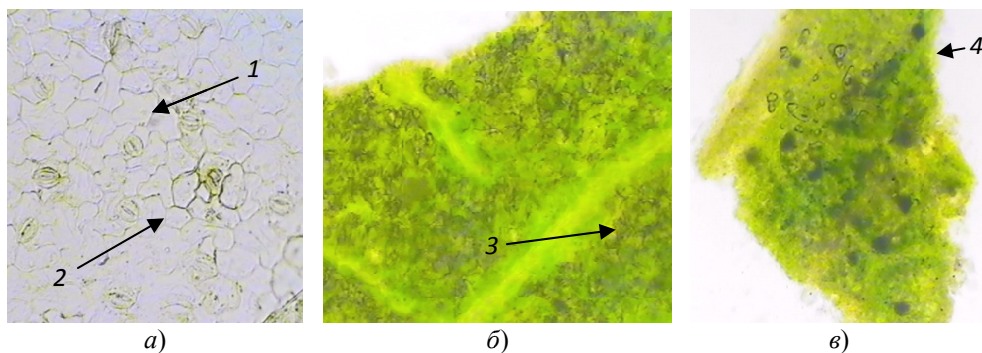


Рис. 3. Анатомическое строение листа дерезы китайской *L. chinense* (неокрашенный препарат): *a* – поверхность цельного листа: 1 – абаксиальные эпидермальные клетки с извилистыми стенками; 2 – аномоцитный устьичный аппарат (увеличение $\times 40$); *б, в* – порошокванное сырье: 3 – проводящие пучки; 4 – друзы оксалата кальция (увеличение $\times 10$)

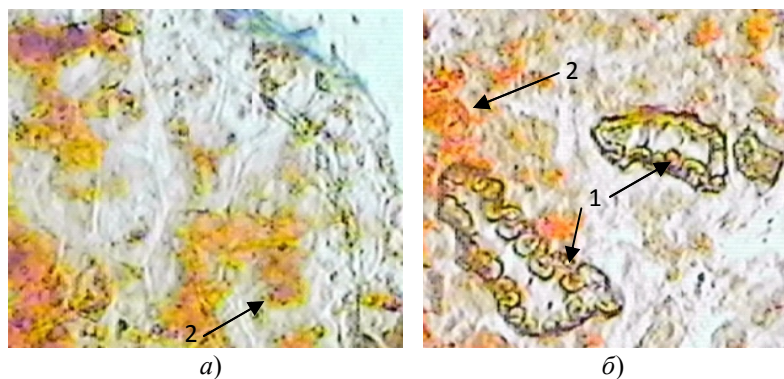


Рис. 4. Анатомическое строение плодов дерезы китайской *L. chinense*, неокрашенный препарат поперечного среза (увеличение $\times 40$): *a* – многоугольные клетки эпидермиса; *б* – группы лубяных волокон с кристаллоносной обкладкой: 1 – призматические кристаллы; 2 – пигментсодержащие клетки

Выводы

1. Листья *L. chinense* имеют следующие макроморфологические особенности: короткий цилиндрический черешок, эллиптическую листовую пластинку с цельным краем, заостренной верхушкой и клиновидным основанием; расположение неопушенных листьев очередное, редко – в виде пучков.

2. Анатомио-диагностическими признаками листьев дерезы китайской *L. chinense* как морфологической группы лекарственного растительного сырья являются наличие кристаллических друз, не имеющих упорядоченного расположения, а также наличие крупных слабопогруженных устьиц аномоцитного типа с выраженной устьичной щелью.

3. Характерными макроморфологическими признаками плодов *L. chinense* являются многосемянность ягоды, содержащей 20–35 семян, ее продол-

говатая форма с тонким кожистым внеплодником, сочным межплодником и твердым внутриплодником.

4. К анатомо-диагностическим признакам плодов дерезы китайской как морфологической группы лекарственного растительного сырья относятся группы лубяных волокон с обкладкой, содержащей призматические кристаллы; наличие эпидермиса из довольно крупных многоугольных клеток с утолщенными стенками, секреторных каналов, паренхимных округлых клеток с обильным количеством оранжево-желтых хромопластов, размеры которых стабильны.

5. Лучшие показатели по изученному комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств имел коллекционный образец из китайского Тибета, который рекомендуется для дальнейшей интродукционно-селекционной работы в лекарственном растениеводстве Среднего Поволжья.

Список литературы

1. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения. – СПб. : СпецЛит : Издательство СПХФА, 2002. – 407 с.
2. **Павлов, М.** Энциклопедия лекарственных растений / М. Павлов. – М. : Мир, 1998. – 467 с.
3. **Николаева, Ю.** Ягоды Годжи. Плоды долголетия и суперздоровья / Ю. Николаева. – М. : ЭнтрастТрейдинг, 2015. – 128 с.
4. Государственная фармакопея СССР. – 13-е изд. – М. : Медицина, 2015.
5. **Самылина, И. А.** Фармакогнозия. Атлас / И. А. Самылина, О. Г. Аносова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – Т. 2. – 384 с.
6. **Шмидт, В. М.** Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
7. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. **Потанина, О. Г.** Новые анатомо-диагностические признаки некоторых лекарственных растений / О. Г. Потанина // Здоровье и образование в XXI веке : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (29–31 марта 2002 г.). – М., 2002. – С. 330.
9. **Семенова, Е. Ф.** Практикум по ботанике для студентов специальности «Фармация» / Е. Ф. Семенова, Н. А. Меженная, Т. М. Фадеева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 162 с.
10. **Семенова, Е. Ф.** Культура *invitro* дерезы китайской *Lycium chinense* Mill. – производящего растения ягод Годжи / Е. Ф. Семенова, Т. В. Апенкина, А. И. Шпичка, Ю. А. Пурзикова, О. В. Понкротова // Актуальные проблемы медицинской науки и образования : сб. ст. V Междунар. науч. конф. (4–5 июля 2015 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 282–284.
11. **Семенова, Е. Ф.** Кафедральная коллекция *invitro* как способ сохранения и размножения лекарственных растительных организмов различного происхождения / Е. Ф. Семенова, Е. В. Преснякова, А. И. Шпичка // Ботанические коллекции – национальное достояние России : сб. науч. ст. Всерос. науч. конф. (с междунар. участием), посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (17–19 февраля 2015 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 190–192.

References

1. *Entsiklopedicheskiy slovar' lekarstvennykh rasteniy i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya* [Encyclopedic dictionary of medicinal plants and products of animal origin]. Saint-Petersburg: SpetsLit: Izdatel'stvo SPKhFA, 2002, 407 p.
2. Pavlov M. *Entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy* [Encyclopedia of medicinal plants]. Moscow: Mir, 1998, 467 p.

