

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 2 (6)

2014

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

-
- Саксонов С. В., Васюков В. М., Раков Н. С., Сенатор С. А.* Раритетные виды злаков (*Poa* spp.) бассейна Средней и Нижней Волги 3
- Семенова Е. Ф., Преснякова Е. В.* Сравнительное исследование биологии опыления и оплодотворения видов и форм розы эфиромасличной 18
- Мищенко Л. Т., Дунич А. А., Дащенко А. В., Молчанец О. В.* Видовое разнообразие вирусов, поражающих растения рода *Mentha* 29
- Новикова Л. А., Леонова Н. А.* Меловая растительность Пензенской области на примере памятника природы «Субботинские склоны» 46
- Леонова Н. А.* Бореальные сосняки Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области 57
- Новикова Л. А.* Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина (Часть 5) 68
- Шпичка А. И.* Получение ванилина с использованием микроорганизмов-биотрансформаторов. Обзор 94

ГЕОЛОГИЯ

-
- Шерстюк Н. П.* Активизация гипергенных процессов в водных объектах районов добычи полезных ископаемых (на примере Криворожского железорудного бассейна) 108

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

-
- Новикова Л. А., Чистякова А. А., Леонова Н. А.* К 100-летию со дня рождения А. А. Солянова (1914–2011) 120

**UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION**

NATURAL SCIENCES

№ 2 (6)

2014

CONTENTS

BIOLOGY

<i>Saksonov S. V., Vasjukov V. M., Rakov N. S., Senator S. A.</i> Rare species of Poaceae of Middle and Lower Volga basin	3
<i>Semenova E. F., Presnyakova E. V.</i> Comparative research of biology of pollination and fertilization of species and forms of essential oil rose	18
<i>Mishchenko L. T., Dunich A. A., Dashchenko A. V., Molchanets O. V.</i> Species diversity of viruses infecting plants of <i>Mentha</i> genus.....	29
<i>Novikova L. A., Leonova N. A.</i> Calciphilous vegetation of Penza region by the example of the nature sanctuary «Subbotinskie sklony»	46
<i>Leonova N. A.</i> Boreal pine forests of the Oka-Don Plain within the Penza region.....	57
<i>Novikova L. A.</i> Catalogue of metaspore species of the I. I. Sprygin's Herbarium (Part 5)	68
<i>Shpichka A. I.</i> Vanillin production by microorganisms-biotransformers. Review	94

GEOLOGY

<i>Sherstuk N. P.</i> Enhanced hypergene processes in water bodies of mining areas (by the example of Krivoy Rog iron range)	108
--	-----

HISTORY OF NATURAL SCIENCES

<i>Novikova L. A., Chistyakova A. A., Leonova N. A.</i> Commemorating A. A. Solyanov's 100 th jubilee (1914–2011)	120
--	-----

УДК 581.9

С. В. Саксонов, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор

РАРИТЕТНЫЕ ВИДЫ ЗЛАКОВ (*POACEAE*) БАСЕЙНА СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Флора Волжского бассейна включает свыше 4000 видов сосудистых растений (аборигенных и адвентивных), из них около 1000 дикорастущих видов включены в региональные Красные книги и нуждаются в сохранении в пределах отдельных регионов или всего бассейна в целом. Необходима ревизия видов для выявления их редкости и обоснования включения в Красную книгу Волжского бассейна.

Материалы и методы. На основании результатов собственных исследований, данных гербариев (LE, MW, PKM, PVB, VOLG, UPSU и др.) и литературных источников проведена ревизия одного из наиболее крупных семейств флоры Среднего и Нижнего Поволжья – *Poaceae*.

Результаты и выводы. В Красные книги республик и областей Среднего и Нижнего Поволжья включены 93 вида семейства *Poaceae*. Для включения в Красную книгу Волжского бассейна рекомендованы 35 видов, из них 31 вид из региональных Красных книг, в том числе семь видов Красной книги Российской Федерации (2008): *Diandrochloa diarrhena*, *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*, *Zingeria biebersteiniana* – и четыре новых вида, описанных в последние годы с территории Среднего Поволжья (эндемики или субэндемики Волжского бассейна): *Festuca spryginii*, *Koeleria spryginii*, *K. transvolgensis*, *Poa saksonovii*.

Ключевые слова: раритетные виды, злаки, *Poaceae*, Красная книга, Среднее Поволжье, Нижнее Поволжье, Волжский бассейн.

S. V. Saksonov, V. M. Vasjukov, N. S. Rakov, S. A. Senator

RARE SPECIES OF *POACEAE* OF MIDDLE AND LOWER VOLGA BASIN

Abstract.

Background. Flora of the Volga basin includes more than 4000 species of vascular plants (native and adventitious), about 1000 of them are included in the regional Red Books and required conservation within regions or the basin as a whole. The species revision is necessary to identify their rarity and to substantiate their inclusion in the Red Book of the Volga River Basin.

Materials and methods. Based on the results of own researches, herbarium data (LE, MW, PKM, PVB, VOLG, UPSU etc.) and literary sources, revision of one of the largest families of the flora of the Middle and Lower Volga – *Poaceae* – was carried out.

Results et conclusions. In the Red Books of the republics and regions of the Middle and Lower Volga there are 93 species of the family *Poaceae* included. 35 species are recommended for inclusion in the Red Book of the Volga River

Basin, including 31 species of regional Red Data Books – 7 of them placed in the Red Data Book of the Russian Federation (2008): *Diandrochloa diarrhena*, *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zaleskii*, *Zingeria biebersteiniana* – and 4 new species recently registered on the territory of the Middle Volga region (endemics or subendemics of the Volga Basin): *Festuca spryginii*, *Koeleria spryginii*, *K. transvolgensis*, *Poa saksonovii*.

Key words: rare species, *Poaceae*, Red books, including her-Volga, Lower Volga, Volga basin.

Введение

Флора Волжского бассейна включает свыше 4000 видов сосудистых растений (аборигенных и адвентивных), из них около 1000 дикорастущих видов включены в региональные Красные книги и нуждаются в сохранении в пределах отдельных регионов или всего бассейна в целом. В настоящей статье проведен обзор редких видов во флоре Среднего и Нижнего Поволжья одного из наиболее крупных семейств – *Poaceae* (второе место по видовому разнообразию).

Материалы и методы

В Красные книги республик и областей Среднего и Нижнего Поволжья включены 93 вида семейства *Poaceae* [1–13]. Нами рекомендованы для включения в Красную книгу Волжского бассейна 35 видов, из них 31 вид из региональных Красных книг, в том числе семь видов Красной книги Российской Федерации [7] (*Diandrochloa diarrhena*, *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zaleskii*, *Zingeria biebersteiniana*) и четыре новых вида (*Festuca spryginii*, *Koeleria spryginii*, *K. transvolgensis*, *Poa saksonovii*), описанных в последние годы с территории Среднего Поволжья (эндемики или субэндемики Волжского бассейна).

Сокращения и условные обозначения в тексте: Нижегородская обл.; Мар. – Республика Марий Эл; Тат. – Республика Татарстан; Чув. – Республика Чувашия; Морд. – Республика Мордовия; Пенз. – Пензенская обл.; Ульянов. – Ульяновская обл.; Самар. – Самарская обл.; Саратовская обл.; Волг. – Волгоградская обл.; Калм. – Республика Калмыкия; Астр. – Астраханская обл.; КК – Красная книга; СП – Среднее Поволжье; НП – Нижнее Поволжье; общ. расп. – общее распространение; * – виды, встречающиеся за пределами бассейна Средней и Нижней Волги; • – виды, рекомендуемые к включению в Красную книгу Волжского бассейна.

Распространение видов приведено по результатам собственных исследований, данным гербариев (LE, MW, РКМ, PVB, VOLG, UPSU и др.) и литературных источников: Флора средней полосы Европейской части России [14], Флора Европейской части СССР [15]; ФНП – Флора Нижнего Поволжья [15], монографическим обработкам Н. Н. Цвелёв [17–21] и другим публикациям [22–41].

Цель работы – выявление редких видов злаков и обоснование для их включения в Красную книгу Волжского бассейна.

Результаты исследования

1. • *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski [14–16].
КК Саратов. [10]. – Сухие степи. – НП (Заволжье): Астр., Волг., Саратов., редко – Общ. расп.: Нижнее Заволжье, Южн. Урал, юг Зап. и Вост. Сибири,

Ср. и Ц. Азия. – Возможно, археофит, так как вид приурочен к древним татарским городам [32].

2. • *Agrostis korczagini* Senjan.-Korcz. [14, 15].

КК Тат. [7]. – Луга, лесные поляны. – СП: Тат. – Общ. расп.: эндемик северо-востока Евр. России, Сев. и Ср. Урала. – По-видимому, является результатом пейстоценовой гибридизации *A. tenuis* × *A. borealis*.

3. *Alopecurus arundinaceus* Poir. [14–16].

КК Калм. [13]; доп. список КК Нижег. [3], Тат. [7]. – Луга, чаще пойменные и солонцеватые. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: евразийский вид.

4. *Agropyron litvinovii* Prokud. – *A. imbricatum* Roem. et Schult. var. *villosum* (Litv.) Tzvelev [19].

КК Волг. [2]. – Каменистые степи. – НП: *Волг., редко. – Общ. расп.: эндемик Среднего Дона (Волг.).

5. *Avenella flexuosa* (L.) Drejer [14, 16] – *Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur [15].

КК Тат. [7], Морд. [6]. – Хвойные и смешанные леса. – СП: Нижег., Тат., Морд., Пенз. – Общ. расп.: субциркумбореальный вид.

6. *Beckmannia eruciformis* (L.) Host [14–16].

КК Мар. [5], Чув. [12]; доп. список КК Тат. [7], Саратов. [10]. – Сырые луга, берега водоемов. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: восточноевропейско-западноазиатский вид.

7. *Bothriochloa caucasica* (Trin.) C.E. Hubb. [17].

КК Калм. [13]. – Каменистые склоны, приречные пески. НП: *Калм., редко. – Общ. расп.: Кавказ, Ср., Ю.-З. Азия.

8. *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub [14, 16] – *B. ramosa* (Huds.) Holub subsp. *benekenii* (Lange) Tzvelev [15].

КК Самар. [9]; доп. список КК Тат. [7], Морд. [6]. – Лиственные и смешанные леса. – СП: во всех обл.; НП: Саратов. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

9. *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub [14–16].

Доп. список КК Тат. [7]. СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: восточноевропейско-кавказский вид.

10. *Bromus secalinus* L. [14–16].

Доп. список КК Морд. [6]. – Поля, обочины дорог. – СП: дов. редко, заносное. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

11. *Briza media* L. [14–16].

Доп. список КК Самар. [9]. – Луга, лесные поляны. – СП: во всех обл.; НП: Саратов. – Общ. расп.: европейский вид.

12. *Calamagrostis langsdorfii* (Link) Trin. – *C. purpurea* (Trin.) Trin. subsp. *langsdorfii* (Link) Tzvelev [14–16].

Доп. список КК Морд. [6]. – Болотистые леса, болота. – Общ. расп.: северо-восточноевропейско-западноазиатский вид. – СП: по-видимому, в регионе замещается близким *C. phagmitoides* Hartm.

13. *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Schreb. [14–16].

КК Тат. [7], Ульянов. [11]. – Болота, болотистые луга. – СП: во всех обл., кроме Пенз.; НП: указан для севера Саратов. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

14. *Calamagrostis obtusata* Trin. [14–16].
КК Мар. [5]. – Хвойные и смешанные леса. – СП: Нижегород., Мар. – Общ. расп.: северо-восточноевропейско-сибирский вид.
15. *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. – *C. purpurea* (Trin.) Trin. subsp. *phragmitoides* (Hartm.) Tzvelev [14–16].
КК Тат. [4]. – Болота, болотистые луга и леса. – СП: Нижегород., Тат., Чув., Морд., Пенз. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатский вид.
16. *Calamagrostis pseudophragmites* (Hall. f.) Koel. [14–16].
КК Ульянов. [11]. – Берега водоемов. – СП: Тат., Ульянов., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатский вид.
17. • *Catabrosella humilis* (Bieb.) Tzvelev [14–16].
КК Ульянов. [11], Самар. [9], Калм. [13]. – Солонцы, солончаки, каменистые склоны. – СП: Ульянов., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: Нижнее Поволжье, Кавказ, Ср., Ю.-З. Азия.
18. • *Cinna latifolia* (Trev.) Griseb. [14, 15].
КК Тат. [7], Морд. [6], Самар. [9]. – Хвойные и смешанные леса. – СП: Тат., Морд., Самар. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатско-североамериканский вид.
19. *Cleistogenes bulgarica* (Bornm.) Keng [14–16].
КК Калм. [13]. – Каменистые степи. – НП (бассейн Дона): *Волг., *Калм., указан для *Сарат. – Общ. расп.: юг Евр. России, Предкавказье, Украина, юго-восток Ср. Европы.
20. • *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng [14–16].
КК Ульянов. [11], Саратов. [10]; доп. список КК Самар. [9]. – Песчаные степи, сухие боры. – СП: Ульянов., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юг и юго-восток Евр. России, юг Зап., Вост. Сибири, север Ср., Ц. Азия.
21. *Crypsis aculeata* (L.) Ait. [14–16].
КК Калм. [13]. – Солончаки, солонцы. – СП: Самар., ? Ульянов.; НП: во всех обл. – Ср. и Ю.-В. Европа, юг Зап. Сибири, Кавказ, Ср. и Ц. Азия.
22. *Crypsis alopecuroides* (Pill. et Mitt) Lam. [14–16].
Доп. список КК Тат. [7]. – Солончаковые луга, приречные пески и галечники – СП; НП: во всех обл., кроме Чув. – Общ. расп.: Ср. и В. Европа, Кавказ, юг Зап. Сибири, Ср., Ю.-З. Азия.
23. *Crypsis schoenoides* (L.) Schrad. [14–16].
КК Калм. [13]; доп. список КК Тат. [7]. – Солонцы, солончаки, приречные пески и галечники. – СП: Тат., Ульянов., Пенз., Самар.; НП: во всех обл. – евразийско-африканский вид.
24. • *Diandrochloa diarrhena* (Schult. et Schult. f.) A.N. Henry [14, 16] – *Eragrostis diarrhena* (Schult. et Schult. f.) Steud. [15].
КК РФ [8], Тат. [7], Волг. [2]; Калм. [13], Астр. [1]. – Песчаные и иловые отмели. – СП: Тат.; НП: Волг., *Калм., Астр., редко. – Общ. расп.: Низовья Волги и Южн. Азия. – В России реликтовые местонахождения.
25. *Digitaria ischaetum* (Schreb.) Muehl. [14–16].
Доп. список КК Тат. [7]. – Приречные пески и галечники, песчаные луга. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: циркумбореальный вид.
26. *Elymus fibrosus* (Schrenk) Tzvelev [14–16].
КК Морд. [6]. – Луга, приречные пески и галечники. – СП: во всех обл., кроме Мар. – Общ. расп.: восточноевропейско-сибирский вид.