3. Nikolaeva Yu. *Yagody Godzhi. Plody dolgoletiya i superzdorov'ya* [Goji berries. Fruit of longevity and super-health]. Moscow: EntrastTreyding, 2015, 128 p.
4. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR* [State pharmacopoeia of USSR]. 13th ed. Moscow: Meditsina, 2015.
5. Samylina I. A., Anosova O. G. *Farmakognosiya. Atlas* [Pharmacognosy. Atlas]. Moscow: GEOTAR-Media, 2007, vol. 2, 384 p.
6. Shmidt V. M. *Matematicheskie metody v botanike* [Mathematical methods in botany]. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta, 1984, 288 p.
7. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
8. Potanina O. G. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (29–31 marta 2002 g.)* [Health and education in the XXI century: proceedings of III International scientific and practical conference (29–31 March 2002)]. Moscow, 2002, p. 330.
9. Semenova E. F., Mezhenaya N. A., Fadeeva T. M. *Praktikum po botanike dlya studentov spetsial'nosti «Farmatsiya»* [Practical work in botany for students majoring in Pharmacy]. Penza: Izd-vo PGU, 2012, 162 p.
10. Semenova E. F., Apenkina T. V., Shpichka A. I., Purzikova Yu. A., Ponkratova O. V. *Aktual'nye problemy meditsinskoj nauki i obrazovaniya: sb. st. V Mezhdunar. nauch. konf. (4–5 iyulya 2015 g.)* [Urgent problems of medical science and education: proceedings of V International scientific conference (4–5 July 2015)]. Penza: Izd-vo PGU, 2015, pp. 282–284.
11. Semenova E. F., Presnyakova E. V., Shpichka A. I. *Botanicheskie kollektzii – natsional'noe dostoyanie Rossii: sb. nauch. st. Vseros. nauch. konf. (s mezhdunar. uchastiem), posvyashch. 120-letiyu Gerbariya im. I. I. Sprygina i 100-letiyu Russkogo botanicheskogo obshchestva (17–19 fevralya 2015 g.)* [Botanical collections – the national heritage of Russia: proceedings of the All-Russian scientific conference (with international participation), devoted to 120th anniversary of I. I. Sprygin's Herbarium and 100th anniversary of the Russian botanical society (17–19 February 2015)]. Penza: Izd-vo PGU, 2015, pp. 190–192.

Семенова Елена Федоровна

кандидат биологических наук, профессор,
старший научный сотрудник, кафедра
общей и клинической фармакологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: sef1957@mail.ru

Semenova Elena Fedorovna

Candidate of biological sciences, professor,
senior staff scientist, sub-department of
general and clinical pharmacology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Апенкина Татьяна Вадимовна

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

E-mail: angelohek.95@mail.ru

Apenkina Tatyana Vadimovna

Student, Penza State University,
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Азизова Лилия Маратовна

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

E-mail: liya.azizova.1997@mail.ru

Azizova Lily Maratovna

Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Курдюков Евгений Евгеньевич
аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: dominatorx007@mail.ru

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

Бегутова Екатерина Владимировна
студентка, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: Katya9408@list.ru

Begutova Ekaterina Vladimirovna
Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК (615.32+581.6):582.951.4

Семенова, Е. Ф.

Фармакогностическое исследование листьев и плодов дерезы китайской *Lycium chinense* Mill. – интродуцента Среднего Поволжья / Е. Ф. Семенова, Т. В. Апенкина, Л. М. Азизова, Е. Е. Курдюков, Е. В. Бегутова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 68–76.

МНОГОСЛОЙНОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. В работе проведено исследование коррозионной стойкости многослойных материалов, полученных методом потенциостатического импульсного электролиза. Цель работы заключалась в выборе материалов для создания многослойных покрытий на стали, обладающих повышенной коррозионной стойкостью, а также разработка технологии их формирования.

Материалы и методы. Формирование гальванических покрытий проводили в стационарном и потенциостатическом импульсном режимах электролиза. Исследование коррозионной стойкости проводили ускоренными методами в растворах, моделирующих морскую среду.

Результаты. В работе исследована коррозионная стойкость образцов, изготовленных из стали Ст3, покрытой никелем и сплавами цинк-никель разного состава и при использовании различных режимов электролиза. Экспериментально доказано, что потенциостатический режим импульсного электролиза позволяет формировать гальванические покрытия сплавом цинк-никель различного состава из одного электролита. На основании исследования электродных потенциалов покрытий в различных средах обоснован состав наружного и внутренних слоев.

Выводы. При проведении исследования было экспериментально доказано, что формирование на поверхности стали многослойных покрытий позволяет значительно повысить защитные свойства данных покрытий. Теоретически обосновано, что материалы слоев должны иметь различные значения электродных потенциалов и внутренний слой должен иметь более отрицательное значение потенциала, чем наружный.

Ключевые слова: гальваническое покрытие, коррозионная стойкость, многослойные материалы.

S. Yu. Kireev, S. N. Kireeva

MULTILAYERED ELECTROPLATED COATING OF INCREASED CORROSION RESISTANCE

Abstract.

Background. The work describes a research of corrosion resistance of the multilayered materials, obtained by method of controlled potential impulse electrolysis. The purpose of the work is to choose materials for creation of multilayered coatings on steel possessing increased corrosion resistance, and also to develop a technology of formation thereof.

Materials and methods. Electroplated coatings were formed in a stationary and a controlled potential impulse modes of electrolysis. The research of corrosion resis-

tance was conducted by accelerated methods in solutions, simulating marine environment.

Results. The authors researched corrosion resistance of the samples, made of the St3 steel covered with nickel and zinc-nickel alloys of different structure, using various modes of electrolysis. It is experimentally proved that the controlled potential impulse electrolysis allows to form electroplated coatings by the zinc-nickel alloy of various structure from a single electrolyte. On the basis the study of electrode potentials of coatings in various environments, the authors substantiated the composition of external and inner layers.

Conclusions. In the course of the research it was experimentally proved that formation of multilayered coating of steel surfaces allows to considerably increase protective properties of these coatings. It was theoretically proved that materials of layers have to have various values of electrode potentials and the inside layer has to have a more negative value of the potential, than the external one.

Key words: electroplated coating, corrosion resistance, multilayered materials.

Одним из наиболее опасных видов коррозии является питтинговая коррозия. Нами [1–6] было предложено и исследовано несколько типов многослойных коррозионно-стойких материалов для различных сред, реализующих принцип «протекторной питтинг-защиты», описанный в [7]. Предлагаемые многослойные системы получены методом сварки взрывом и представляют собой толстые материалы, которые можно применять в качестве конструктивных для создания химических реакторов при производстве минеральных удобрений, а также для стенок хранилищ высокоактивных ядерных отходов.