27. • *Elymus uralensis* (Nevski) Tzvelev [14, 16].
КК Тат. [7]. – Луга, лесные поляны. – СП: Тат. (Бугульма), редко. –
Общ. расп.: эндемик Южного Урала.
28. *Elytrigia obtusiflora* (DC.) Tzvelev [19] – *E. elongata* auct. non (Host)
Nevski [15] – *E. pontica* (Podp.) Holub [14, 16].
Доп. список КК Морд. [6]. – Солончаки, солонцеватые луга. – СП:
Морд. (заносное), Пенз., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юг Вост.
Европы, Кавказ, Ср., Ю.-З. Азия.
29. *Elytrigia lolioides* (Kar. et Kir.) Nevski [14–16].
КК Морд. [6]; доп. список КК Самар. [9]. – Степи. – СП: Морд., Ульянов.,
Пенз., Самар.; НП: во всех обл., кроме Астр. – Общ. расп.:
30. • *Elytrigia prunifera* (Nevski) Nevski – *E. geniculata* (Trin.) Nevski
subsp. *prunifera* (Nevski) Nevski [14–16].
КК Тат. [7], Самар. [9], Волг. [2]. – Каменистые склоны. – СП: Тат.,
Самар., редко; НП: указан для Предволжья Волг. – Общ. расп.: Жигули, Юж-
ный Урал, Мугоджары.
31. *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski [14–16].
КК *РФ [8], Волг. [2], Калм. [13]. – Меловые обнажения. – НП: *Волг.,
*Калм. [33], ранее указан для Саратов. (Хвалынский). – Общ. расп.: нижнедонско-
причерноморско-северокавказский вид.
32. *Eragrostis collina* Trin. [14–16] – *Boriskellera arundinacea* (L.) Tere-
khov [33].
КК Волг. [2]. – Солончаки, приречные пески. – НП: Волг., Калм.,
Астр. [33]. – Общ. расп.: Нижнее Поволжье, Кавказ, юго-восток Зап. Сиб.,
север Ср., Ю.-З. Азия.
33. *Eragrostis suaveolens* A. Beck. ex Claus [14–16].
КК Саратов. [10]. – Приречные пески. – СП: Нижег., Тат., Морд., Ульянов.,
Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юг Вост. Европы, Ср., Ц. Азия.
34. *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski [14–16].
Доп. список КК Тат. [7]. – Степи, солонцы, обочины дорог. – СП; НП:
во всех обл., кроме Мар. – Общ. расп.: восточноевропейско-западноазиат-
ский вид.
35. *Festuca altissima* All. [14–16] – *Drymochloa sylvatica* (Poll.) Holub [18].
КК Тат. [7], Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9]; доп. список КК Морд. [6]. –
Хвойные, смешанные и широколиственные леса. – СП: во всех обл.; НП:
Саратов., Волг. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.
36. *Festuca cretacea* T. Pop. et Proskor. [14–16].
Меловые обнажения. – НП: *Волг. – Общ. расп.: юг Евр. России (бас-
сейн Дона), восток Украины. – Указание в КК Ульянов. [11], по-видимому,
принадлежат *F. spryginii*.
37. *Festuca ovina* L. [14–16].
Доп. список КК Тат. [7]. – Сосновые и еловые леса, лесные поляны
и опушки, верещатники. – СП: Нижег., Чув., Тат.; указания для более южных
областей, по-видимому, принадлежат другим видам. – Общ. расп.: циркум-
бореальный вид.
38. *Festuca polesica* Zapal. – *F. beckeri* (Hack.) Trautv. [14–16].
Доп. список КК Тат. [7]. – Песчаные степи, приречные пески. – СП;
НП: во всех обл., кроме Нижег. и Мар. – Общ. расп.: восточноевропейско-
западносибирский вид.

39. *Festuca arundinacea* Scrieb. subsp. *orientalis* (Hack.) Tzvelev [14–16].
КК Тат. [4]. – Луга, чаше солонцеватые, берега водоемов. – СП: Морд., Пенз., Ульянов., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: евразийский вид.
40. • *Festuca filiformis* Pourq. [14, 21] – *F. tenuifolia* Sibth. [15].
Доп. список КК Самар. [9]. – Сосновые леса, пески. – СП: Самар. (окр. Тольятти). – Общ. расп.: европейский вид, известный в России еще в нескольких местонахождениях на Верхней Волге и заносным в г. Выборге (l. c.).
41. • *Festuca spryginii* Tzvelev [21] – *F. cretacea* T. Pop. et Proskor. var. *popovii* Tzvel. [17].
Вид нуждается в охране. – Меловые и известняковые обнажения. – СП: Морд., ? Ульянов., ? Чув. – Общ. расп.: эндемик бассейна Суры и Среднего Предволжья. Вид описан из Мордовии.
42. • *Festuca wolgensis* P. Smirn. [14–16].
КК Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9], Волг. [2]. – Известняковые и меловые обнажения, песчаные степи. – СП: Пенз. (окр. Махалино), Ульянов., Самар.; НП: *Волг. (бассейн Дона). – Общ. расп.: Среднее Поволжье, Южный Урал и Южное Зауралье (subsp. *wolgensis*) и бассейн Среднего Дона (subsp. *arietina*), эндемик. Вид описан с Жигулей.
43. *Glyceria arundinacea* Kunth [14–16].
КК Тат. [4]. – Берега водоемов, болотистые луга. – СП: Тат., Ульянов., ? Пенз., Самар.; НП: во всех обл., кроме Астр. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Кавказ. В умеренном поясе Азии (subsp. *triflora*) и Сев. Америки (subsp. *grandis*) распространены подвиды, иногда рассматриваемые в качестве самостоятельных видов.
44. *Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski [14–16].
КК Нижег. [3], Мар. [5], Тат. [7], Морд. [6]. – Болотистые еловые, смешанные и мелколиственные леса. – СП: Нижег., Мар., Тат., Морд.; НП: ранее указан для севера Саратов. и дельты Волги. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатский таежный вид.
45. • *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski [14–16].
КК Нижег. [3], Тат. [7], Морд. [6], Ульянов. [11], Саратов. [10]; доп. список КК Самар. [9]. – Степи, каменистые склоны. – СП: во всех обл., кроме Мар.; НП (Приволжская возвышенность): Саратов., Волг. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, юг Зап. и Вост. Сибири, север Ср. Азии.
46. *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag. [14] – *H. hookeri* (Scribn.) Hem. subsp. *schellianum* (Hack.) Tzvelev [15, 16].
КК Нижег. [3], Морд. [6], Самар. [9], Саратов.; Волг. [2]; доп. список КК Чув. [12], Тат [7]. – Степи, сухие луга и лесные поляны. – СП: во всех обл., кроме Мар.; НС (правобережье Волги): Саратов., *Волг. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатский вид.
47. *Hierochloe odorata* (L.) Beauv. s.l. [14–16].
КК Чув. [12]; доп. список КК Тат. [7]. – Луга, лесные поляны и опушки. – СП: во всех обл.; НП: указан для севера Саратов. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.
48. *Hierochloe stepporum* P. Smirn. [16] – *H. repens* auct. non (Host) Beauv. [14, 15].
КК Чув. [12], Морд. [6], Калм. [13]; доп. список КК Тат. – Степи, сосновые леса, луга, на песчаной почве. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: восточноевропейско-западноазиатский вид.

49. • *Holcus mollis* L. [14–16].

КК Морд. [6]. – Луга, лесные поляны. – СП: Нижег., Морд. – Общ. расп.: европейский вид.

50. • *Hordeum bogdanii* Wilensky [14–16].

Доп. список КК Саратов. [10]. – Солонцеватые и солончаковые луга и степи. – НП: Заволжье и приволжские р-ны Волг., заносное у Вольска. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России, юг Зап. Сибири, Ср., Ц. Азия.

51. • *Hordeum nevskianum* Bowden [19] – *H. brevisubulatum* (Trin.) Link subsp. *nevskianum* (Bowden) Tzvelev [15] – *H. brevisubulatum* (Trin.) Link s. l. [14, 16].

КК Саратов. [10]. – Солонцеватые луга, солончаки. – СП: Заволжье Ульянов. и Самар.; НП: Заволжье Саратов. и ? Волг. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России, юг Зап. Сибири, Ср., Ц., Ю.-З. Азия.

52. *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. [16, 17].

КК Калм. [13]. – Берега водоемов, приморские пески. – НП: *Калм. – Общ. расп.: Средиземноморье, Кавказ, Ср., Ц. Азия.

53. • *Koeleria sclerophylla* P. Smirn. [14–16].

КК РФ [8], Тат. [7], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10], Волг. [2]. – Меловые и известняковые обнажения. – СП: Тат., Ульянов., Самар.; НП: Саратов., Волг. – Общ. расп.: Среднее и Нижнее Поволжье, Южный Урал, эндемик. Вид описан с Жигулей.

54. • *Koeleria spryginii* Tzvelev [20].

Вид нуждается в охране. – Меловые и известняковые обнажения. – СП: Морд., ? Пенз., Ульянов.; НП: ? Саратов. – Общ. расп.: средняя и северо-западная части Евр. России, эндемик. Вид описан из Морд.

55. *Koeleria talievii* Lavr. [14–16].

КК Волг. [2]. – Меловые обнажения. – НП: *Волг. – Общ. расп.: эндемик бассейна Дона и Северного Донца. – Указания для Морд., Пенз., Саратов., по-видимому, принадлежат *Koeleria spryginii*.

56. • *Koeleria transvolgensis* Tzvelev [20].

Вид нуждается в охране. – Солонцеватые степи, солонцы. – СП: Заволжье Самар.; НП: Заволжье Саратов. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России (Самар., Саратов., Оренб.) и северо-запад Казахстана, эндемик. Вид описан из Заволжья Самар.

57. *Leersia oryzoides* (L.) Sw.: Цвелёв, 1974, ФЕЧ, 1: 335; Алексеев, 2006, ФНП, 1: 136; id., 2006, ФСП: 71. – Леерсия рисовидная.

КК Тат. [7], Самар. [9]. – Берега водоемов, болотистые луга. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: циркумбореальный вид.

58. • *Leymus paboanus* (Claus) Pilg. [14–16, 19].

КК Тат. [7], Саратов. [10]. – Солонцы, солончаки. – СП: Заволжье Самар. и заносное на юге Пенз. (Сердобск); НП: окр. Хвалынска, Заволжье Саратов. и Волг. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России, юг Зап. и Вост. Сибири, Ср., Ц. Азия. Вид описан из Заволжья Самар.

59. *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvelev s. l. [14–16, 19].

КК Ульянов. [11]. – Песчаные степи, обочины дорог. – СП: Ульянов. (юг), Самар. и заносное во многих обл.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Кавказ, юг Зап. Сибири, Ср., Ю.-З. Азия.

60. *Leymus ramosus* (Trin.) Tzvelev [14–16, 19].

КК Ульянов. [11]. – Степи, солонцы, обочины дорог. – СП: Заволжье Ульянов. и Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юг и юго-восток Вост. Европы, Предкавказье, юг Зап. и Вост. Сибири, Ср. Азия.

61. *Melica altissima* L. [14–16].

КК Тат. [7]; доп. список КК Морд. [6], Самар. [9]. – Пойменные луга, разреженные листовенные леса. – СП; НП: во всех обл., кроме Астр., Калм. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, Вост. Европа, Кавказ, юг Зап. и Вост. Сибири, Ср. Азия.

62. *Melica transsilvanica* Schur [14–16].

КК Нижег. [3], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Ульянов. [11], *Калм. [13]. – Степи, каменистые склоны. – СП: во всех обл., кроме Мар., Чув.; НП: во всех обл., кроме Астр. – Общ. расп.: Ср., Вост. Европа, Кавказ, юг Зап. и Вост. Сибири, Ср., Ю.-З. Азия.

63. *Molinia caerulea* (L.) Moench [14–16].

КК Саратов. [10]; доп. список КК Самар. [9]. – Торфянистые луга и лесные поляны, окраины болот. – СП: во всех обл.; НП: север. Саратов. – Общ. расп.: Европа, Средиземноморье, Кавказ, юг Зап. Сибири, Ср. Азия.

64. *Nardus stricta* L. [14–16].

КК Ульянов. [11]; доп. список КК Тат. [7]. – Песчаные и торфянистые луга, окраины болот. – СП: во всех обл., кроме Самар.; НП: старые указания для Саратов. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

65. *Neoholubia pubescens* (Huds.) Tzvelev – *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg. [14–16].

КК Самар. [9], Саратов. [10]. – Луга, лесные поляны и опушки. – СП: во всех обл.; НП (Приволжская возвышенность): Саратов., Волг. – Общ. расп.: Европа, юг Сибири, Ср., Ц., Ю.-З. Азия.

66. • *Pholiurus pannonicus* (Host) Trin. [14–16].

КК Самар. [9]. – Солончаковые луга, солонцы. – СП: Заволжье Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Кавказ, юг Зап. Сибири, Ср. Азия.

67. *Poa bulbosa* L. [14–16].

КК Тат. [7] (subsp. *crispa* (Thuill.) Tzvelev). – Степи, сухие луга и лесные поляны, пески. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

68. *Poa nemoralis* L. [14–16].

КК *Калм. [13]. – Леса, лесные поляны. СП; НП: во всех обл., кроме Астр. – Общ. расп.: циркумбореальный вид.

69. *Poa remota* Forsell. [14–16].

КК Тат. [7]; доп. список КК Самар. [9]. – Сырые леса, места выхода грунтовых вод. – СП: во всех обл.; НП: *Саратов. (бассейн Медведицы), северо-запад *Волг. – Общ. расп.: Европа, Кавказ, Зап. Сибирь, север Ср. и Ц. Азии.

70. • *Poa saksonovii* Tzvelev [20].

Вид нуждается в охране. – Известняковые обнажения. – СП: Самар. (Жигули). – Общ. расп.: эндемик Жигулевской возвышенности. Вид описан с Жигулей.

71. *Poa tanfiljewii* Roshev. [14–16].

Доп. список КК Самар. [9]. – Известняковые обнажения. – СП: Чув. (о. Б. Кукшиковский), Самар. (Жигули). – Общ. расп.: северо-восточно-

европейско-уральско-сибирский вид. – Вид в Жигулях представлен не вполне типичными экземплярами (l. s.).

72. *Poa transbaicalica* Roshev. [20] – *P. stepposa* (Kryl.) Roshev. [16] – *P. versicolor* Bess. subsp. *stepposa* (Kryl.) Tzvelev [14, 15].

КК Саратов. [10]. – Степи, меловые и известняковые обнажения. – СП: Чув., Пенз., Ульянов., Самар.; НП: Саратов., Волг., Астра. (Б. Богдо). – Общ. расп.: юг и юго-восток Вост. Европы, Предкавказье, Южная Сибирь, Ср. Азия.

73. • *Psathyrostachis juncea* (Fisch.) Nevski [14–16, 19].

КК Татар. [7], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10]. – Солонцы, солончаки, степи, известняковые и меловые обнажения. – СП: Татар. (юго-восток), Ульянов. (восток), Самар., заносное в Пензе; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России, юг Зап. и Вост. Сибири, Ср., Ц. Азия. – В регионе преобладает var. *desertorum* (Kar. et Kir.) Tzvelev (*P. desertorum* (Kar. et Kir.) Agafonov).

74. *Puccinellia bilykiana* Klokov [14–16].

Доп. список КК Самар. [9]. – Солончаковые луга. – СП: ? Самар. (Заволжье); НП: ? Волг. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы и юг Вост. Европы.

75. *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. [14–16].

Доп. список КК Татар. [7]. – Солонцеватые луга, прибрежные пески и галечники, обочины дорог. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: европейско-западноазиатский вид.

76. *Puccinellia hauptiana* V. Krecz. [14–16].

Доп. список КК Самар. [9]. – Солонцеватые луга, прибрежные пески и галечники, обочины дорог. – СП: Самар. (Заволжье) и заносное в Морд., Ульянов.; НП: Заволжье Саратов., Волг. и Астра. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатский вид.

77. • *Schizachne callosa* (Turcz. et Griseb.) Ohwi [14, 16].

КК Нижегород. [3], Мар. [5], Татар. [7]. – Еловые и смешанные леса, лесные поляны. – СП: Нижегород., Мар., Татар. – Общ. расп. северо-восток Евр. России, Урал, Сибирь, В. и Ц. Азия.

78. *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link [14–16].

КК Пенз. [4], Саратов. [10]; доп. список КК Татар. [7], Морд. [6]. – Берега водоемов, болота, болотистые луга. – СП: во всех обл.; НП: Саратов., Волг. (Арчединско-Донские пески). – Общ. расп.: восточноевропейско-сибирско-североамериканский вид.

79. *Secale sylvestre* L. [14–16].

Доп. список КК Саратов. [10]. – Песчаные степи, сухие сосновые леса, пастбища. – СП: Ульянов. (юг), Самар. (Заволжье); НП: во всех обл. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Кавказ, юг Зап. Сибири, Ср. и Ю.-З. Азия.

80. *Stipa adoxa* Klokov et Ossyczjuk [16, 33].

КК Волг. [2]. – Каменистые степи, меловые обнажения. – НП: *Волг. – Общ. расп.: эндемик бассейна Среднего Дона и Северного Донца.