Многослойные гальванические покрытия имеют значительно меньшую толщину, однако также эффективно защищают детали от коррозии, в том числе и питтинговой [8, 9].

Учитывая вышеизложенное, а также анализируя многочисленные литературные источники [10, 11], можно прийти к выводу, что для эффективной защиты стали от коррозии наиболее целесообразно использовать многослойные покрытия. Причем материалы слоев должны иметь различные значения электродного потенциала.

Изменять потенциалы материалов слоев можно с помощью введения в электролит добавок, которые будут включаться в покрытие. Примерами таких многослойных гальванических покрытий могут служить покрытия «би-никель» и «три-никель» [8]. Наиболее широко варьировать величинами электродных потенциалов металлов слоев можно, меняя природу металла. При выборе металлов для многослойного материала необходимо оценивать возможность комбинации их в соответствии с ГОСТ 9.005-72, а также учитывать условия эксплуатации (состав коррозионной среды, температура). Условия эксплуатации будут влиять на значение электродного потенциала слоя и определять его свойства по отношению к другим слоям и основе. Так, стандартный электродный потенциал предварительно активированного в соляной кислоте никелевого покрытия в морской воде составляет $-0,12$ В. В данном случае по отношению к стали Ст3 никелевое покрытие будет катодом. Пассивирование никелевого покрытия в среде окислителей (гипохлориты) приводит к смещению потенциала в область более положительных значений. Так, стационарный потенциал пассивированного никеля в морской воде

(рН 6,5–7,0) составляет +0,25 В, а в щелочной среде (раствор гипохлорита натрия, рН 10,0) +0,47 В. Данные значения являются более положительными по сравнению не только со сталью Ст3, но и с медью.

Одной из проблем, ограничивающих развитие данных технологий, является необходимость использовать для каждого слоя покрытия свой электролит, что в совокупности с операциями промывки между этими стадиями значительно увеличит количество ванн в линии.

В дополнение к вышесказанному возникают трудности в нанесении металлов разной природы друг на друга. Например, цинк в кислом электролите никелирования подвергается интенсивной коррозии, что не позволяет сформировать качественное никелевое покрытие. Для решения данной проблемы используют «завешивание детали в ванну никелирования под током» [8, 12].

Формирование на стали Ст3 такого двухслойного покрытия защищает ее от коррозии значительно дольше, чем однослойное покрытие никелем. Нами были изготовлены следующие образцы:

- 1) пластины Ст3 с покрытием Ц5.Н5;
- 2) пластины Ст3 с покрытием Н10.

Данные образцы погружались в 0,5 М раствор хлорида натрия и выдерживались при температуре 25 ± 1 °С. Продукты «красной коррозии» на образцах с однослойным никелевым покрытием были обнаружены через 2–3 часа. На образцах с двухслойным покрытием Ц5.Н5 незначительные очаги красной коррозии были обнаружены через 120 часов и не увеличивались в размерах на протяжении 330–340 часов.

Экспериментально было установлено, что применение импульсов потенциала прямоугольной формы (потенциостатический режим импульсного электролиза) позволяет из одного раствора, меняя параметры процесса, формировать покрытия различного состава. Используя данный режим, можно на одном образце за одно погружение детали получить несколько слоев покрытия различного состава.

Для доказательства эффективности применения многослойных покрытий сплавом Ц-Н в морской среде был проведен эксперимент, результаты которого представлены в табл. 1.

При изготовлении образцов с многослойными покрытиями материалы слоев выбирали таким образом, чтобы внутренний слой, наносимый непосредственно на сталь, имел более отрицательное значение электродного потенциала, чем следующий слой. Материал наружного слоя по отношению к коррозионной среде должен обладать более высокой коррозионной стойкостью и, что немаловажно при финишной обработке деталей, лучшими декоративными характеристиками.

Полученные результаты доказывают, что многослойные покрытия сплавом Ц-Н надежно защищают сталь от коррозии в течение более длительного времени по сравнению с однослойными покрытиями такой же толщины. Стационарный потенциал сплава Ц-Н(88) в растворе хлорида натрия имеет более отрицательные значения, чем потенциал сплава Ц-Н(75). При наличии пор в наружном слое или при развитии питтинга и достижении им внутреннего слоя возникает гальванический элемент, в котором анодом будет внутренний слой (Ц-Н(88)).

Результаты исследования коррозионной стойкости образцов (сталь Ст3) с различными покрытиями в 3 % растворе хлорида натрия при температуре $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Покрытие	Режим	Время до появления продуктов «красной коррозии», ч	Фотографии образцов после 1900 ч испытаний
Ц-Н(88)6.Ц-Н(75)6	Потенциостатический импульсный	> 1900	
Ц-Н(88)7.Ц-Н(75)9	Потенциостатический импульсный	> 1900	
Ц-Н(88)12	Потенциостатический импульсный	780–800	
Ц-Н(88)12	Стационарный	720–740	
Ц-Н(75)16	Потенциостатический импульсный	560	
Н8	Потенциостатический импульсный	310	

Режим электролиза также влияет на коррозионную стойкость. Покрытия, сформированные с использованием потенциостатического режима импульсного электролиза, более длительное время (по сравнению со стационарным режимом) препятствуют образованию продуктов «красной коррозии». Данное обстоятельство можно объяснить влиянием режима электролиза на морфологические особенности покрытий, в частности на равномерность, размер кристаллов, пористость.

Таким образом, на примере сплава Ц-Н доказано, что применение потенциостатического режима импульсного электролиза позволяет формировать покрытия различного состава из одного электролита. Для этого необходимо проводить процесс с использованием программного режима: вначале задаются параметры процесса для нанесения внутреннего слоя, затем через некоторое время, достаточное для формирования слоя требуемой толщины, задаются параметры для формирования следующего слоя и т.д. В данном режиме можно получать практически неограниченное количество слоев: СтЗ.(Ц-Н(88).Ц-Н(75))_n.Ц-Н(75).

Список литературы

1. **Лось, И. С.** Многослойные коррозионно-стойкие материалы : моногр. / И. С. Лось, Ю. П. Перельгин, А. Е. Розен, С. Ю. Киреев. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 112 с.
2. **Лось, И. С.** Многослойные коррозионно-стойкие материалы : моногр. / И. С. Лось, Ю. П. Перельгин, А. Е. Розен, С. Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 128 с.
3. **Перельгин, Ю. П.** Новый коррозионно-стойкий многослойный материал / Ю. П. Перельгин, А. Е. Розен, И. С. Лось, С. Ю. Киреев // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 5. – С. 7–10.
4. **Perelygin, Yu. P.** Electrochemical Research of the Multilayer Corrosion Resistant Material / Yu. P. Perelygin, A. E. Rosen, I. S. Los', S. Yu. Kireev // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 770. – P. 45–48.
5. **Perelygin, Yu. P.** A New Corrosion-Resistant Multilayer Material / Yu. P. Perelygin, A. E. Rosen, I. S. Los', S. Yu. Kireev // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2014. – Vol. 50, № 7. – P. 856–859.
6. **Perelygin, Yu. P.** Corrosion resistance and mechanical properties of multilayer metals / Yu. P. Perelygin, A. E. Rosen, I. S. Los', S. Yu. Kireev // Science and Society : the collection includes the 7th International Scientific and Practical Conference by SCIEURO (23–30 March 2015). – London, 2015. – P. 15–25.
7. Международная заявка на патент 2010/036139 Российская Федерация, МПК⁶ C23F13/00; B32B7/02. Многослойный материал повышенной коррозионной стойкости и способ его получения / Розен А. Е., Лось И. С., Перельгин Ю. П. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ООО «Научно-технический центр “Инвест-патент”». – № 2008/000620 ; заявл. 26.09.2008 ; опубл. 01.04.2010. – 44 с.
8. **Мамаев, В. И.** Никелирование : учеб. пособие / В. И. Мамаев, В. Н. Кудрявцев. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. – 198 с.
9. ГОСТ 9.305-84. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий. Введ. 1984-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 183 с.
10. **Кайдриков, Р. А.** Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и многослойных систем : моногр. / Р. А. Кайдриков, Б. Л. Журавлев, С. С. Виноградова [и др.]. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 144 с.

11. **Виноградова, С. С.** Прогнозирование срока службы многослойных систем покрытий / С. С. Виноградова, Р. А. Кайдриков, Б. Л. Журавлев // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 1. – С. 25–28.
12. Прикладная электрохимия / под ред. Н. Т. Кудрявцева. – М. : Химия, 1975. – 552 с.

References

1. Los I. S., Perelygin Yu. P., Rozen A. E., Kireev S. Yu. *Mnogosloynnye korrozionno-stoykie materialy: monogr.* [Multilayered corrosion resistant materials: monograph]. Penza: Izd-vo PGU, 2013, 112 p.
2. Los I. S., Perelygin Yu. P., Rozen A. E., Kireev S. Yu. *Mnogosloynnye korrozionno-stoykie materialy : monogr.* [Multilayered corrosion resistant materials: monograph]. 2nd ed. Penza: Izd-vo PGU, 2013, 128 p.
3. Perelygin Yu. P., Rozen A. E., Los I. S., Kireev S. Yu. *Korroziya: materialy, zashchita* [Corrosion: materials, protection]. 2013, no. 5, pp. 7–10.
4. Perelygin Yu. P., Rosen A. E., Los I. S., Kireev S. Yu. *Applied Mechanics and Materials*. 2015, vol. 770, pp. 45–48.
5. Perelygin Yu. P., Rosen A. E., Los I. S., Kireev S. Yu. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2014, vol. 50, no. 7, pp. 856–859.
6. Perelygin Yu. P., Rosen A. E., Los I. S., Kireev S. Yu. *Science and Society: the collection includes the 7th International Scientific and Practical Conference by SCIEURO (23–30 March 2015)*. London, 2015, pp. 15–25.
7. *Mezhdunarodnaya zayavka na patent 2010/036139 Rossiyskaya Federatsiya, MPK⁶ C23F13/00; V32V7/02. Mnogosloynnyy material povyshennoy korrozionnoy stoykosti i sposob ego polucheniya* [International application for a patent 2010/036139 the Russian Federation, MPK⁶ C23F13/00; V32V7/02. Multilayered material with enhanced corrosion resistance and a method of obtainment thereof]. Rozen A. E., Los I. S., Perelygin Yu. P. et al.; applicant and patent holder LLC «Scientific technical center “Investpatent”». No. 2008/000620; appl. 26 Sept. 2008; publ. 01 Apr. 2010, 44 p.
8. Mamaev V. I., Kudryavtsev V. N. *Nikelirovanie: ucheb. posobie* [Nickel plating]. Moscow: RKhTU im. D. I. Mendeleeva, 2014, 198 p.
9. *GOST 9.305-84. Pokrytiya metallicheskie i nemetallicheskie neorganicheskie. Operatsii tekhnologicheskikh protsessov polucheniya pokrytiy. Vved. 1984-01-01* [State standard GOST 9.305-84. Metallic and non-metallic non-organic coatings. Operations of technological processes of coating obtainment. Adapted on 01.01.1984]. Moscow: Izd-vo standartov, 1988, 183 p.
10. Kaydrikov R. A., Zhuravlev B. L., Vinogradova S. S. et al. *Elektrokhimicheskie metody issledovaniya lokal'noy korrozii passiviruyushchikhsya splavov i mnogosloynnykh sistem: monogr.* [Electrochemical methods of researching local corrosion of passivated alloys and multilayered systems: monograph]. Kazan: Izd-vo KNITU, 2013, 144 p.
11. Vinogradova S. S., Kaydrikov R. A., Zhuravlev B. L. *Korroziya: materialy, zashchita* [Corrosion: materials, protection]. 2013, no. 1, pp. 25–28.
12. *Prikladnaya elektrokimiya* [Applied electrochemistry]. Ed. by N. T. Kudryavtsev. Moscow: Khimiya, 1975, 552 p.

Киреев Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра химии, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: Sergey58_79@mail.ru

Kireev Sergey Yur'evich

Candidate of engineering sciences, associate
professor, sub-department of chemistry,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Киреева Светлана Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра химии, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: Svetlana58_75@mail.ru

Kireeva Svetlana Nikolaevna

Candidate of engineering sciences, associate
professor, sub-department of chemistry,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 620.193

Киреев, С. Ю.

Многослойное гальваническое покрытие повышенной коррозионной стойкости / С. Ю. Киреев, С. Н. Киреева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 77–83.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНОГО МИКРОКРЕМНЕЗЕМА ИЗ ПРИРОДНОГО ДИАТОМИТА

Аннотация.

Актуальность и цели. Синтез нанодисперсных порошков аморфного кремнезема является актуальной задачей, так как они отличаются повышенной реакционной активностью. Материалы, полученные из этих порошков, имеют повышенные физико-механические, теплофизические свойства, коррозионную стойкость. Целью настоящей работы являлось изучение оптимальных условий получения порошка тонкодисперсного аморфного кремнезема с низкими затратами энергоресурсов.

Материалы и методы. Аморфный микрокремнезем получен из природного диатомита обработкой водным раствором щелочи при различной температуре, времени термостатирования и соотношения Ж-Т фаз.