81. • *Stipa borysthenica* Klokov et Prokud. [14, 16] – *S. pennata* L. subsp. *sabulosa* (Pacz.) Tzvelev [15] – *S. anomala* auct. non P. Smirn. – **Ковыль днепро-ровский**.

КК Пенз. [4], Самар. [9]. – Песчаные степи, разреженные сосновые леса, на песках. – СП: Пенз., Ульянов., Самар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.:

юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Южная Сибирь, Ср. и Ц. Азия.

82. *Stipa capillata* L. [14–16].

КК Нижег. [3], Чув. [12], Морд. [6]. – Степи. – СП; НП: во всех обл., кроме Мар. – Общ. расп.: евразийский вид.

83. *Stipa caspia* C. Koch – *S. arabica* Trin. et Rupr. subsp. *caspia* (C. Koch) Tzvelev [15].

КК Калм. [13]. – Песчаные и каменистые степи. – НП: *Калм. – Общ. расп.: прикаспийско-среднеазиатский вид.

84. *Stipa cretacea* P. Smirn. [13, 16].

КК Саратов. [10], Волг. [2]. – Меловые обнажения. – НП: *Волг. и ранее показан для востока *Сарат. – Общ. расп.: эндемик бассейна Среднего Дона, достоверно известный в настоящее время только в Волг. (l. c.).

85. • *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv. [14–16].

КК РФ [8], Нижег. [3], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10], Волг. [2]. – Степи. – СП: Нижег., Тат., Морд., Пенз., Ульянов., Самар.; НП (правобережье Волги): Саратов., Волг. – Общ. расп.: Ср. Европа, юг и юго-восток Вост. Европы, Предкавказье, юг Зап. Сибири.

86. • *Stipa korschinskyi* Roshev. [14, 15].

КК Тат. [7], Ульянов. [11], Самар. [9]. – Каменистые степи. – СП: Тат. (юго-восток), Ул. (юг), Самар. – Общ. расп.: Высокое Заволжье, Южный Урал, юг Зап. Сибири, север Ср. Азии.

87. *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. [14–16].

КК Нижег. [3], Тат. [7], Пенз. [4], Ульянов. [11]; доп. список КК Морд. [6]. – Степи, каменистые склоны. – СП; НП: во всех обл., кроме Мар., Морд., Чув. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, юг Зап. Сибири, Ср. и Ю.-З. Азия.

88. • *Stipa pennata* L. [14–16].

КК РФ [8], Нижег. [3], Мар. [5], Чув. [12], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10], Волг. [2], *Калм. [13], Астр. [1]. – СП; НП: во всех обл. – Общ. расп.: Европа, Кавказ, Южная Сибирь, Ср. и Ю.-З. Азия.

89. • *Stipa praecapillata* Alech. – *S. sareptana* A. Beck. subsp. *praecapillata* (Alech.) Tzvelev [14, 15].

Доп. список КК Морд. [6]. – Степи, каменистые склоны. – СП: Нижег., Морд., Пенз., Ульянов., Самар. – Общ. расп.: эндемик Среднего Поволжья. Вид описан из Нижег.

90. • *Stipa pulcherrima* C. Koch [14–16].

КК РФ [8], Нижег. [3], Чув. [12], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10], Волг. [2], *Калм. [13]. – Степи, каменистые склоны. – СП: во всех обл., кроме Мар.; НП.: Саратов. и правобережье Волги в Волг. – Общ. расп.: Юж., Ср., Вост. Европа (юг, юго-восток до Ср. Урала), Кавказ, юг Зап. Сибири, север Ср. и Ю.-З. Азии.

91. • *Stipa sareptana* A. Beck. [14, 15].

КК Нижег. [3], Чув. [12], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4]. – Степи, солонцы. – СП: во всех обл., кроме Мар.; НП: во всех обл. – Общ. расп.: юго-восток Евр. России, Предкавказье, юг Зап. Сибири, Ср. и Ц. Азия. Вид описан из окр. Волгограда (Сарепты). – Вид в Среднем Поволжье смешивается с близким *Stipa praecapillata*.

92. • *Stipa tirsia* Steven [14–16].

КК Нижег. [3], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Самар. [9], Саратов. [10]. – Луговые степи. – СП: во всех обл., кроме Мар.; НП.: Саратов., правобережье Волги в Волг. – Общ. расп.: Южн., Ср., Вост. Европа, Кавказ, юг Зап. Сибири, северо-запад Ср. Азии.

93. • *Stipa ucrainica* P. Smirn. [14–16].

КК *Калм. [13]. – Степи, каменистые склоны. – СП: Нижег.; НП.: ? Саратов., Волг., *Калм., Астр. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Предкавказье.

94. • *Stipa zaleskii* Wilensky [14–16].

КК РФ [8], Нижег. [3], Тат. [7], Морд. [6], Пенз. [4], Ульянов. [11], Самар. [9], Саратов. [10], Волг. [2], *Калм. [13]. – Степи, каменистые склоны. – СП; НП.: во всех обл., кроме Мар., Чув., Астр. – Общ. расп.: юго-восток Ср. Европы, юг и юго-восток Вост. Европы, Южная Сибирь, север Ср. Азии. Вид описан из окр. Саратов.

95. • *Stipagrostis pennata* (Trin.) de Winter [14–16].

КК Калм. [13]. – Песчаные пустыни. – НП: *Калм., Астр. (Заволжье). – Общ. расп.: Нижнее Поволжье, юг Зап. Сибири, Ср. Азия. Вид описан из пустыни между Волгой и Уралом.

96. *Trisetum sibiricum* Rupr. [14–16].

КК Мар. [5], Тат. [7], Пенз. [4]; доп. список КК Морд. [6]. – Ключевые болота и болотистые луга. – СП: во всех обл. – Общ. расп.: восточноевропейско-азиатско-североамериканский вид.

97. • *Zingeria biebersteiniana* (Claus) P. Smirn. [14–16].

КК РФ [8], Волг. [2], Калм. [13], Астр. [1]. – Берега водоемов, сырые луга. – НП: Волг., Калм., Астр. – Общ. расп.: эндемик низовий Волги. Вид описан из окр. Волгограда (Сарепты).

Заключение

Нами рекомендуется для включения в Красную книгу Волжского бассейна 35 видов семейства *Poaceae* с территории Среднего и Нижнего Поволжья.

Благодарности

Авторы выражают благодарность за ценные консультации и помощь в определении растений Н. Н. Цвелёву, Ю. Е. Алексееву, Л. А. Новиковой, В. А. Сагалаеву, Т. Б. Силаевой, А. П. Сухорукову, Т. И. Плаксиной и др.

Список литературы

1. Красная книга Астраханской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. – Астрахань, 2004. – 356 с.
2. Красная книга Волгоградской области. Т. 2. Растения и грибы. – Волгоград, 2006. – 236 с.
3. Красная книга Нижегородской области. Т. 2. Сосудистые растения, водоросли, лишайники, грибы. – Нижний Новгород, 2005. – 328 с.
4. Красная книга Пензенской области. Т. 1. Растения и грибы. – Пенза, 2013. – 300 с.
5. Красная книга Марий Эл. Растения. Грибы. – Йошкар-Ола, 2013. – 324 с.
6. Красная книга Республики Мордовия. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников и грибов. – Саранск, 2003. – 288 с.
7. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). – Казань, 2006. – 832 с.

8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М., 2008. – 855 с.
9. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников и грибов. – Тольятти, 2007. – 372 с.
10. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. – Саратов, 2006. – 528 с.
11. Красная книга Ульяновской области. – Ульяновск, 2008. – 508 с.
12. Красная книга Чувашской Республики. Т. 1. Редкие и исчезающие растения и грибы. – Чебоксары, 2001. – 275 с.
13. Перечень видов растений и грибов, занесенных в Красную книгу Республики Калмыкия : [утв. постановлением Правительства Республики Калмыкия от 13 декабря 2010 г. № 387]. – Элиста, 2010. – 16 с.
14. **Маевский, П. Ф.** Флора средней полосы Европейской части России / П. Ф. Маевский. – 10-е изд. – М., 2006. – 600 с.
15. Флора Европейской части СССР. Т. 1 / отв. ред. Ан. А. Федоров. – Л., 1974. – 404 с.
16. Флора Нижнего Поволжья. Т. 1 / отв. ред. А. К. Скворцов. – М., 2006. – 435 с.
17. **Цвелёв, Н. Н.** Злаки СССР / Н. Н. Цвелёв. – Л., 1976. – 788 с.
18. **Цвелёв, Н. Н.** Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н. Н. Цвелёв. – СПб., 2000. – 781 с.
19. **Цвелёв, Н. Н.** Краткий конспект злаков (*Poaceae*) Восточной Европы: начало системы (грибы *Vambuseae* – *Bromeae*) / Н. Н. Цвелёв // Новости сист. высш. раст. – 2006. – Т. 38. – С. 66–113.
20. **Цвелёв, Н. Н.** О видах секции *Stenopoa* Dumort. рода Мятлик (*Poa* L., *Poaceae*) в Восточной Европе / Н. Н. Цвелёв // Новости сист. высш. раст. – 2009. – Т. 41. – С. 18–53.
21. **Цвелёв, Н. Н.** О некоторых видах овсяниц (*Festuca* L., *Poaceae*) России / Н. Н. Цвелёв // Ботаника (исследования). – Минск, 2010. – Вып. 39. – С. 114–130.
22. **Абрамов, Н. В.** Конспект флоры Республики Марий Эл / Н. В. Абрамов. – Йошкар-Ола, 1995. – 192 с.
23. **Аверкиев, Д. С.** Определитель растений Горьковской области / Д. С. Аверкиев, В. Д. Аверкиев. – 2-е изд. – Горький, 1985. – 320 с.
24. **Бакин, О. В.** Сосудистые растения Татарстана / О. В. Бакин, Т. В. Рогова, А. П. Ситников. – Казань, 2000. – 496 с.
25. **Бакташева, Н. М.** Флора Калмыкии, ее анализ и основные черты формирования : дис. ... д-ра биол. наук / Бакташева Н. М. – СПб., 2000. – 380 с.
26. **Васюков, В. М.** Растения Пензенской области (конспект флоры) / В. М. Васюков. – Пенза, 2004. – 184 с.
27. **Гафурова, М. М.** Флора национального парка «Чаваш вармане». Сосудистые растения: аннотированный список видов / М. М. Гафурова // Научные труды национального парка «Чаваш вармане». – Чебоксары, 2012. – Т. 4. – С. 4–57.
28. **Еленевский, А. Г.** Конспект флоры Саратовской области / А. Г. Еленевский, В. И. Радыгина, Ю. И. Буланый. – Саратов, 2008. – 232 с.
29. **Куданова, З. М.** Определитель высших растений Чувашской АССР / З. М. Куданова. – Чебоксары, 1965. – 345 с.
30. **Лактионов, А. П.** Флора Астраханской области / А. П. Лактионов. – Астрахань, 2009. – 296 с.
31. **Плаксина, Т. И.** Конспект флоры Волго-Уральского региона / Т. И. Плаксина. – Самара, 2001. – 388 с.
32. **Сагалаев, В. А.** Флора степей и пустынь Юго-Востока Европейской России, ее генезис и современное состояние : дис. ... д-ра биол. наук / Сагалаев В. А. – М., 2000. – 927 с.
33. **Сагалаев, В. А.** Чек-лист редких и нуждающихся в охране видов сосудистых растений Нижнего Поволжья в пределах территорий Саратовской, Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия (Материалы к Красной книге

- Волжского бассейна) / В. А. Сагалаев // *Flora Foliunii*. – 2012. – № 17 (53). – С. 2–10.
34. **Саксонов, С. В.** Самаролукский флористический феномен / С. В. Саксонов. – М., 2006. – 263 с.
35. **Саксонов, С. В.** Семейство мятликовые (*Poaceae*) Среднего Поволжья / С. В. Саксонов, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор // *Известия Самар. науч. центра РАН*. – 2013. – Т. 15, № 3 (1). – С. 332–337.
36. **Саксонов, С. В.** Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011) / С. В. Саксонов, С. А. Сенатор. – Тольятти, 2012. – 512 с.
37. **Силаева, Т. Б.** Флора бассейна реки Суры (современное состояние, антропогенная трансформация и проблемы охраны) : дис. ... д-ра биол. наук / Силаева Т. Б. – М., 2006. – 907 с.
38. **Силаева, Т. Б.** Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры) / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Г. Г. Чугунов [и др.]. – Саранск, 2010. – 352 с.
39. **Солянов, А. А.** Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза, 2001. – 310 с.
40. **Станков, С. С.** Определитель высших растений Европейской части СССР / С. С. Станков, В. И. Талиев. – М., 1957. – 741 с.
41. Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – М. ; Л., 1928. – Вып. 2. – 256 с.

References

1. *Krasnaya kniga Astrakhanskoy oblasti. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya ob"ekty zhivotnogo i rastitel'nogo mira* [Red book of Astrakhan region. Rare and endangered species of flora nad fauna]. Astrakhan, 2004, 356 p.
2. *Krasnaya kniga Volgogradskoy oblasti. T. 2. Rasteniya i griby* [Red book of Volgograd region. Volume 2. Plants and fungi]. Volgograd, 2006, 236 p.
3. *Krasnaya kniga Nizhegorodskoy oblasti. T. 2. Sosudistye rasteniya, vodorosli, lishayniki, griby* [Red book of Nizhny Novgorod region. Volume 2. Vascular plants, algae, lichens, fungi]. Nizhniy Novgorod, 2005, 328 p.
4. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. T. 1. Rasteniya i griby* [Red book of Penza region. Volume 1. Plants and fungi]. Penza, 2013, 300 p.
5. *Krasnaya kniga Mariy El. Rasteniya. Griby* [Red book of Mari El. Plants. Fungi]. Yoshkar-Ola, 2013, 324 p.
6. *Krasnaya kniga Respubliki Mordoviya. T. 1. Redkie vidy rasteniy, lishaynikov i gribov* [Red book of Republic of Mordovia, Volume 1. Rare species of plants, lichens and fungi]. Saransk, 2003, 288 p.
7. *Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan (zhivotnye, rasteniya, griby)* [Red book of Republic of Tatarstan (animals, plants, fungi)]. Kazan, 2006, 832 p.
8. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [Red book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow, 2008, 855 p.
9. *Krasnaya kniga Samarskoy oblasti. T. 1. Redkie vidy rasteniy, lishaynikov i gribov* [Red book of Samara region. Volume 1. Rare species of plants, lichens and fungi]. Tolyatti, 2007, 372 p.
10. *Krasnaya kniga Saratovskoy oblasti. Griby. Lishayniki. Rasteniya. Zhivotnye* [Red book of Saratov region. Fungi. Lichens. Plants. Fauna]. Saratov, 2006, 528 p.
11. *Krasnaya kniga Ulyanovskoy oblasti* [Red book of Ulyanovsk region]. Ulyanovsk, 2008, 508 p.
12. *Krasnaya kniga Chuvashskoy Respubliki. T. 1. Redkie i ischezayushchie rasteniya i griby* [Red book of Republic of Chuvashia. Volume 1. Rare and endangered plants and fungi]. Cheboksary, 2001, 275 p.
13. *Perechen' vidov rasteniy i gribov, zanesennykh v Krasnuyu knigu Respubliki Kalmykiya: [utv. postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kalmykiya ot 13 dekabrya 2010 g. № 387]* [List of plants and fungi registered in the Red book of Republic of Kalmikiya]. Elista, 2010, 16 p.