Результаты. Установлено, что выход кремнезема зависит от концентрации щелочи, температуры и времени термостатирования. Разработана методика очистки синтезированного кремнезема. Определен элементный и гранулометрический состав кремнезема в зависимости от концентрации щелочи, температуры и времени термостатирования, соотношения жидкой и твердой фаз.

Выводы. Оптимальными условиями получения аморфного тонкодисперсного кремнезема из природного диатомита являются 20 % раствор NaOH, температура термостатирования – 90 °С, время термостатирования – 3 часа, соотношения Ж : Т = 12 : 1. Способ получения кремнезема отличается простотой аппаратного оформления, дешевизной исходного материала, небольшими затратами электроэнергии.

Ключевые слова: аморфный микрокремнезем, природный диатомит, раствор щелочи.

V. P. Selyaev, A. A. Sedova, L. I. Kupriyashkina, A. K. Osipov

EXAMINATION OF CONDITIONS FOR OBTAINING AMORPHOUS SILICA FUME FROM NATURAL DIATOMITE

Abstract.

Background. Synthesis of nanodispersed powders of amorphous silica is an important task, as they have a high reaction activity. The materials, obtained from these powders, have high physico-mechanical, thermal properties, corrosion resistance. The aim of this work is to study the optimal conditions for obtaining fine powder of amorphous silica with low costs of energy.

Materials and methods. Amorphous silica was obtained from natural diatomite through processing by an aqueous solution of alkali at different temperatures, time of incubation and the ratio of G-T phases.

Results. It has been established that the yield of silica depends on the alkali concentration, temperature and time of incubation. The authors have developed a method of purification of the synthesized silica and determined the elemental composition and size distribution of silica, depending on the alkali concentration, temperature and time of incubation, the ratio of liquid and solid phases.

Conclusions. The optimal conditions for obtaining amorphous fine silica from natural diatomite are a 20 % solution of NaOH, thermostating at 90 °C, incubation

time of 3 hours, the ratio $l : s = 12 : 1$. The method of producing silica is characterized by simplicity of hardware design, low cost of raw materials, low cost of electricity.

Key words: amorphous silica fume, natural diatomite, alkali solution.

Кремнезем является одним из распространенных веществ в природе. Он находит широкое применение в современной индустрии, в том числе строительной. Цемент, бетон, силикатные стекла, огнеупоры и теплоизоляция, тонкая и грубая керамика, производимые на основе кремнезема, имеют огромное хозяйственное значение [1].

Кремнеземы нашли широкое применение как сорбенты, селективные поглотители, наполнители и т.д. Их физико-химические свойства обусловлены пористой структурой и развитой поверхностью. Существуют различные способы получения кремнеземов. Классическими являются способы синтеза их из природных кремнийсодержащих пород (диатомита, трепела, нефелина, кварцевого стекла и др.) сплавлением с щелочными плавнями с последующим выделением кремниевой кислоты из плава действием минеральных кислот (HCl , HNO_3). Данные методы трудоемки, энергозатратны. Методы получения кремнезема без сплавления породы являются более экономичными и энергосберегающими. Однако многие из них осуществляются в сложных аппаратах, автоклавах при определенном давлении и т.д. [2–6].

Целью настоящей работы являлось изучение условий получения аморфного кремнезема при малых энергозатратах из доступных и недорогих исходных материалов.

В работе изучены условия получения аморфного кремнезема из диатомита Утесайского месторождения.

Прежде всего сцементированную породу серого цвета дробили, измельчали в шаровой мельнице. Отвешивали 25,00 г (или 50,00 г) порошка диатомита, помещали в коническую колбу, добавляли 300,0 мл раствора гидроксида натрия различной концентрации (10, 20, 30 %), накрывали часовым стеклом и выдерживали в термостате при различной температуре (50, 70, 90 и 145 °C), периодически перемешивая. Время выдерживания – 1, 2, 3 часа.

Для поддержания температуры в работе использовали криотермостат жидкостной ТЖ-ТС-01/16К-40, который предназначен для термостатирования образцов как в собственной ванне, так и во внешних системах с замкнутым или открытым контуром. В качестве рабочей жидкости использовали дистиллированную воду. Температуру 145 °C создавали смесью $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (350 г + 100 мл). Соотношение жидкой и твердой фаз (Ж : Т) составляло 6 : 1 и 12 : 1 при навеске диатомита 50,00 г и 25,00 г соответственно. По истечении времени отделяли непрореагировавшую часть породы фильтрованием (горячий раствор). Из полученного фильтрата осаждали кремниевую кислоту концентрированной соляной кислотой, промывали 1 % раствором HCl и горячей водой.

Порошок синтезированного микрокремнезема очищали от NaCl методом диализа [7].

Элементный анализ образцов синтезированного микрокремнезема определяли рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре ARLPerom \times 4200. Размер частиц аморфного микрокремнезема определяли гранулометрическим методом на приборе ShimadzuSALD-3101.

Результаты синтеза кремнезема из природного диатомита в зависимости от концентрации щелочи и температуры представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1
Выход кремнезема из диатомита в зависимости от концентрации щелочи и температуры ($n = 2$, $\bar{m} = \frac{m_1 + m_2}{2}$, время термостатирования – 2 часа)

№ п/п	$m_{\text{диатомита}}$, г	t , °С	ω (NaOH), %	\bar{m} (SiO ₂ nH ₂ O)	$\omega_{\text{выхода}}$, %
1	50,00	50	10	3,55	7,10
			20	12,68	25,36
			30	20,50	53,00
2	50,00	70	10	14,60	29,20
			20	17,70	35,40
			30	35,12	70,24
3	50,00	90	10	20,40	40,80
			20	25,22	42,44
			30	42,20	84,40
4	25,00	145	10	9,44	37,76
			20	14,21	56,84
			30	20,80	83,20

Таблица 2
Выход кремнезема из диатомита в зависимости от концентрации щелочи и времени термостатирования ($n = 2$, $\bar{m} = \frac{m_1 + m_2}{2}$, $t = 90$ °С)

№ п/п	$m_{\text{диатомита}}$, г	τ , час	ω (NaOH), %	\bar{m} (SiO ₂ nH ₂ O)	$\omega_{\text{выхода}}$, %
1	25,00	1	10	1,18	4,72
			20	5,46	21,84
			30	14,20	56,80
2	50,00	2	10	20,39	40,78
			20	25,02	50,44
			30	42,20	84,40
3	25,00	3	10	5,30	21,20
			20	13,97	55,88
			30	20,10	80,40

По экспериментальным данным табл. 1 и 2 сделан вывод, что выход кремнезема из диатомита зависит от концентрации щелочи, температуры и времени термостатирования. Наибольший выход кремнезема получен при следующих условиях: использование 30 % раствора NaOH, время термостатирования – 2 часа, температура – 90 °С, соотношение объемов (Ж : Т) равно 6 : 1 и 12 : 1.