14. Maevskiy P. F. *Flora sredney polosy Evropeyskoy chasti Rossii* [Flora of middle European part of Russia]. Moscow, 2006, 600 p.
15. *Flora Evropeyskoy chasti SSSR. T. 1* [Flora of European part of USSR. Volume 1]. Ed. An. A. Fedorov. Leningrad, 1974, 404 p.
16. *Flora Nizhnego Povolzh'ya. T. 1* [Flora of lower Volga region. Volume 1]. Ed. A. K. Skvortsov. Moscow, 2006, 435 p.
17. Tsvelev N. N. *Zlaki SSSR* [Cereals of USSR]. Leningrad, 1976, 788 p.
18. Tsvelev N. N. *Opredelitel' sosudistykh rasteniy Severo-Zapadnoy Rossii (Leningrads-kaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti)* [Plants identification guide of North-Western Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod regions)]. Saint Petersburg, 2000, 781 p.
19. Tsvelev N. N. *Novosti sist. vyssh. rast.* [News of higher plants systems]. 2006, vol. 38, pp. 66–113.
20. Tsvelev N. N. *Novosti sist. vyssh. rast.* [News of higher plants systems]. 2009, vol. 41, pp. 18–53.
21. Tsvelev N. N. *Botanika (issledovaniya)* [Botany (research)]. Minsk, 2010, iss. 39, pp. 114–130.
22. Abramov N. V. *Konspekt flory Respubliki Mariy El* [Flora summary of Republic of Mari El]. Yoshkar-Ola, 1995, 192 p.
23. Averkiev D. S., Averkiev V. D. *Opredelitel' rasteniy Gor'kovskoy oblasti* [Plants identification guide of Gorkiy region]. Gorkiy, 1985, 320 p.
24. Bakin O. V., Rogova T. V., Sitnikov A. P. *Sosudistye rasteniya Tatarstana* [Vascular plants of Tatarstan]. Kazan, 2000, 496 p.
25. Baktasheva N. M. *Flora Kalmykii, ee analiz i osnovnye cherty formirovaniya: dis. d-ra biol. nauk* [Flora of Kalmykia, analysis and basic traits of formation thereof: dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Saint Petersburg, 2000, 380 p.
26. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti (konspekt flory)* [Plants of Penza region (flora summary)]. Penza, 2004, 184 p.
27. Gafurova M. M. *Nauchnye trudy natsional'nogo parka «Chavash varmane»* [Proceedings of the national park “Chavash varmane”]. Cheboksary, 2012, vol. 4, pp. 4–57.
28. Elenevskiy A. G., Radygina V. I., Bulanny Yu. I. *Konspekt flory Saratovskoy oblasti* [Saratov region flora summary]. Saratov, 2008, 232 p.
29. Kudanova Z. M. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Chuvashskoy ASSR* [Plants identification guide of Chuvashia ASSR]. Cheboksary, 1965, 345 p.
30. Laktionov A. P. *Flora Astrakhanskoy oblasti* [Flora of Astrakhan region]. Astrakhan, 2009, 296 p.
31. Plaksina T. I. *Konspekt flory Volgo-Ural'skogo regiona* [Flora summary of Volga-Ural region]. Samara, 2001, 388 p.
32. Sagalaev V. A. *Flora stepey i pustyn' Yugo-Vostoka Evropeyskoy Rossii, ee genesis i sovremennoe sostoyanie: dis. d-ra biol. nauk* [Flora of steppes and deserts of the South-East of European Russia, genesis and modern condition thereof: dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Moscow, 2000, 927 p.
33. Sagalaev V. A. *Flora Foliumii* [Flora Foliumii]. 2012, no. 17 (53), pp. 2–10.
34. Saksonov S. V. *Samarolukskiy floristicheskiy fenomen* [Samaroluksky floristic phenomenon]. Moscow, 2006, 263 p.
35. Saksonov S. V., Vasyukov V. M., Rakov N. S., Senator S. A. *Izvestiya Samar. nauch. tsentra RAN* [Proceedings of Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences]. 2013, vol. 15, no. 3 (1), pp. 332–337.
36. Saksonov S. V., Senator S. A. *Putevoditel' po Samarskoy flore (1851–2011)* [Samara flora guide (1851–2011)]. Tolyatti, 2012, 512 p.
37. Silaeva T. B. *Flora basseyna reki Sury (sovremennoe sostoyanie, antropogennaya transformatsiya i problemy okhrany): dis. d-ra biol. nauk* [Flora of Sura river basin (modern condition, anthropogenic transformation and protection problems): dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Moscow, 2006, 907 p.

38. Silaeva T. B., Kiryukhin I. V., Chugunov G. G. et al. *Sosudistye rasteniya Respubliki Mordoviya (konspekt flory)* [Vascular plants of Republic of Mordovia]. Saransk, 2010, 352 p.
39. Solyanov A. A. *Flora Penzenskoy oblasti* [Flora of Penza region]. Penza, 2001, 310 p.
40. Stankov S. S., Taliev V. I. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Evropeyskoy chasti SSSR* [Higher plants identification guide of European part of USSR]. Moscow, 1957, 741 p.
41. *Flora Yugo-Vostoka Evropeyskoy chasti SSSR* [Flora of the South-East of European part of USSR]. Moscow; Leningrad, 1928, iss. 2, 256 p.

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 Basin of the Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

Васюков Владимир Михайлович

кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10)

E-mail: vvasjukov@yandex.ru

Vasjukov Vladimir Mikhailovich

Candidate of biological sciences, researcher, laboratory of phytodiversity problems, Institute of Ecology of Volga Basin of the Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

Раков Николай Сергеевич

кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник, лаборатория проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10)

E-mail: sv saxonoff@yandex.ru

Rakov Nikolay Sergeevich

Candidate of biological sciences, associate professor, researcher, laboratory problems phytodiversity, Institute of Ecology of Volga Basin of Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

Сенатор Степан Александрович

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория проблем фиторазнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10)

E-mail: stsenator@yandex.ru

Senator Stepan Aleksandrovich

Candidate of biological sciences, researcher, laboratory of phytodiversity problems, Institute of Ecology of Volga Basin of the Russian Academy of Sciences (10 Komzina street, Togliatti, Russia)

УДК 581.9

Саксонов, С. В.

Раритетные виды злаков (*Poaceae*) бассейна Средней и Нижней Волги / С. В. Саксонов, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 3–17.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИИ ОПЫЛЕНИЯ И ОПЛОДОТВОРЕНИЯ ВИДОВ И ФОРМ РОЗЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОЙ

Аннотация.

Актуальность и цели. Более полное представление о прогамной фазе оплодотворения розы эфиромасличной будет способствовать решению ряда вопросов теоретического и прикладного значения. Детально исследованы VIII–IX этапы органогенеза, связанные с цветением и опылением видов и форм розы.

Материалы и методы. Объектами изучения служили 11 видов и 11 гибридных форм розы эфиромасличной. Микроскопический анализ проводили люминесцентным методом после окраски 0,005 %-м водным раствором анилинового голубого.

Результаты. У ряда сортов и гибридов имеют место частичная редукция генеративных органов, варьирование морфологической структуры цветков и явление протандрии. Эти морфофизиологические особенности цветков эфиромасличной розы особенно сказываются на результатах естественного опыления, так как предотвращают или существенно ограничивают попадание пыльцы на рыльце и, как следствие, в большинстве случаев не обеспечивается завязывание семян. У некоторых видов (Белая, Казанлыкская, Одесская, Карликовая) наблюдается прорастание пыльцевых зерен в закрытом бутоне при условии сухой и жаркой погоды, что необходимо учитывать при проведении гибридизации.

Выводы. Проведенный анализ протекания прогамной фазы оплодотворения не выявил физиологических барьеров несовместимости. Однако темпы роста пыльцевых трубок были неодинаковы для различных гибридных комбинаций. При скрещивании видов пыльцевые трубки характеризовались большей скоростью роста, чем при использовании в качестве родительских форм гибридов. При этом характер прорастания пыльцевых зерен в значительной мере определялся сортом-опылителем, что свидетельствует о последующем влиянии количества и качества попадаемой на рыльце пестика пыльцы на процессы оплодотворения и завязывания семян.

Ключевые слова: биология опыления, прогамная фаза оплодотворения, виды и формы розы, люминесцентная микроскопия, физиологическая несовместимость, онтогенез, фенофазы.

Е. F. Semenova, E. V. Presnyakova

COMPARATIVE RESEARCH OF BIOLOGY OF POLLINATION AND FERTILIZATION OF SPECIES AND FORMS OF ESSENTIAL OIL ROSE

Abstract.

Background. Better understanding of the progam phase of fertilization of the essential oil rose will help to solve some of problems of theoretical and practical importance. The authors studied in detail the VIII–IX organogenesis stages associated with flowering and pollination types and forms of roses.

Materials and methods. 11 species and 11 hybrids of the essential oil Rose were explored in detail. Microscopic analysis was performed by the fluorescent method after staining with 0,005 % aqueous solution of aniline blue.

Results. There is partial reduction of the generative organs, varying in morphological structure of the flowers and the phenomenon of protandry in the group of varieties and hybrids. These morphological and physiological features of essential oil rose flowers particularly affect the results of natural pollination because they prevent or substantially limit the ingress of pollen on the stigma. As a result, in most cases, seed production is not guaranteed. Germination of pollen in the closed bud in some species (White, Kazanluk, Odessa, Dwarf) was observed in conditions of dry and hot weather. During the hybridization this must be considered.

Conclusions. Analysis of the progam phase of fertilization revealed no physiological barriers of incompatibility. Nevertheless, growth of pollen tubes is different for different hybrid combinations. In crossbreeding of species pollen tubes were characterized by a greater growth rate than in case of being used as the parental form hybrids. The character of pollen germination was largely determined by a variety-pollinator. This indicates the subsequent influence of quantity and quality of pollen falls on the stigma on fertilization and seed setting processes.

Key words: biology of pollination, progam phase of fertilization, species and forms of rose, luminescence microscopy, physiological incompatibility, ontogenesis, phenological stages.

Введение

Согласно современным воззрениям исследование процессов опыления и оплодотворения у видов и форм розы эфиромасличной позволит составить более полное представление о прогамной фазе оплодотворения, что будет способствовать не только целенаправленному вмешательству в эти процессы при решении ряда вопросов прикладного значения, но и выявлению закономерностей онтогенетической и филогенетической дифференциации новых форм, решению проблем несовместимости при прорастании пыльцы и прохождению пыльцевых трубок по тканям пестика (на уровне рыльца, столбика и завязи).

Материалы и методы

Объектами изучения служили 11 видов и 11 гибридных форм розы эфиромасличной (табл. 1).

Для изучения элементов репродуктивной биологии использовали различные типы и способы опыления: свободное опыление без изоляции, групповая изоляция, естественное самоопыление при индивидуальной изоляции, искусственное самоопыление при индивидуальной изоляции, включая доопыление [1]. Искусственную гибридизацию выполняли путем предварительной кастрации материнских бутонов (за 1–2 дня до раскрытия цветка), их изоляции с последующим нанесением отцовской пыльцы методом аллогамии (гейтеногамии и ксеногамии). В качестве материала для изоляторов использовали полупергаментную бумагу, двухслойную марлю, «спондбонд».

Механическое сепарирование пыльцы осуществляли в выносящем воздушном потоке, создаваемом вентилятором с электроприводом. Фракции собирали и проводили контролируемые опыления.

Исследования проводились в основном на растениях коллекционного участка (поселок Крымская Роза Белогорского района Республики Крым), расположенного в северной предгорной части Крымского полуострова. Также изучали образцы, выращенные в условиях Ботанического сада им. И. И. Спрыгина (г. Пенза).

Основные виды и формы, используемые в селекции
розы эфиромасличной [4–6]

Название	Происхождение
Белая	<i>Rosa alba</i> L.
Лань	<i>Rosa alba</i> L. x (<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.)
Мичуринка	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.
Украина	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.
Фестивальная	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.
Кооператорка	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.
Казанлыкская	<i>R. damascena</i> f. <i>trigintipetala</i> (Dieck.) R. Keller
Крымская Красная	<i>R. gallica</i> L.
Весна	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br.
Радуга	<i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br. x <i>R. gallica</i> L.
Гибрид 7806	<i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br. x <i>R. gallica</i> L.
Таврида	<i>R. damascena</i> Mill. x неизвестная форма
Кавказская Красная	<i>R. gibrida</i>
Гибрид М-215	<i>R. gibrida</i>
Роза Желтая	<i>R. lutea</i> Mill. (<i>R. foetida</i> Herrm.)
Роза Моховая	<i>R. centifolia</i> L. f. <i>muscosa</i>
Прима Красная	<i>R. rugosa</i> Thunb.
Шиповник морщинистый	<i>R. rugosa</i> Thunb.
Шиповник коричный (Ш. майский)	<i>R. cinnamomea</i> L. (<i>R. majalis</i> Herrm.)
Шиповник собачий	<i>R. canina</i> L.
Роза Одесская	<i>R. odessiana</i> Hort.
Роза Карликовая	<i>R. pygmaea</i> Vieb.

Прорастание пыльцы на рыльце пестика в различных стадиях его готовности («молодое» – за 1–2 дня до раскрытия цветка; «зрелое» – через 1–2 дня; «старое» – через 3–4 дня после раскрытия цветка) по 46 комбинациям скрещивания и самоопыления исследовали в динамике роста пыльцевых трубок, окрашивая пестики в лактофеноле [2], или анализировали люминесцентным методом после окраски 0,005 %-м водным раствором анилинового голубого [3]. Для возбуждения света люминесценции использовали люминесцентные осветители ОИ-28 и ОИ-18А, оценку проводили визуально. Фотографирование осуществляли на МБС-9 с фотокамерой «Зоркий-4» или препараты исследовали на микроскопах МББ-1А, МБИ-15 с фотонасадкой МФНЭ-1 и камерой ФКМ-1. Фотографирование микро- и макрообъектов проводили также цифровыми фотокамерами Nikon Coolpix 2500, Nikon Coolpix 6300, Panasonic DMC-FX100 с объективом Lumix 12 mega pixels.

Результаты и обсуждение

Важным в познании закономерностей жизненных процессов многолетних растений розы является выяснение хода развития генеративного побега. Мы более детально исследовали VIII–IX этапы органогенеза, связанные с цветением и опылением видов и форм розы. Схематически фазы онтогенеза

и периоды вегетации розы по методике Н. М. Макрушина [7] можно представить в виде диаграммы (рис. 1).

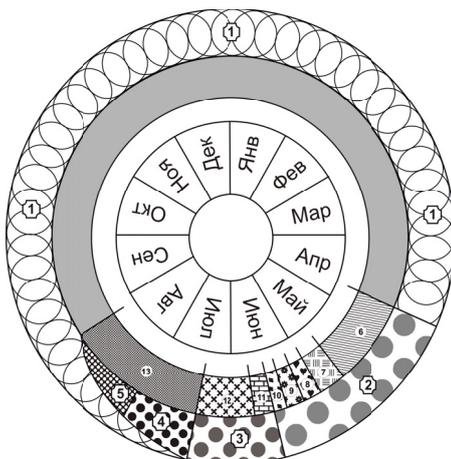


Рис. 1. Сравнительная схема возрастных и вегетационного периодов розы
 Онтогенез: 1 – эмбриональный период; 2 – ювенильный период;
 3 – фаза половой зрелости; 4 – фаза размножения; 5 – сенильный период.
 Вегетационный период (в скобках – этап органогенеза): 6 – распускание листьев (V–VI); 7 – бутонизация (VII–VIII); 8 – начало цветения (VIII–IX); 9 – массовое цветение (IX); 10 – отцветание (IX–X); 11 – начало плодообразования (X); 12 – массовое плодообразование – формирование семян (XI); 13 – созревание плодов и семян (XII)

Цветение, опыление и последующее оплодотворение (рис. 2), или девятый этап, наступают в конце мая в Крыму (в июне – в Среднем Поволжье). В связи с махровостью цветков у изученных видов и форм наблюдаются частичная редукция и деформация генеративных органов – гинецея и андроцея, что может приводить к нарушению процессов опыления.

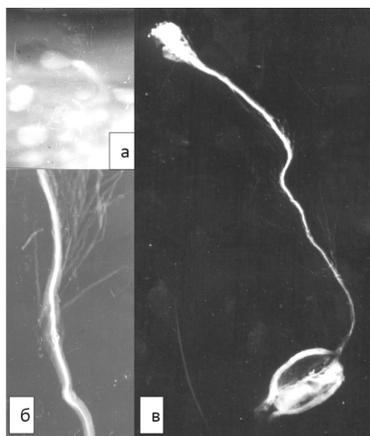


Рис. 2. Прорастание пыльцы на рыльце пестика (а), рост пыльцевых трубок по тканям пестика (б), проникновение их в семяпочку (в) при различных комбинациях скрещивания:
 а – роза Одесская х роза Одесская; б – роза Одесская х Мичуринка;
 в – Белая х Мичуринка (люминесцентная микроскопия)

У сортов Кавказская Красная и Украина в центральных цветках андроец редуцирован практически полностью, тогда как в цветках последующих порядков может формироваться небольшое число тычинок. Кроме того, у гибрида 7806, сортов Украина, Кавказская Красная наблюдается пролификация (израстание) значительной части гинецея (20–40 %). У ряда сортов (Мичуринка, Кавказская Красная, Фестивальная, Украина, Таврида, Лань) и гибридов (7806, Н-1050) наблюдаются большая неоднородность структуры цветков: варьирует количество пестиков, тычинок (коэффициент вариации достигает 22,1 и 50,6 % соответственно), степень прикрытия тычинок лепестками. Внутренние лепестки венчика у сортов Мичуринка, Фестивальная, Таврида и гибридов 7806, Н-1050 иногда прикрывают часть гинецея, что препятствует попаданию пыльцы на рыльце пестиков при естественном опылении и уменьшает вероятность осуществления процессов оплодотворения. Пестики у роз покрыты волосками, но их количество варьирует у разных сортов. Очень сильно опушен гинецей у сорта Прима Красная. Рыльца пестиков образуют неровную куполообразную поверхность, к моменту раскрытия цветка достигающую уровня пыльников или расположенную ниже его. Вскрытие пыльников латрозное, пыльца высыпается из боковой стороны пыльника. Последние вскрываются все одновременно или чаще вскрываются пыльники наружных тычинок. Внутренние тычинки с еще закрытыми пыльниками постепенно раздвигаются по мере увеличения диаметра цветка и освобождают созревающие рыльца. Как правило, вскрытие пыльников происходит в день раскрытия цветка, обычно в первой половине дня. При этом рыльца еще не достигли физиологической зрелости. О наступлении «готовности» можно судить по появлению капли стигматической жидкости (через 1–2 дня после раскрытия цветка). Цветки эфиромасличных роз обладают функциональной раздельнополостью (дихогамией). Она вызвана разновременным созреванием и экспонированием пыльцы и рыльца в цветках. Наиболее характерной формой ее проявления является протандрия (более раннее созревание пыльцы), особенно четко она выражена у Примы Красной. Это явление следует рассматривать как приспособление к перекрестному опылению и как средство предотвращения или ограничения самоопыления.

Однако у некоторых форм самоопыление может происходить еще в закрытом бутоне. Проведенное изучение прорастания пыльцы на пестиках разных фаз развития бутонов у ряда коллекционных образцов (Белая, Весна, Радуга, Крымская Красная, Казанлыкская, Прима Красная, Кооператорка, гибрид М-215, роза Карликовая, роза Одесская) показало, что морфологическая структура их цветков не исключает возможности самоопыления в закрытом бутоне. В частности, при условии жаркой сухой погоды у сортов Белая, Казанлыкская, розы Одесской, розы Карликовой к моменту раскрытия цветка единичные пыльцевые трубки достигают нижней трети столбика или завязи. Это необходимо учитывать при оценке получаемого гибридного материала.

При искусственном опылении на рыльце пестика попадает несколько десятков пыльцевых зерен. Пыльцевое зерно, как правило, набухает и прорастает в течение первого часа через одну пору путем выпячивания интины. Образующиеся пыльцевые трубки (рис. 3) внедряются в ткань рыльца в последующие 3 ч и продолжают расти в центральной части столбика, по проводниковой ткани. Через сутки единичные из них достигают завязи (рис. 2,б).

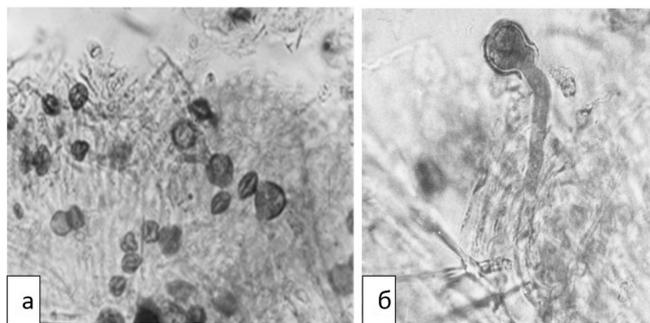


Рис. 3. Набухание и прорастание на рыльце пестика в комбинации Белая x Мичуринка:
 а – морфологически различающихся ПЗ, 1 ч после опыления;
 б – морфологически нормального ПЗ, 4 ч после опыления

Наряду с нормальным взаимодействием споро- и гаметофита у розы наблюдаются различные отклонения на разных его этапах:

- пыльца плохо прикрепляется к поверхности рыльца;
- на поверхности рыльца наблюдается замедленный и неправильный рост пыльцевых трубок (булавовидные вздутия, извилистость, ветвление и др.), сопровождающийся накоплением каллозы в пыльцевом зерне и пыльцевой трубке;
- в тканях столбика имеются вздутия пыльцевых трубок, в которых наблюдается отложение каллозы;
- наблюдается асинхронный и замедленный рост пыльцевых трубок в тканях столбика.

Выраженность этих аномалий зависит от генотипов материнского и отцовского растений. Аномальное поведение пыльцы на рыльце пестика характерно для сортов и гибридов, имеющих неоднородную пыльцу. Крупные пыльцевые зерна образуют булавовидные вздутия и в столбик не проникают. Поэтому более точную характеристику совместимости изученных комбинаций может дать рост пыльцевых трубок по тканям столбика.

Более или менее правильный рост пыльцевых трубок в столбике с последующим проникновением в завязь в течение первых двух суток наблюдается при самоопылении почти всех изученных видов и форм, исключение составляет Прима Красная. У сорта Кавказская Красная и гибрида 7806, имеющих частично «изросшие» пестики, пыльцевые трубки способны преодолевать барьер рыльца и достигать в течение суток только нижней трети столбика. Проникновения пыльцевых трубок в завязь не наблюдалось.

Анализ прорастания пыльцевых зерен и роста пыльцевых трубок при различных комбинациях скрещивания не выявил существенных отличий в поведении пыльцевых трубок по сравнению с самоопылением данных образцов. В обоих случаях наблюдались рост пыльцевых трубок в тканях столбика и проникновение их в завязь. У сорта Кавказская Красная и гибрида 7806 в разных комбинациях скрещивания и при самоопылении пыльцевые трубки в течение суток не дорастают до основания завязи, что обусловлено, по-видимому, израстанием пестиков. У сорта Прима Красная изоляция кастрированных и нормальных цветков приводит к засыханию завязи.

Как уже отмечалось, темпы роста пыльцевых трубок неодинаковы в различных гибридных комбинациях. Обычно проникновение их в семяпочку и зародышевый мешок наблюдается на вторые-третьи сутки. Низкой скоростью роста пыльцевых трубок характеризуются сорта Мичуринка и Белая в некоторых комбинациях скрещивания (Лань х Мичуринка, Мичуринка х Мичуринка, Мичуринка х Белая, Кавказская Красная х Мичуринка). Спустя трое суток основная масса пыльцевых трубок достигает лишь нижней трети столбика. Это может быть обусловлено как особенностями опылителя, так и взаимодействием мужского и женского гаметофитов.

Вместе с тем проведенный анализ выявил сходное поведение пыльцы ряда сортов как при самоопылении, так и при различных вариантах скрещивания. Наиболее дружно и без существенных отклонений прорастает пыльца сортов Весна и Казанлыкская, которая характеризуется наибольшей однородностью. Большие нарушения при прорастании пыльцы на рыльце наблюдаются у сортов Мичуринка, Белая и Крымская Красная. У двух последних сортов они отмечены и в столбике, независимо от генотипа материнского растения. Пыльца этих сортов наименее выровнена (рис. 4) и имеет значительную фракцию крупных пыльцевых зерен, которые, как было описано выше, прорастают с большими нарушениями. Пыльца сортов Белая и Мичуринка плохо удерживается на рыльце, однако этот показатель частично зависит от материнского растения.

Проведенные опыты, с разделением пыльцевых зерен на фракции и последующим нанесением каждой на рыльца пестиков в комбинациях скрещивания Лань х Белая, Радуга х Лань, показали, что опыление фракцией, содержащей самые мелкие пыльцевые зерна и микроспоры, не приводит к завязыванию семян вследствие непрорастания пыльцы. Наилучшие результаты наблюдались при использовании пыльцы, содержащей основные размерные группы зрелых пыльцевых зерен. Следует полагать, что пыльцевые зерна, различающиеся по величине и числу хромосом совместно создают на рыльце условия, благоприятные для развития пыльцевых трубок. Созданию таких условий способствует и обильное нанесение пыльцы на рыльце (одно- или многократное). Дополнительное в случае самоопыления и повторное (спустя двое-трое суток) при гибридизации опыление приводит к увеличению завязываемости семян, что связано с неравномерностью созревания семяпочек и зародышевых мешков в них (табл. 2).

В частности, проведенное трехкратное опыление с интервалом двое суток позволило получить семян в среднем на опыленный цветок 29 штук в комбинации скрещивания Кавказская Красная х Казанлыкская и 2,1 штуки – Кавказская Красная х Мичуринка (обычно в селекционной практике плоды и семена в этих комбинациях скрещивания не образуются). Следовательно, практически все, нормально сформировавшиеся к моменту опыления зародышевые мешки были оплодотворены, т.е. реальная завязываемость семян оказалась весьма близкой к потенциальной. Проведение дву- и более кратного опыления может быть эффективно для тех образцов, у которых в раскрывшихся цветках имеется определенное количество морфологически нормальных, но еще недифференцированных зародышевых мешков (Фестивальная, Кооператорка, Казанлыкская, Весна, Таврида, Белая, Лань, М-215). Например, в комбинации скрещивания Весна х Крымская Красная повторное

опыление (спустя трое суток) увеличило количество завязавшихся семян (с 10,4 до 12,3 семян в расчете на опыленный цветок).

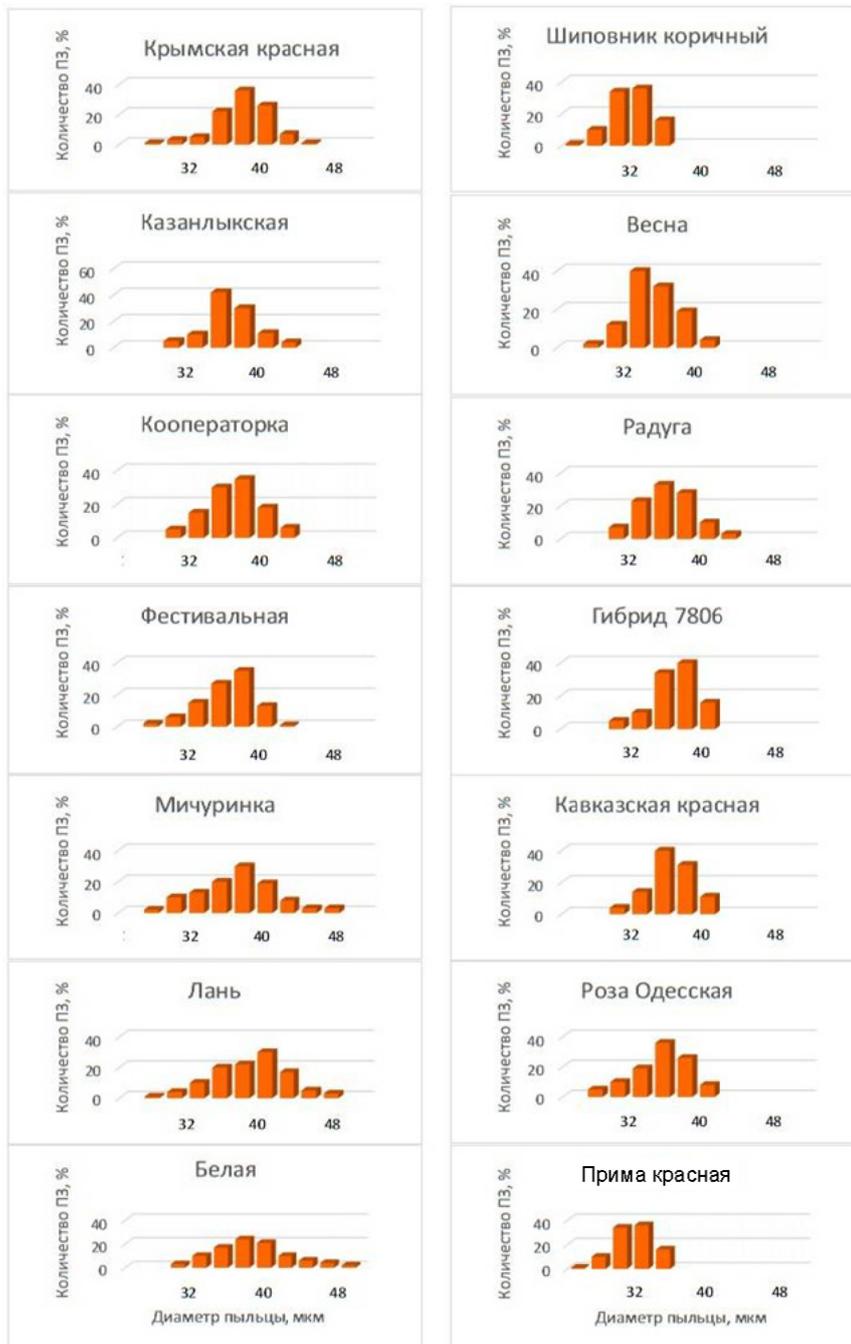


Рис. 4. Вариабельность размеров пыльцевых зерен образцов розы

В процессе роста пыльцевой трубки по тканям столбика генеративная клетка делится и образует две мужские гаметы – спермии. Рост пыльцевой трубки завершается проникновением через микропиле и чаще через одну из

синергид в зародышевый мешок, в котором один из спермиев движется к яйцеклетке, второй – к центральной клетке. Картин двойного оплодотворения мы не наблюдали. Об оплодотворении судили по косвенным признакам: входу пыльцевых трубок в зародышевый мешок, разрушению одной из синергид, выделению дополнительного ядрышка в яйцеклетке. Процесс оплодотворения происходит у видов, сортов и гибридов эфиромасличной розы на вторые-четвертые сутки после опыления, причем у гибридных форм оплодотворение осуществляется в более поздние сроки, чем у видов и исходных сортов – компонентов скрещивания.

Таблица 2

**Морфологическая характеристика зародышевых мешков
к моменту раскрытия цветка розы**

Название образца	Количество зародышевых мешков, lim в %			
	Зрелые	Более ранние стадии развития	Аномальные	Дегенерирующие
Белая	27,3–36,3	0,0–10,7	0,0–12,8	46,9–72,7
Лань	16,0–25,0	6,3–28,6	0,0–16,7	29,3–68,7
Мичуринка	3,6–5,0	0,0–6,4	0,0–25,5	63,1–96,4
Фестивальная	20,0–24,0	16,0–16,3	0,0–7,0	56,7–60,0
Кооператорка	25,0–27,7	0,0–19,4	0,0–16,7	38,9–72,3
Казанлыкская	24,2–36,8	10,3–19,3	0,0–5,3	51,2–52,9
Крымская Красная	14,3–19,0	0,0–3,7	0,–7,0	70,3–85,7
Весна	21,4–41,7	8,3–22,9	8,3–33,2	22,2–42,7
Радуга	40,5–43,5	7,7–13,2	0,0–15,1	28,2–51,5
Гибрид 7806	16,7–22,0	0,0–12,3	14,0–16,7	57,0–61,3
Кавказская Красная	12,5–14,3	0,0–18,2	0,0–13,6	56,7–85,7
Роза Одесская	41,9–55,0	3,6–17,3	0,0–7,4	33,4–42,8
Прима Красная	19,6–22,0	0,0–4,0	0,0–8,0	68,4–73,0

В результате двойного оплодотворения взаимное слияние ядер яйцеклетки и спермия, а также их плазмы, ведет к образованию зиготы – первой клетки спорофита, будущего растения розы. Слияние второго спермия с ядром центральной клетки приводит к возникновению триплоидной клетки эндосперма. Содержимое других пыльцевых трубок, доросших до зародышевого мешка, по-видимому, также рано или поздно ассимилируется зародышевым мешком. После оплодотворения рыльца со столбиками пестиков подсыхают, а рост завязей усиливается. Критерием эффективности опыления считается завязывание плодов, т.е. увеличение размеров завязи после отцветания, которое стимулируется и происходит не у всех плодолистиков, имеющих в цветке розы эфиромасличной. Стимуляция роста завязи зависит от обилия прорастающей пыльцы и наличия нормально сформированного женского гаметофита, взаимодействие которых в пестике носит характер взаимной активации.