Оптимальные условия получения кремнезема подтвердили с использованием двухфакторного плана эксперимента – метода Коно. Согласно полученным полиномиальным уравнениям были построены графики модифицирования природного диатомита с учетом концентрации щелочи, времени и температуры термостатирования, которые представлены на рис. 1 и 2.

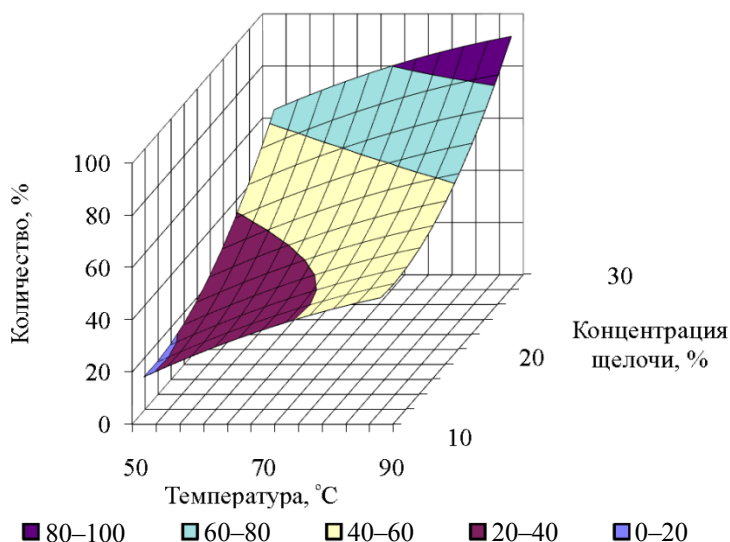


Рис. 1. Зависимость выхода кремнезема от концентрации щелочи и температуры термостатирования

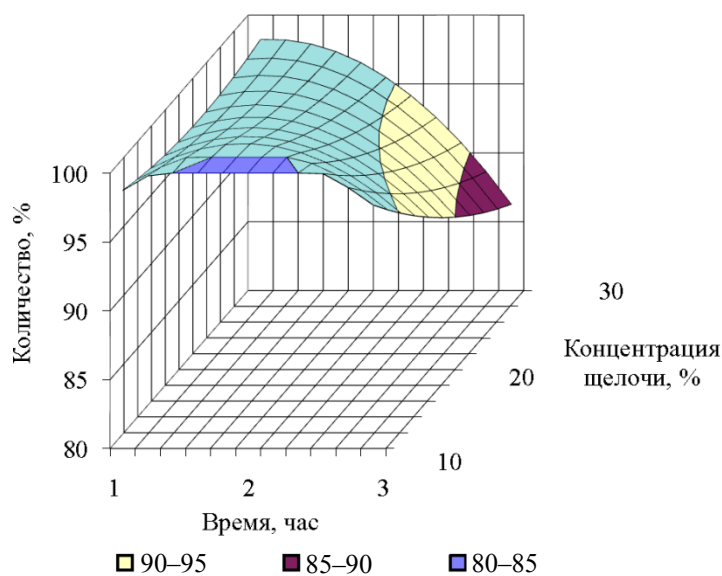


Рис. 2. Зависимость выхода кремнезема от концентрации щелочи и времени термостатирования

Результаты элементного анализа порошков синтезированного аморфного кремнезема по данным рентгенофлуоресцентного метода представлены в табл. 3, по данным которой можно заключить, что кремнезем на 95,00–99,07 % состоит из оксида кремния SiO_2 . Основной примесью является хлорид натрия. Оксиды железа, алюминия, кальция, калия, титана содержатся в небольших количествах, которые можно отнести к микрокомпонентам. Примесь NaCl сорбируется на поверхности аморфного кремнезема в процессе выделения его из щелочного раствора хлористоводородной кислотой. NaCl можно

удалить обильным промыванием осадка горячей водой и методом диализа. При диализе молекулы низкомолекулярного растворенного вещества проходят через мембрану, а коллоидные частицы, неспособные диализировать (проникать через мембрану), остаются за ней в виде очищенного коллоида [7].

Таблица 3

Результаты вымывания Cl^- -ионов из порошка аморфного микрокремнезема ($m = 5$ г; $V(\text{H}_2\text{O}) = 100$ мл; $n = 3$; $p = 0,95$; $t_{p,r} = 4,3$)

t , час	$C(\text{Cl}^-)$, моль/л	$m(\text{Cl}^-)$, г	$\omega(\text{Cl}^-)$, %
2	0,289	$1,026 \pm 0,019$	20,52
4	0,163	$0,579 \pm 0,012$	11,58
6	0,079	$0,280 \pm 0,009$	5,60
8	0,041	$0,146 \pm 0,007$	2,92
10	0,023	$0,082 \pm 0,009$	1,64
12	0,014	$0,050 \pm 0,009$	1,00
14	0,005	$0,018 \pm 0,005$	0,36

Для удаления хлорид ионов из порошка синтезированного кремнезема брали навеску массой 5 г, помещали в стакан, наливали 50 мл дистиллированной воды, содержимое взбалтывали и переносили в мешочек из пергаментной бумаги. Мешочек опускали в стакан со 100 мл дистиллированной воды. Через каждые 2 часа определяли концентрацию хлорид-ионов по методу Мора и массовую долю Cl^- -ионов в воде. С целью повышения интенсификации процесса мешочек переносили в другой стакан с чистой водой. Операцию повторяли до полного удаления Cl^- -ионов из анализируемого образца.

Важной характеристикой дисперсной системы кремнезема является размер частиц [8]. Меньший размер частиц означает большую удельную поверхность, которая во многом определяет свойства кремнезема. Изучение гранулометрического состава и размера частиц синтезированного кремнезема в зависимости от условий его получения показало, что размер частиц зависит от концентрации щелочи, температуры и времени термостатирования. Влияние концентрации щелочи и температуры на размер частиц кремнезема представлен в табл. 4.

Из табл. 5 видно, что образцы кремнезема, полученные при различной концентрации щелочи (10, 20, 30 %), при одинаковой температуре и времени термостатирования (2 часа), при соотношении $Ж : Т = 6 : 1$ состоят из частиц, диаметр которых больше 100 нм и увеличивается с повышением концентрации щелочи и температуры. С повышением температуры термостатирования до 145 °С синтезированный кремнезем состоит из частиц, средний диаметр которых превышает 100 нм, не зависимо от того, что образец получен из разбавленных растворов при соотношении $Ж : Т = 12 : 1$. Отсюда следует, что повышение температуры термостатирования способствует увеличению диаметра частиц.