Заключение

Полученные результаты исследований позволяют обобщить особенности биологии опыления и оплодотворения изученных видов и форм розы. Анализ морфологической структуры цветка розы показал, что, несмотря на редукцию репродуктивных структур, определяемую генотипом и расположе-

нием цветка на растении, все исследованные виды, сорта и гибриды имеют развитый гинецей и андроцей, что может обеспечить регулярность полового процесса. Однако у некоторых сортов с повышенной махровостью морфологическая структура цветка существенно затрудняет естественное самоопыление. Это связано с отсутствием андроеца (центральные цветки Кавказской Красной и Украины), прикрытием тычинок лепестками (Лань, Мичуринка, Фестивальная, Украина, Таврида, Кавказская Красная, гибриды Н-1050, 7806), а также некоторых пестиков (Мичуринка, Фестивальная, Таврида, гибриды 7806, Н-1050). Наиболее характерной формой проявления функциональной раздельнополости у роз является протандрия. Указанные морфофизиологические особенности эфиромасличной розы могут приводить к нарушению процесса оплодотворения в связи с ограниченным попаданием пыльцы на рыльце цветка. Кроме того, у ряда видов розы (Казанлыкская, Белая, Одесская, Карликовая) отмечено прорастание пыльцы в закрытом бутоне, что может искажать результаты гибридизации. Во избежание последнего кастрацию бутонов для скрещиваний следует проводить в более ранние, чем это принято, сроки (за три-четыре дня до раскрытия цветка).

Полученные экспериментальные данные показывают, что механизмы само- и перекрестной несовместимости, проявляющиеся в прогамной фазе оплодотворения, т.е. при прорастании пыльцевых зерен на рыльце и росте пыльцевых трубок по тканям столбика, у изученных коллекционных образцов отсутствуют. Наблюдающиеся отклонения относятся к отличающимся по размерам пыльцевым зернам (преимущественно крупным или самым мелким) и не могут оказывать существенного влияния на завязывание семян, поскольку у всех образцов присутствует фракция пыльцевых зерен, способная преодолеть барьер рыльца и расти по тканям столбика вплоть до завязи. Результаты исследования свидетельствуют, что темпы роста пыльцевых трубок неодинаковы для различных гибридных комбинаций. Максимальной скоростью роста характеризовались пыльцевые трубки в вариантах, где в качестве родительских компонентов выступали разные виды розы эфиромасличной; более низкая скорость роста наблюдалась при участии гибридов.

Следует отметить, что дополнительное в случае самоопыления и повторное при гибридизации опыление приводит к повышению завязываемости семян до потенциального уровня. Это подтверждает высказанное ранее положение [8] о том, что ограничительным фактором завязывания семян является состояние женского гаметофита розы.

Список литературы

1. **Левина, Р. Е.** Репродуктивная биология семенных растений / Р. Е. Левина. – М. : Наука, 1981. – 96 с.
2. **Chandra, D. P.** Staining pollen tubes in the styles; cotton blue versus carmine for general use / D. P. Chandra, N. Anita // *Stain technol.* – 1967. – Vol. 42, № 2. – P. 81–85.
3. **Литвак, А. И.** Люминесцентная макро- и микроскопия в исследованиях плодовых культур и винограда / А. И. Литвак. – Кишинев : Штиинца, 1978. – 111 с.
4. **Назаренко, Л. Г.** Роза эфиромасличная (история, биологические особенности и селекция) / Л. Г. Назаренко. – Киев : Наукова думка, 1978. – 200 с.
5. **Назаренко, Л. Г.** Сорта эфиромасличных культур селекции Института эфиромасличных и лекарственных растений / Л. Г. Назаренко // *Науч. труды ИЭЛР.* – Симферополь, 2006. – Вып. 26. – С. 49–54.
6. **Назаренко, Л. Г.** Культура эфиромасличной розы / Л. Г. Назаренко, Б. П. Миньков, Г. И. Мустяцэ, А. В. Мурин. – Кишинев : Штиинца, 1983. – 187 с.

7. **Макрушин, Н. М.** Основы гетеросперматологии / Н. М. Макрушин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 288 с.
8. **Семенова, Е. Ф.** Эмбриологические особенности розы эфиромасличной в связи с интенсификацией селекционного процесса : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Семенова Е. Ф. – Симферополь : ВНИИЭМК, 1987. – 23 с.

References

1. Levina R. E. *Reproduktivnaya biologiya semennykh rasteniy* [Reproductive biology of spermaphytes]. Moscow: Nauka, 1981, 96 p.
2. Chandra D. P., Anita N. *Stain technol.* 1967, vol. 42, no. 2, pp. 81–85.
3. Litvak A. I. *Lyuminescentnaya makro- i mikroskopiya v issledovaniyakh plodovykh kul'tur i vinograda* [Fluorescent macro- and microscopy in research of orchard crops and grapes]. Kishinev: Shtiintsa, 1978, 111 p.
4. Nazarenko L. G. *Roza efiromaslichnaya (istoriya, biologicheskie osobennosti i selektsiya)* [Essential oil rose (history, biological features and breeding)]. Kiev: Naukova dumka, 1978, 200 p.
5. Nazarenko L. G. *Nauch. trudy IELR* [Proceedings of IELR]. Simferopol, 2006, iss. 26, pp. 49–54.
6. Nazarenko L. G., Min'kov B. P., Mustyatse G. I., Murin A. V. *Kul'tura efiromaslichnoy rozy* [Essential oil rose crops]. Kishinev: Shtiintsa, 1983, 187 p.
7. Makrushin N. M. *Osnovy geterospermatologii* [Basic heterospermatology]. Moscow: Agropromizdat, 1989, 288 p.
8. Semenova E. F. *Embriologicheskie osobennosti rozy efiromaslichnoy v svyazi s intensifikatsiey selektsionnogo protsesssa: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Embryological features of essential oil rose and connection with breeding process intensification: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Simferopol: VNIIEMK, 1987, 23 p.

Семенова Елена Федоровна

кандидат биологических наук, доцент, 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, associate professor, senior staff scientist, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Преснякова Елена Викторовна

кандидат биологических наук, доцент, кафедра медицинских информационных систем и технологий, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: spl7@mail.ru

Presnyakova Elena Viktorovna

Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of medical information systems and technologies, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК (58.01+581.3+581.4):582.734.4

Семенова, Е. Ф.

Сравнительное исследование биологии опыления и оплодотворения видов и форм розы эфиромасличной / Е. Ф. Семенова, Е. В. Преснякова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 18–28.

Л. Т. Мищенко, А. А. Дунич, А. В. Дащенко,
О. В. Молчанец

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВИРУСОВ, ПОРАЖАЮЩИХ РАСТЕНИЯ РОДА *MENTHA*

Аннотация.

Актуальность и цели. В мире все более острой проблемой в промышленном выращивании растений мяты становятся вирусные заболевания, однако в отечественной литературе отсутствует детальное описание вирусных болезней, поражающих эту эфиромасличную лекарственную культуру. В статье представлен обзор мировой научной литературы о вирусах, поражающих растения рода *Mentha*.

Результаты. В статье дана характеристика 23 вирусов, поражающих растения рода *Mentha* в различных странах мира. Детально представлены симптомы вирусных болезней на различных видах и сортах мяты, а также основные свойства вирусов, знание которых необходимо для успешной и эффективной защиты культуры от этих патогенов.

Выводы. Сведения, представленные в статье, будут полезны для хозяйств и предприятий, которые занимаются промышленным выращиванием мяты. Данный обзор является первым, посвященным указанной тематике, в отечественной литературе.

Ключевые слова: мята, фитовирусы, видовое разнообразие, свойства вирусов.

L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Dashchenko, O. V. Molchanets

SPECIES DIVERSITY OF VIRUSES INFECTING PLANTS OF *MENTHA* GENUS

Abstract.

Background. Viral diseases become a more and more topical problem of mint industrial cultivation in the world, however in Russian literature there is no detailed description of the viral diseases infecting this essential oil and medicinal crop. Therefore the article reviews world scientific literature about the viruses affecting plants of the *Mentha* genus.

Results. The authors characterize 23 viruses which affect mint plants worldwide and describe the symptoms of viral diseases of different mint species and the properties of the viruses, knowledge of which is necessary for successful and efficient crop protection against these pathogens.

Conclusions. These data will be useful for farmers and enterprises specializing in industrial cultivation of this essential oil crop. It is the first review in Russian literature which is devoted to the specified subject.

Key words: mint, plant viruses, variety of species, properties of viruses.

Сегодня интерес к фитотерапии в мире постоянно растет. Об этом свидетельствуют высокие темпы роста реализации препаратов растительного происхождения и внедрения новых современных методов их получения. Особо ценными являются растения рода *Mentha*. Острой проблемой в лекарственном растениеводстве являются вирусные инфекции. Кроме значительного влияния вирусов на урожайность и основные звенья метаболизма расте-

ний, доказано, что эти патогены могут снижать концентрацию биологически активных веществ в растениях [1–10]. Вирусы усложняют разработку агротехнических мероприятий, поскольку большинство лекарственных растений являются многолетними культурами, что способствует накоплению и хранению возбудителей разнообразных заболеваний на протяжении многих лет. Это может привести к массовому поражению культивируемых растений, уменьшению их урожаев на плантациях, а в дальнейшем и к полному уничтожению ценных лекарственных культур.

Выявление и циркуляция таких вредоносных вирусов на промышленных плантациях лекарственных растений требуют постоянного вирусологического мониторинга с последующей разработкой защиты растений от вирусов. Первым и основным этапом в диагностике фитовирусных инфекций является выявление заболевания, которое невозможно осуществить без знания симптоматики болезни и свойств его возбудителя.

Несмотря на ценность мяты во многих отраслях, на сегодняшний день в отечественной литературе отсутствует детальное описание вирусов, поражающих ее. В данной статье сделан обзор литературы о видовом составе вирусов, поражающих эту культуру, симптоматике фитовирусных заболеваний и основных свойствах вирусов. Анализ научной литературы показал, что растения мяты инфицируются 23-мя вирусами (табл. 1).

Таблица 1
Видовой состав вирусов и симптоматика вирусных заболеваний мяты

Название вируса	Акроним	Таксономическое положение	Симптомы на растениях мяты	Источник литературы
1	2	3	4	5
<i>Alfalfa mosaic virus</i>	AMV	<i>Alfavirus</i>	Хлоротическая крапчатость	Neubauer, 1963, Richter, 1966
			Пожелтение листьев и задержка роста	Lovisol, Luisoni, 1963
			Междужилковая пятнистость, кольцевая крапчатость	Fletcher, 2001; Gaborjanyi, Nagy, 1972
<i>Arabis mosaic virus</i>	ArMV	<i>Nepovirus</i>	Не описаны	Taylor, Thomas, 1968
<i>Cherry rasp leaf virus</i>	CRLV	<i>Cheravirus</i>	Не описаны	Thompson et al., 2004
<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	Мозаика	Richter, 1966
			Мозаика и деформация листьев	Zhou et al., 1990
			Не описаны	Hani, 1971; Gaborjanyi, Nagy, 1972; Vicchi, Bellardi, 1988
<i>Impatiens nectotic spot virus</i>	INSV	<i>Tospovirus</i>	Не описаны	Stobbs et al., 1992; Allen, 1992; Grieco et al., 2000
			Задержка роста, желто-коричневая пятнистость на молодых, коричнево-серые некрозы на старых листьях	Sether et al., 1991; DeAngelis et al., 1994

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
<i>Lychnis ringspot virus</i>	LRSV-M	<i>Hordeivirus</i>	Мозаика	Бeczner et al., 1992
<i>Mint vein banding associated virus</i>	MVBaV	Не определен	Бессимптомная инфекция, прижилковая мозаика	Tzanetakis et al, 2005 (a)
<i>Mint virus-1</i>	MV-1	<i>Closterovirus</i>	Прижилковая мозаика, курчавость	Tzanetakis et al, 2005 (б)
<i>Mint virus-2</i>	MV-2	<i>Vitivirus</i>	Бессимптомная инфекция	Tzanetakis et al, 2007
<i>Mint virus X</i>	MVX	<i>Potexvirus</i>	Бессимптомная инфекция	Tzanetakis et al, 2006 (б)
<i>Peppermint latent virus</i>	PeLV	<i>Cheravirus</i>	Не описаны	Thompson et al., 2004
<i>Peppermint stunt virus</i>	PmSV	<i>Vitivirus</i>	Не описаны	Lommel, Sit, 2006; Lommel, Tremblay, 1998
<i>Strawberry latent ringspot virus</i>	SLRSV	Не идентифицирован	Не описаны	Schmelzer, 1969; Taylor, Thomas, 1968
			Желтая прижилковая мозаика	Postman et al., 2004
<i>Tobacco mosaic virus</i>	TMV	<i>Tobamovirus</i>	Мозаика, прижилковая полосатость, деформация листьев и незначительная задержка роста	Samad et al., 1994; Samad et al., 2000
			Вырождение и истончение пагонов, кустистость, хлороз, карликовость	Сенчугова, 2003
<i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	<i>Nepovirus</i>	Задержка роста и кустистость	Stone et al., 1962
<i>Tomato aspermy virus</i>	TAV	<i>Cucumovirus</i>	Мозаика и деформация листьев	Zhou et al., 1990
<i>Tomato leaf curl Pakistan virus</i>	ToLSPKV	<i>Begomovirus</i>	Мозаика, пожелтение, скручивание, курчавость листовой пластинки	Samad et al., 2011
<i>Tomato spotted wilt virus</i>	TSWV	<i>Tospovirus</i>	Не описаны	Sether et al., 1991; Grieco et al., 2000; Stobbs et al., 1992; Allen, 1992
Нитевидный	–	Не идентифицирован	Мозаика	Kacharmazov, Tanev, 1977
Нитевидный	–	Не идентифицирован	Хлоротическая мозаика, деформация листьев, морщинистость, мелколистность	Дашенко, 2013
Рабдовирус		<i>Cytorhabdovirus</i>	Не описаны	Intert, Amelunxen, 1988
<i>Potato virus Y</i>	PVY	<i>Potyvirus</i>	Разноцветность лепестков, хлороз, карликовость	Сенчугова, 2003
<i>Potato virus X</i>	PVX	<i>Potexvirus</i>	Мозаика и полосы на листьях	Сенчугова, 2003
<i>Tobacco rattle virus</i>	TRV	<i>Tobravirus</i>	Желтый мозаичный столбур	Brandes, 1964

Вирусы, которые передаются нематодами:

Tobacco rattle virus, TRV (вирус погремковости табака). В 1963 г. из образцов сока мяты с симптомами желтого мозаичного столбура был выделен палочкоподобный вирус длиной 88–176 нм и 25 нм шириной [11]. Он был идентифицирован как вирус погремковости табака. Этот вирус распространяется с помощью нескольких видов нематод, хорошо передается при механической инокуляции, прививке, семенами и не передается при непосредственном контакте. TRV распространен в Америке, Китае, Японии, Европе, реже встречается в Новой Зеландии и Австралии. В настоящее время природа симптома столбура окончательно не изучена. Известно, что инфекция протекает очень быстро: растения отстают в росте, а в участке корневой шейки вместо корневищ образуются щепотки карликовых побегов [12].

Arabis mosaic virus, ArMV (вирус мозаики резухи). ArMV принадлежит к подгруппе А роду *Nepovirus*, семейство *Secoviridae*. Вирионы сферической формы, размеры которых 25–27 нм. Этот вирус поражает около 100 видов растений, которые принадлежат к 28-ми семействам, вызывает существенные потери урожая многих культур [13]. Передается в основном нематодами *Xiphinema diversicaudatum*, *X. bakeri*, *X. coxi*, а также механически, прививкой, семенами, но не передается контактно. ArMV часто выявляется в смешанной инфекции вместе с *Strawberry latent ringspot virus (SLRSV)*, поскольку оба вируса передаются одним и тем же вектором.

В 1966 г. во время обследования полей малины в Шотландии на наличие *Strawberry latent ringspot virus (SLRSV)* Taylor и Thomas отбирали дикие виды растений с целью определения потенциально возможных хозяев и резерваторов этого вируса [14]. В итоге в половине из 12-ти отобранных образцов *Mentha arvensis* были детектированы ArMV и SLRSV. Авторы собрали семена из инфицированных образцов и вырастили 35 растений. В итоге ни в одном образце не было обнаружено ArMV, в отличие от SLRSV, который передался семенами двум растениям мяты. Это единственное сообщение о поражении мяты ArMV.

Strawberry latent ringspot virus, SLRSV (вирус латентной кольцевой пятнистости клубники). SLRSV поражает свыше 130 видов растений из 30-ти семейств. Вирус передается только нематодами рода *Xiphinema* (*X. diversicaudatum*, *X. coxi*), семенами, пылью и механически. Благодаря этому свойству SLRSV был отнесен к роду *Nepovirus*, а впоследствии – к *Sadwavirus*, но учитывая его филогенетическое расстояние от любого другого члена порядка *Picornavirales*, вероятнее, что эта классификация в будущем опять будет изменена [15, 16].

В 1960-х гг. было обнаружено, что растения мяты, которые росли в природе, являются хозяевами SLRSV [14, 17], но до 2004 г. не было ни одного сообщения об этом вирусе на растениях рода *Mentha* в США. Postman, Chambers Stace-smith выделили сферический вирус из растений, который впоследствии идентифицировали как SLRSV [18]. Позже SLRSV найден в нескольких регионах США и Канады. Однако присутствие этого вируса на производственных полях мяты в США не установлено, но наличие SLRSV является маловероятным, ведь два основных вида векторов отсутствуют в этой стране [19].

Tobacco ringspot virus, TRSV (вирус кольцевой пятнистости табака). TRSV имеет широкий круг растений-хозяев (35 семейств). Вирус принадле-

жит к подгруппе А рода *Nepovirus* (*Secoviridae*), передается нематодами рода *Xiphinema*. Как типичный представитель неовирусов TRSV легко передается механически, семенами и пыльцой. Тот факт, что вирус теряется при линьке векторов, можно эффективно использовать для уменьшения потерь урожая культуры.

В 1962 г. Stone et al. обнаружили несколько растений *Mentha spicata* с симптомами кустистости, задержки роста и деформации листовых пластинок на полях Индианы [20]. Эти растения были найдены только в двух маленьких ареалах с многочисленными популяциями векторов *X. americanum* Cobb. Как и в случае со многими вирусами, особенно неовирусами, растения после первичного инфицирования остаются бессимптомными, симптомы появляются на новых корнях после перезимовки растений. Stone et al. не наблюдали симптомов поражения TRSV на растениях *Mentha cardiaca*, которые росли около инфицированных растений мяты. Позже TRSV был детектирован методом иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции (ПЦР) в растениях *Mentha* × *verticillata* с симптомами слабой прижилковой полосатости [19].

Вирусы, которые передаются тлями:

Alfalfa mosaic virus, AMV (вирус мозаики люцерны, ВМЛ). ВМЛ – типичный представитель рода *Alfavirus* семейства *Bromoviridae*. AMV имеет очень широкий круг хозяев. В природных условиях этот вирус может инфицировать много растений и некоторые дикие (150 видов из 22 семейств) и передается больше 430 видам из 51 семейства [13]. Шестнадцать видов тлей, включая *Myzus persicae*, могут неперсистентно передавать AMV [21]. AMV также может передаваться через пыльцу и семена картофеля [22].

В 1963 г. новую вирусную болезнь, которая влекла за собой появление хлоротической крапчатости на листьях мяты, в Германии назвали «peppermint pale spot» [23]. Через несколько лет J. Richter установил, что указанная болезнь вызвана AMV и вирус может передаваться несколькими видами тлей [24]. Этот патоген также был идентифицирован в Италии, растения мяты характеризовались пожелтением листков и задержкой роста. Исследователям удалось передать вирус прививкой, но не механически [25]. Вирус был обнаружен в растениях мяты с симптомами междужилковой пятнистости и кольцевой крапчатости в условиях Новой Зеландии [26] и Европы [27]. Эффективность трансмиссии вируса мозаики люцерны выдвигает потенциальную угрозу для эфиромасличной и других индустрий, в которых применяют растения мяты, особенно, когда находят в смешанной инфекции с другими вирусами, которые также переносятся тлями.

Cucumber mosaic virus, CMV (вирус огуречной мозаики, ВОМ).
Tomato aspermy virus, TAV (вирус аспермии томатов, ВАТ). CMV – типичный представитель рода *Cucumovirus* семейства *Bromoviridae*, который поражает больше 1 тыс. видов растений из более чем 86-ти семейств и провоцирует их экономически важные заболевания во всем мире. TAV впервые был описан в 1949 г., он способен инфицировать около 100 видов растений из 27-ми семейств. Штаммы CMV отличаются между собой по своим биологическим, серологическим и физико-химическим свойствам и распределяются на две подгруппы. Некоторые аспекты этих двух вирусов являются идентичными – оба эффективно передаются тлями неперсистентным путем, семенами, пыльцой и механически.

Первое сообщение о поражении CMV растений мяты было в 1966 г. в Германии. Там обнаружили мозаичную болезнь мяты, которая легко передавалась тлями [24]. Nani A. изучал эпидемиологию CMV в Швейцарии и показал, что растения *Mentha sp.* являются его хозяевами [28]. Этот патоген вместе с AMV также обнаружили в Венгрии в культивируемых лекарственных растениях, в частности и на мяте [27]. В Италии CMV был серьезной проблемой в выращивании гладиолусов. Исследованиями установлено, что растения *Mentha sp.*, включая *M. arvensis*, являются резерваторами вируса [29]. Zhou et al. выделили два вируса из инфицированных растений *M. spicata* (MS-Z и MS-S) в Шанхае (Китай), на листьях которых были мозаика и деформация [30]. После механической инокуляции установлено, что *M. haplocalyx* также является хозяином названных вирусов. Биологические свойства и морфология вирусных частиц были идентичными к таким кукумовирусам. Основываясь на результатах относительно круга растений-хозяев, симптомов, свойств *in vitro*, передаче тлями, морфологии вирионов и серологических тестов, MS-Z и MS-S были идентифицированы как CMV и TAV соответственно. Это единственное сообщение о поражении *M. spicata* данными вирусами.

Mint vein banding associated virus, MVBaV (вирус, ассоциированный с полосатостью жилок мяты). MVBaV – один из двух кластеровирусов, которые поражают мяту. Впервые MVBaV открыт в клонах *Variegata* в США, однако он не присутствовал в некоторых других клонах *Variegata* [31]. Авторы установили, что это вирус нитевидной формы размером 1500×12 нм. Векторами выявлены тли *Ovatus crataegarius*. Во время обследований полей мяты в Орегоне было обнаружено, что MVBaV был преимущественно у большинства протестированных образцов, причем визуальных симптомов поражения не было. На растениях коллекционных образцов *M. canadensis* из Онтарио (Канада) были симптомы прижилковой мозаики, в которых идентифицирован указанный вирус, что свидетельствует о существенной роли окружающей среды и вида растения-хозяина в проявлении симптомов заболевания (рис. 1).



Рис. 1. Симптомы поражения *Mint vein banding associated virus* и *Mint virus-1* на растениях *Mentha canadensis* [19]

Mint virus-1, MV-1 (вирус мяты -1). MV-1 – второй кластеровирус, который поражает мяту, обнаружен исследователями из США [32]. На растении

ях мяты отмечены морщинистость и прижильковый хлороз, из которых выделили три вируса: TRSV, MV-1 и *Mint virus-2*.

Исследователи установили, что MV-1 имеет организацию генома, подобную *Beet yellow virus* (вирус желтухи свеклы), который является типичным представителем рода *Closterovirus* и передается тлями. Филогенетический анализ показал, что MV-1 близко родствен с *Beet yellow virus* и *Citrus tristeza virus*. MV-1 передается мятной тлей. Авторами было показано, что растения мяты, на которых высаживали тлю только с одним вирусом, оставались бессимптомными [32].

Mint virus-2, MV-2 (вирус мяты -2). MV-2 принадлежит к роду *Vitivirus* семейства *Betaflexiviridae* и является близкородственным к членам рода, которые поражают растения грейпфрута, а именно: *Grapevine virus A, B и D*.

MV-2 впервые открыли ученые из США [33]. Их попытки механически передать вирус, используя в тесте 13 растений-индикаторов из разных семейств, были неудачными, а вот передать с помощью вектора (мятной тли) удалось. Исследователями доказано: для успешной передачи этого вируса необходим вирус-помощник, которым является MV-1, что является характерным для некоторых витивирюсов, например, *Heracleum latent virus*. MV-2 при моноинфекции не вызывает видимых симптомов на мяте.

Peppermint stunt virus, PmSV (вирус карликовости мяты). PmSV принадлежит к роду *Vitivirus* семейства *Betaflexiviridae*. Он впервые обнаружен в США исследователями, которые наблюдали снижение содержания эфирного масла в растениях мяты [1]. PmSV серологически родствен *Grapevine virus A* и *Mint virus-2* [34, 35].

Impatiens necrotic spot virus, INSV (вирус некротической крапчатости бальзамина), Tomato spotted wilt virus, TSWV (вирус пятнистого увядания томатов) принадлежат к роду *Tospovirus*, семейство *Bunyaviridae*. Способность TSWV инфицировать растения мяты точно не выяснена, в связи с чем эти два вируса будут описаны вместе. Оба вируса передаются векторами персистентным путем (трипс *Frankliniella occidentalis*). До 1990 г. INSV не был выделен в вид, а в первом сообщении о вирусе на мяте назывался бальзаминным штаммом TSWV (TSWV-*Impatiens* strain) [36]. Исследователями установлено, что INSV может передаваться двумя видами *Frankliniella* (*F. occidentalis* и *F. intonsa*), эффективность передачи *F. occidentalis* выше, чем *F. intonsa* [37, 38]. TSWV способен передаваться несколькими видами трипсов, включая роды *Thrips* и *Frankliniella*.

На растениях мяты INSV вызывает задержку роста, а вот патогенность TSWV не выяснена до сих пор. В Орегоне, где эти вирусы были идентифицированы на мяте впервые, несколько сотен растений тестировали на наличие известного на то время TSWV, 30 % образцов были позитивными. В исследованиях использовали две антисыворотки к бальзаминному штамму TSWV (в настоящий момент INSV) и TSWV. Около половины образцов прореагировало с INSV, все другие – с TSWV [39]. В Онтарио (Канада) также было обнаружено, что растения мяты являются хозяевами для тосповирусов [40]. В Италии обнаружен TSWV в мяте с помощью ИФА [41].

Симптомами INSV-инфекции на мяте является светло-желтая пятнистость на молодых листьях, старые листья развиваются плохо, на них образуются некрозы (рис. 2).



Рис. 2. Симптомы INSV-инфекции на растениях мяты [36]

Tomato leaf curl Pakistan virus, ToLSPKV (пакистанский вирус скручивания листьев томатов). ToLSPKV принадлежит к роду *Begomovirus* семейства *Geminiviridae*, что содержит вирусы с одной или двумя кольцевыми молекулами ДНК. Бегомовирусы поражают экономически важные культуры, преимущественно в тропических и субтропических регионах мира. Они передаются *Bemisia tabaci*. В 2005 г. в Индии [42] было обнаружено 50–60 % растений мяты (*Mentha spicata* сорт *Viridis*) с симптомами мозаики, пожелтения, скручивания и задержки роста листьев (рис. 3).



Рис. 3. Симптомы бегомовирусной инфекции на растениях *Mentha spicata* [42]

Исследователи отметили, что растения, инфицированные на ранних стадиях, существенно теряли биомассу. Они также показали, что бегомовирус, выделенный из этих растений, – это *Tomato leaf curl Pakistan virus*, что он на 93 % идентичен по последовательностям нуклеотидов типичному штамму. Вирусы, которые принадлежат *Tomato leaf curl*, вызывают скручивание и уменьшение размеров листьев, задержку роста растений, редукцию соцветий. Изучение эпидемиологии болезни до сих пор продолжается.

Tobacco mosaic virus, TMV (вирус табачной мозаики, ВТМ) распространен по всему миру и поражает свыше 150 видов растений из 9-ти семейств. Геном ВТМ представляет собой одноцепочечную +РНК. Это палочкоподобный вирус размером 300×18 нм, передающийся механической инокуляцией и семенами.

На растениях мяты (*Mentha × gracilis*) вирус впервые обнаружили в 1994 г. в Индии [43, 44]. Симптомами заболевания были мозаика, просветление жилок, деформация листьев и незначительная задержка роста растений (рис. 4).



Рис. 4. Симптомы поражения ВТМ на растениях *Mentha × gracilis* [43]

Lychnis ringspot virus-mint, LRSV (вирус кольцевой пятнистости лихниса). LRSV – представитель рода *Hordeivirus*, палочкоподобных РНК вирусов. Наличие вируса в растениях мяты до сих пор не доказано. Единственным сообщением об инфицировании LRSV растений мяты с симптомами мозаики являются данные из Венгрии [45].

Mint virus X, MVX (вирус мяты X). MVX – новый потексвирус, выделенный из растений мяты в США [46]. Геном MVX около 6 kb, кодирует пять белков. MVX хорошо передается на травянистые растения, но совсем неэффективно происходит передача его на мяту. MVX близко родственен к *Strawberry mild yellow edge virus*, который трудно передается механически, а вот тлями и в присутствии вируса-помощника процент трансмиссии высокий. Авторами показано, что MVX не передается мятной тлей.

Peppermint latent virus, PeLV (латентный вирус мяты), Cherry rasp leaf virus, CRLV (вирус рашпилевидности листьев черешни). Американские ученые во время приготовления клонов мяты обнаружили в нескольких образцах сиквенсы вируса, который был назван *Peppermint latent virus*. Сравнение участков РНК1 и РНК2 показало, что PeLV больше всего родственен CRLV и *Apple latent spherical virus* [47]. Интересным оказался тот факт, что клон мяты имел 93 % гомологии по аминокислотной последовательности к транспортному белку (movement protein) CRLV. Это указывает на присутствие двух вирусов – членов рода *Cheravirus*, поражающих мяту.

Нитевидный вирус мяты. Kacharmazov и Tanev сообщили, что растения мяты (*M. piperita*) сорта *Magica* инфицированы нитевидными вирусами (475×12 нм), которые вызывают появление мозаики (в Болгарии [48]). После термотерапии 80 % эксплантов не проявляли симптомов мозаики в течение двух лет, что свидетельствует о том, что вирус не находится в меристематических тканях. Это единственная информация об этом вирусе. По размерам и морфологии он подобен вирусам семейства *Flexiviridae*, однако нельзя утверждать, что это не один из вышеперечисленных вирусов.

Рабдовирус на *M. piperita*. Исследователи Intert и Amelunxen [49] обнаружили в клетках листьев и корней мяты вирусные частицы, характерные по морфологии для рабдовируса, который имеет пулевидную форму и размер 45–100×100–430 нм. На этих растениях обнаружена персиковая тля. Ввиду морфологии и специфической локализации вирионов в клетках вирусы идентифицировали как циторабдовирусы. Рабдовирус уже выделяли из растений семейства *Lamiaceae*, а именно: *Thymus citriodorus* [50] и *Leonurus cardiaca* [51], но о поражении растений мяты это было первое сообщение.