Результаты анализа порошков кремнезема, полученные из разбавленных растворов, при соотношении $Ж : Т = 12 : 1$, при температуре ≤ 90 °С свидетельствуют о том, что кремнезем состоит почти на 100 % из наночастиц (табл. 5).

Таблица 4

Размеры частиц аморфного микрокремнезема, полученного из природного диатомита при различной температуре и концентрации щелочи
($m_{\text{диатомита}} = 50,00$ г (1, 2, 3) и 25,00 г (4);
Ж : Т = 6 : 1 и 12 : 1 соответственно)

№ п/п	t, °C	τ, ч	С, NaOH, %	Диаметр частиц			
				мкм	W, %		
					25	50	75
1	50	2	10	0,087–0,121	0,100	0,111	0,123
			20	0,260–0,325	0,283	0,319	0,357
			30	0,325–0,451	0,389	0,439	0,491
2	70	2	10	0,291–0,404	0,340	0,378	0,434
			20	0,291–0,404	0,335	0,370	0,419
			30	0,260–0,362	0,284	0,320	0,358
3	90	2	10	0,291–0,404	0,343	0,382	0,438
			20	0,291–0,404	0,337	0,376	0,431
			30	1,690–3,271	2,857	4,031	6,347
4	145	2	10	0,078–0,108	0,089	0,101	0,116
			20	0,260–0,404	0,338	0,384	0,448
			30	0,260–0,404	0,335	0,370	0,419

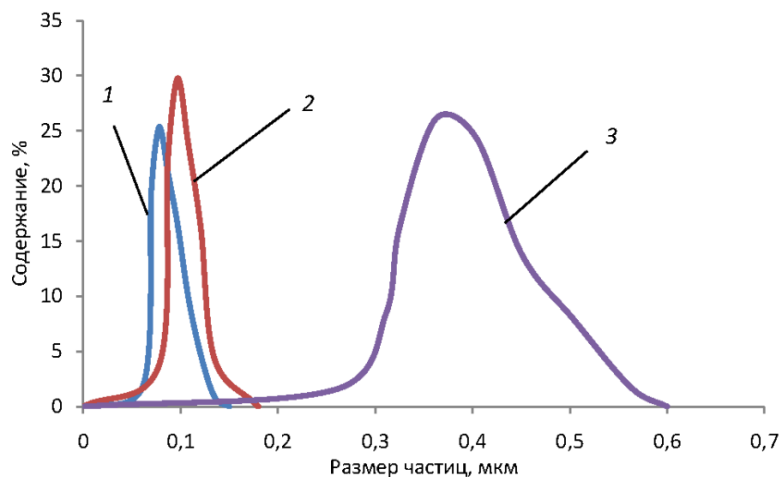
Таблица 5

Размеры частиц аморфного микрокремнезема, полученного из природного диатомита при различной температуре и концентрации щелочи
(соотношения Ж : Т = 12 : 1)

№ п/п	t, °C	τ, ч	С, NaOH, %	Диаметр частиц			
				мкм	W, %		
					25	50	75
1	90	1	10	0,062–0,078	0,070	0,079	0,092
			20	0,078–0,097	0,086	0,094	0,107
			30	0,260–0,362	0,322	0,359	0,401
2	90	3	10	0,062–0,097	0,076	0,087	0,098
			20	0,062–0,087	0,073	0,084	0,096
			30	0,078–0,097	0,088	0,100	0,115

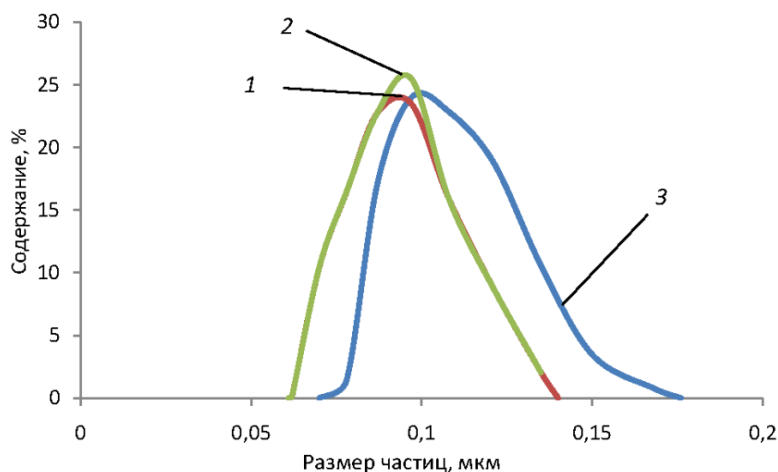
Влияние времени термостатирования на размер частиц микрокремнезема показано на рис. 3, а, б. Из рис. 3 видно, что увеличение времени термостатирования способствует образованию наночастиц кремнезема.

Таким образом, на диаметр частиц кремнезема оказывают влияние концентрация щелочи, температура, соотношение жидкой и твердой фаз и время термостатирования. Для получения наноразмерных порошков кремнезема оптимальными условиями являются следующие: 20 % раствор NaOH, температура термостатирования – ≤ 90 °C, время термостатирования – 3 часа, соотношение Ж : Т = 12 : 1.



№	Условие синтеза	Средний D, мкм	Максимальный D, мкм	Среднее значение D, мкм
1	10 % NaOH, 90°, 1 час	0,079	0,071	0,081
2	20 % NaOH, 90°, 1 час	0,094	0,089	0,095
3	30 % NaOH, 90°, 1 час	0,359	0,355	0,361

а)



№	Условие синтеза	Средний D, мкм	Максимальный D, мкм	Среднее значение D, мкм
1	10 % NaOH, 90°, 3 часа	0,084	0,089	0,084
2	20 % NaOH, 90°, 3 часа	0,087	0,089	0,087
3	30 % NaOH, 90°, 3 часа	0,100	0,089	0,101

б)

Рис. 3. Распределение частиц микрокремнезема в зависимости от концентрации щелочи: 1 – 10 % NaOH; 2 – 20 % NaOH; 3 – 30 % NaOH и времени термостатирования: а) 1 час; б) 3 часа

Разработанный нами способ получения тонкодисперсного микрокремнезема из природного диатомита отличается простотой аппаратного оформления, дешевизной исходного материала, небольшими затратами элект-

роэнергии. Обоснован разработанный способ получения микрокремнезема современными методами исследования – рентгенофлуоресцентным и гранулометрическим.

Список литературы

1. **Айлер, Р. К.** Химия кремнезёмов / Р. К. Айлер. – М. : Мир, 1982. – Т. 1, 2. – 712 с.
2. Пат. 2526454 Российская Федерация, МПК С 01В 33/18. Способ получения тонкодисперсного аморфного микрокремнезема / Селяев В. П., Осипов А. К., Седова А. А., Куприяшкина Л. И. ; заявитель и патентообладатель Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева. – № 2013104054/05 ; заявл. 30.01.2013 ; опубл. 20.08.2014, Бюл. № 23. – 4 с.
3. Пат. 2261840 Российская Федерация, МПК⁸ С 01В 33/18. Способ получения аморфного микрокремнезема / Наседкин В. В., Доронин А. Н., Мелколян Р. Г., Нагаева Л. М., Юсупов Т. С. ; заявитель и патентообладатель В. В. Наседкин. – № 2002453832/05 ; заявл. 18.06.04 ; опубл. 10.10.05, Бюл. № 17. – 2 с.
4. Пат. 2262544 Российская Федерация, МПК⁷ С 22В 43/12. Способ получения диоксида кремния / Туляков Н. В., Назаров Ю. Н., Крохин В. А. ; заявитель и патентообладатель Н. В. Туляков. – № 2001126317/08 ; заявл. 20.08.07 ; опубл. 27.02.09, Бюл. № 14. – 12 с.
5. Пат. 2394764 Российская Федерация, МПК⁷ С 01В 33/12. Способ получения диоксида кремния / Земнухова Л. А., Федорищева Г. А. ; заявитель и патентообладатель Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (статус государственного учреждения) (Институт химии ДВО РАН). – № 2003456810/11 ; заявл. 28.09.01 ; опубл. 20.05.02, Бюл. № 12. – 5 с.
6. Пат. 2261840 Российская Федерация, МПК⁸ С 01В 33/107. Способ получения высокодисперсного диоксида кремния / Петров Ю. А., Кузнецов А. С., Львов В. А., Меньшов В. С., Туркин В. С. ; заявитель и патентообладатель ЗАО «АСТОР-ЭЛЕКТРОНИКС». – № 2001126317/12 ; заявл. 15.04.09; опубл. 20.07.10, Бюл. № 7. – 52 с.
7. **Гельфман, М. И.** Коллоидная химия / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. И. Нестратов. – Новосибирск : Лань, 2003. – 257 с.
8. **Спивак, Г. В.** Растровая электронная микроскопия / Г. В. Спивак, Г. В. Сапарин, М. В. Быков // Успехи физических наук. – 1969. – Т. 99. – С. 635–672.

References

1. Ayler R. K. *Khimiya kremnezemov* [Chemistry of silica]. Moscow: Mir, 1982, vol. 1, 2, 712 p.
2. Pat. 2526454 the Russian Federation, МПК S 01V 33/18. *Sposob polucheniya tonkodispersnogo amorfnoego mikrokremnezema* [Method of obtainment of finely dispersed amorphous silica fume]. Selyaev V. P., Osipov A. K., Sedova A. A., Kupriyashkina L. I.; applicant and patent holder Ogarev Mordovia State University. No. 2013104054/05; appl. 30 Jan. 2013; publ. 20 Aug. 2014, bull. no. 23, 4 p.
3. Pat. 2261840 the Russian Federation, МПК⁸ S 01V 33/18. *Sposob polucheniya amorfnoego mikrokremnezema* [Method of obtainment of amorphous silica fume]. Nasedkin V. V., Doronin A. N., Melkolyan R. G., Nagaeva L. M., Yusupov T. S.; applicant and patent holder V. V. Nasedkin. No. 2002453832/05; appl. 18 Jun. 2004; publ. 10 Oct. 2005, bull. no. 17, 2 p.
4. Pat. 2262544 the Russian Federation, МПК⁷ S 22V 43/12. *Sposob polucheniya dioksida kremniya* [Method of obtainment of silicon dioxide]. Tulyakov N. V., Nazarov Yu. N., Krokhin V. A.; applicant and patent holder N. V. Tulyakov. No. 2001126317/08; appl. 20 Aug. 2007; publ. 27 Febr. 2009, bull. no. 14, 12 p.
5. Pat. 2394764 the Russian Federation, МПК⁷ S 01V 33/12. *Sposob polucheniya dioksida kremniya* [Method of obtainment of silicon dioxide]. Zemnukhova L. A., Fedorish-

- cheva G. A.; applicant and patent holder Institute of chemistry of the Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences (state institution status) (Institute of chemistry of FEB RAS). No. 2003456810/11; appl. 28 Sept. 2001; publ. 20 May 2002, bull. no. 12, 5 p.
6. Pat. 2261840 the Russian Federation, MPK⁸ S 01V 33/107. *Sposob polucheniya vysokodispersnogo dioksida kremniya* [Method of obtainment of superfine silicon dioxide]. Petrov Yu. A., Kuznetsov A. S., L'vov V. A., Men'shov V. S., Turkin V. S.; applicant and patent holder Closed Corporation "ASTOR-ELEKTRONIKS". No. 2001126317/12; appl. 15 Apr. 2009; publ. 20 Jul. 2010, bull. no. 7, 52 p.
7. Gel'fman M. I., Kovalevich O. V., Nestratov V. I. *Kolloidnaya khimiya* [Colloid chemistry]. Novosibirsk: Lan', 2003, 257 p.
8. Spivak G. V., Saporin G. V., Bykov M. V. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Progress of physical sciences]. 1969, vol. 99, pp. 635–672.
-

Селяев Владимир Павлович

академик РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68)

E-mail: ntorm80@mail.ru

Selyaev Vladimir Pavlovich

RAACS academician, doctor engineering sciences, professor, head of sub-department of building structures, Ogarev Mordovia State University (68 Bolshevistskaya street, Saransk, Russia)

Седова Анна Алексеевна

кандидат химических наук, доцент, кафедра аналитической химии, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68)

E-mail: iman081@gmail.com

Sedova Anna Alekseevna

Candidate of chemical sciences, associate professor, sub-department of analytical chemistry, Ogarev Mordovia State University (68 Bolshevistskaya street, Saransk, Russia)

Куприяшкина Людмила Ивановна

кандидат технических наук, профессор, кафедра строительных конструкций, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68)

E-mail: kupriashkina.liudmila@yandex.ru

Kupriyashkina Lyudmila Ivanovna

Candidate of engineering sciences, professor, sub-department of building structures, Ogarev Mordovia State University (68 Bolshevistskaya street, Saransk, Russia)

Осипов Анатолий Константинович

кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой аналитической химии, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева (Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68)

E-mail: ntorm80@mail.ru

Osipov Anatoly Konstantinovich

Candidate of chemical sciences, associate professor, head of sub-department of analytical chemistry, Ogarev Mordovia State University (68 Bolshevistskaya street, Saransk, Russia)

УДК 54.053

Селяев, В. П.

Изучение условий получения аморфного микрокремнезема из природного диатомита / В. П. Селяев, А. А. Седова, Л. И. Куприяшкина, А. К. Осипов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 4 (12). – С. 84–93.

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 дополнително 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.