Вирусологические исследования мяты в Украине. При обследовании плантаций мяты перечной в Украине (Опытная станция лекарственных растений, Полтавская обл.) были обнаружены растения с симптомами хлоротической мозаики, задержки роста, курчавости, деформации листовой пластинки, морщинистости и мелколистности (рис. 5, 6).



Рис. 5. Симптомы курчавости листьев мяты перечной (сорт Чернолистая)



Рис. 6. Симптомы вирусного заболевания на растениях *Mentha piperita* L. (сорт Прилуцкая 6)

Процент растений с указанными симптомами составлял от 5–10 до 28–45 % в разные годы и в зависимости от сорта [52–54]. Для изучения морфологических характеристик вирусов применяли метод электронной микроскопии (Jem-1230, JEOL). В препаратах, изготовленных из материала надземной части растений мяты перечной, обнаружены нитевидные вирусные частицы размером $520 \pm 20 \times 11$ нм (рис. 7), а также доказана вирусная этиология методом биологического тестирования [53, 54].



Рис. 7. Электронограмма нитевидного вируса, выявленного в листьях мяты перечной (сорт Чернолистая), увеличение $\times 30\,000$

В корнях инфицированных растений *Mentha piperita* вирусов не найдено. Вирусы, выделенные из растений мяты, морфологией подобны вирусам рода *Potexvirus* семейства *Alfalexiviridae*, что совпадает с данными научной литературы. Известно, что на юге Украины культура мяты перечной, кроме вируса табачной мозаики и Y-вируса картофеля, инфицируется также X-вирусом картофеля, который является представителем упомянутого выше рода вирусов [12]. Симптомы поражения похожи на обнаруженные нами, а именно: вырождение и истончение побегов, укорачивание междоузлий корневищ и стеблей, что предопределяет кустистость растений с образованием побегов, неспособных укореняться. Кустистость сопровождалась пестрыми полосами и мозаикой на листьях. Для определения таксономического положения выявленного вируса был использован метод ИФА. Образцы мяты с описанными симптомами болезни были протестированы на наличие ХВК и других вирусов, которые описаны на мяте в литературе. Результаты анализа показали, что этот вирус не является ХВК и то, что в тестируемых образцах отсутствуют антигены к вирусам, описанным исследователями из других стран (ArMV, PVY, TRV, INSV, TSWV, AMV), и вирусам, которые распространены на территории Украины (CMV, TuMV, CGMMV, PVM, PepMV, TAV). Таким образом, в Украине выявлены всего три вируса мяты [12], два из них (PVY и PVX) никем больше в мире не диагностированы, включая и наши исследования, а также не идентифицированы нитевидные вирусы [53, 54].

Таким образом, проведенный нами обзор мировой научной литературы относительно вирусов, которые поражают культуру мяты в разных странах, показал, что почти все из них признаны особо вредоносными и экономически важными вирусами растений. Кроме того, пять из них (TMV, TSWV, CMV, PVY, PVX) входят в десятку наиболее научно и экономически важных вирусов растений в мире [55]. Стоит отметить, что в последние годы число вирусов, которые инфицируют мяту, значительно возросло, что свидетельствует о необходимости проведения мониторинга вирусов на промышленных плантациях мяты, разработки эффективной защиты культуры от патогенов и предотвращения эпифитотий на мяте и их распространения в другие ареалы на важные сельскохозяйственные, садовые и другие культуры.

Список литературы

1. **Crowe, F. J.** Evaluation of peppermint field performance from plants regenerated from meristem tip culture, and investigations of virus infection / F. J. Crowe, S. Lommel, A. Mitchell // Mint Industry Research Council (MIRC) 1994 Research Report. – 1995. – P. 90–111.
2. **Bellardi, M. G.** Effect of *Cucumber mosaic virus* infection on the quality of *Echinacea purpurea* root extracts / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, M. Hudaib // Journal of Plant Pathology. – 2001. – № 83 (1). – P. 69.
3. **Bellardi, M. G.** Influenza delle infezioni virali sull'olio essenziale di timo (*Thymis vulgaris* L.) / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, S. Biffi // Natural 1, (September) (It). – 2001. – P. 47–54.
4. **Bellardi, M. G.** Viral infections of *Salvia sclarea*. The influence of *Broad bean wilt virus* on the essential oil / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, S. Biffi, V. Cavrini // Natural 1, October. – 2001. – P. 91–95.
5. **Hudaib, M.** Chromatographic (GCMS, HPLC) and virological evaluations of *Salvia sclarea* infected by BBWV-I / M. Hudaib, M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, J. Fiori, V. Cavrini // Il Farmaco. – 2001. – № 56. – P. 219–227.

6. **Bruni, R.** Impact of alfalfa mosaic virus subgroup I and II isolates on terpene secondary metabolism of *Lavandula vera* D. C., *Lavandula×alardii* and eight cultivars of *L. hybrid* Rev. / R. Bruni, M. G. Bellardi, G. Parrella, A. Bianchi // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2006. – № 68 (4–6). – P. 189–197.
7. **Bruni, R.** Essential oil composition of *Agastache anethiodora* Britton (*Lamiaceae*) infected by cucumber mosaic virus (CMV) / R. Bruni, A. Bianchi, M. G. Bellardi // *Flavour and Fragrance Journal*. – 2007. – № 22 (1). – P. 67–70.
8. **Koreneva, A. A.** Biological properties of medicinal plants' viruses. Thesis PhD., virology / A. A. Koreneva. – Kyiv, 2009. – 22 p.
9. **Mishchenko, L. T.** Content of cichoric and caftaric acid in Echinacea purpurea plants infected with viruses / L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Sereda, V. V. Hovaka, S. P. Veselsky // *Biologically active substances: fundamental and applied problems (Proceedings of Scientific Conference, Novy Svet, AR Crimea, Ukraine, 23–28 May 2011)*. – 2011. – P. 291.
10. **Mishchenko, L. T.** Viral infections of some medicinal plants and its effect on content of biologically active substances / L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Dashchenko, T. N. Zagumennikova, N. I. Sidelnikov // *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. – 2013. – № 9. – P. 20–25.
11. **Brandes, J.** Forstwirtschaft / J. Brandes. – Berlin ; Dahlem, 1964. – 346 p.
12. **Сенчугова, Н. А.** Вірусні хвороби основних ефіроолійних культур Кримського регіону : автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.06 «Вірусологія» / Сенчугова Н. А. – Київ, 2003. – 21 с.
13. *Virus taxonomy* // Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / eds. A. M. Q. King, M. J. Adams, E. B. Carstens, E. J. Lefkowitz. – Elsevier, 2012. – 1327 p.
14. **Taylor, C. E.** The association of *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletsky) with Strawberry latent ringspot and Arabis mosaic viruses in a raspberry plantation / C. E. Taylor, P. R. Thomas // *Ann. Appl. Biol.* – 1968. – № 62. – P. 147–157.
15. **Tzanetakis, I. E.** A virus between families: Nucleotide sequence and evolution of *Strawberry latent ringspot virus* / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. C. Gergerich, R. R. Martin // *Virus Res.* – 2006. – № 121. – P. 199–204.
16. **Gall Le O.** *Cheravirus* and *Sadwavirus*: Two unassigned genera of plant positive-sense singlestranded RNA viruses formerly considered atypical members of the genus *Nepovirus* (family *Comoviridae*) / Gall Le O., H. Sanfacon, M. Ikegami, T. Iwanami, T. Jones, A. Karasev, K. Lehto, J. Wellink, T. Wetzel, N. Yoshikawa // *Arch. Virol.* – 2007. – Vol. 152. – P. 1767–1774.
17. **Schmelzer, K.** Strawberry latent ringspot virus in Euonymous, Acacia, and Aesculus / K. Schmelzer // *Phytopathol. Z.* – 1969. – № 66. – P. 1–24.
18. **Postman, J. D.** First report of *Strawberry latent ringspot virus* in *Mentha* sp. from North America / J. D. Postman, I. E. Tzanetakis, R. R. Martin // *Plant Dis.* – 2004. – № 88. – P. 907.
19. **Tzanetakis, I. E.** Mint viruses: beauty, stealth, and disease / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, A. Samad, R. R. Martin // *Plant disease*. – 2010. – № 94. – P. 4–12.
20. **Stone, W. J.** A new disease of American spearmint by *Tobacco ring spot virus* / W. J. Stone, G. I. Mins, G. B. Bergeson // *Plant Dis. Rep.* – 1962. – № 46. – P. 623–624.
21. **McLaughlin, M. R.** A greenhouse method for aphid inoculation of *Alfalfa mosaic virus* in white clover by co-culture of virus, vector, and clover / M. R. McLaughlin // *Aphid Plant Interaction: Populations to Molecules* / D. C. Peters, J. A. Webster, C. S. Chloubers ; eds. Okla // *Agric. Exp. Stn. Stillwater, OK*. – 1991. – P. 318.
22. **Valkonen, J. P. T.** Symptom expression and seed transmission of *Alfalfa mosaic virus*, *Potato yellowing virus* and *Potato yellowing virus SB-22* in *Solanum brevidens* and *S. tuberosum* / J. P. T. Valkonen, E. Pehu, K. Watanabe // *Potato Res.* – 1992. – № 35. – P. 403–410.

23. **Neubauer, S.** Uber die Bleichfleckigkeit der Pfefferminze, eine neue Viruskrankheit der Pfefferminze (*Mentha piperita* Huds.) / S. Neubauer // Preslia. – 1963. – № 35. – P. 193–198.
24. **Richter, J.** Viruskrankheiten an pfefferminze (*Mentha piperita* L.) in der Deutschen Demokratischen republic / J. Richter // Pharmazie. – 1966. – № 21. – P. 373–377.
25. **Lovisol, O.** A new virosis of peppermint and the presence in this plant of a virus inhibitor / O. Lovisol, E. Luisoni // Atti Academic Torino. – 1963. – № 98. – P. 213–225.
26. **Fletcher, J. D.** New hosts of *Alfalfa mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Potato virus Y*, *Soybean dwarf virus*, and *Tomato spotted wilt virus* in New Zealand / J. D. Fletcher // N. Z. J. Crop Hortic. Sci. – 2001. – Vol. 29. – P. 213–217.
27. **Gaborjanyi, R.** Termesztett gyogynovenyeink virus- es mikoplazma betegsegei / R. Gaborjanyi, F. Nagy // Herba-Hungarica. – 1972. – Vol. 11. – P. 39–51.
28. **Hani, A.** On the epidemiology of Cucumber mosaic virus in Tessin / A. Hani // Phytopath. Z. – 1971. – № 72. – P. 115–144.
29. **Vicchi, V.** The role of weeds in the epidemiology of Gladiolus viruses and MLO / V. Vicchi, M. G. Bellardi // Acta Hortic. – 1988. – № 234. – P. 371–378.
30. **Zhou, X. G.** Two new virus diseases found on spearmint (In Chinese, with English summary) / X. G. Zhou, X. R. Yuan, S. J. Wang // Acta Agric. Shanghai. – 1990. – № 6. – P. 45–52.
31. **Tzanetak, I. E.** A member of the *Closteroviridae* from mint with similarities to all three genera of the family / I. E. Tzanetak, J. D. Postman, R. R. Martin // Plant Dis. – 2005. – № 89. – P. 654–658.
32. **Tzanetak, I. E.** Characterization of a novel member of the family *Closteroviridae* from *Mentha* spp. / I. E. Tzanetak, J. D. Postman, R. R. Martin // Phytopathology. – 2005. – № 95. – P. 1043–1048.
33. **Tzanetak, I. E.** Identification, detection and transmission of a new Vitivirus from *Mentha* / I. E. Tzanetak, J. D. Postman, R. R. Martin // Arch. Virol. – 2007. – № 152. – P. 2027–2033.
34. **Lommel, S. A.** Identification, characterization, and assessment of a Tricho-like virus in mint and its association with meristem-tip cultured material / S. A. Lommel, D. Tremblay // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 1998. – P. 85–94.
35. **Lommel, S. A.** Creation of antibody & molecular probe assays for Peppermint stunt virus indexing in peppermint and spearmint / S. A. Lommel, D. Tremblay // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 2006. – P. 120–134.
36. **Sether, D. M.** First report of tomato spotted wilt virus in peppermint (*Mentha × piperita*) / D. M. Sether, J. D. DeAngelis, P. A. Rossignol // Plant Dis. – 1991. – № 75. – P. 644.
37. **DeAngelis, J. D.** Transmission of Impatiens necrotic spot virus in peppermint by western flower thrips (Thysanoptera, Thripidae) / J. D. DeAngelis, D. M. Sether, P. A. Rossignol // J. Econ. Entomol. – 1994. – Vol. 87. – P. 197–201.
38. **Sakurai, T.** Distinct efficiencies of Impatiens necrotic spot virus transmission by five thrips vector species (Thysanoptera: Thripidae) of tospoviruses in Japan / T. Sakurai, T. Inoue, S. Tsuda // Appl. Entomol. Zool. – 2004. – № 39. – P. 71–78.
39. **Allen, T. C.** Tomato spotted wilt virus in mint / T. C. Allen // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 1992. – P. 170–175.
40. **Stobbs, L. W.** Transmission of tomato spotted wilt virus by the western flower thrips to weeds and native plants found in southern Ontario / L. W. Stobbs, A. B. Broadbent, W. R. Allen, A. L. Stirling // Plant Dis. – 1992. – № 76. – P. 23–29.
41. **Grieco, P. D.** Tomato spotted wilt virus on weeds and wild plants in Metapontum area / P. D. Grieco, D. Conte, I. Munno, M. Nuzzaci, A. Stradis // Fitopatol. – 2000. – № 50. – P. 43–46.

42. **Samad, A.** Begomovirus related to Tomato leaf curl Pakistan virus newly reported in Mentha crops in India / A. Samad, M. K. Gupta, A. K. Shasany, P. V. Ajayakumar, M. Alam // *Indian J. Plant Pathol.* – 2011. – № 87. – P. 64–88.
43. **Samad, A.** An outbreak of mosaic disease on mint (*Mentha cardiaca* Baker) in India / A. Samad, M. Zaim, P. V. Ajayakumar // *Indian J. Plant Pathol.* – 1994. – № 12. – P. 1–4.
44. **Samad, A.** Isolation and characterization of a TMV isolate infecting scotch spearmint (*Mentha gracilis* Sole) in India / A. Samad, M. Zaim, P. V. Ajayakumar, I. D. Garg // *J. Plant Dis. Prot.* – 2000. – № 107. – P. 649–657.
45. **Beczner, L.** Properties of the Mentha Strain of Lychnis Ringspot Virus / L. Beczner, R. I. Hamilton, D. M. Rochon // *Intervirology.* – 1992. – № 33. – P. 49–56.
46. **Tzanetakis, I. E.** Mint virus X: A novel potexvirus associated with symptoms in 'Variegata' mint / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. R. Martin // *Arch. Virol.* – 2006. – № 151. – P. 43–153.
47. **Thompson, J. R.** A new potato virus in a new lineage of picorna-like viruses / J. R. Thompson, K. L. Perry, W. Jong // *Arch. Virol.* – 2004. – № 149. – P. 2141–2154.
48. **Kacharmazov, V.** Cure of mint variety Maritsa, infected by a filiform virus by combined use of thermotherapy and tissue culture / V. Kacharmazov, I. Tanev // *Rasteniyev dni Nauki.* – 1977. – № 14. – P. 114–118.
49. **Intert, I.** Rhabdoviruses in *Mentha piperita* / I. Intert, F. Amelunxen // *J. Phytopathol.* – 1988. – № 123. – P. 370–373.
50. **Schultz, M. G.** A probable rhabdovirus infection of lemon scented thyme / M. G. Schultz, K. A. Harrap // *Ann. Appl. Biol.* – 1997. – Vol. 80. – P. 251–254.
51. **Francki, R. I. B.** Plant Rhabdoviruses / R. I. B. Francki // *Adv. Virus Res.* – 1973. – Vol. 18. – P. 245–257.
52. **Дашченко, А. В.** Вірусні захворювання *Mentha peperita* L. / А. В. Дашченко, А. А. Коренева, В. В. Тороп, Л. Т. Міщенко // *Інтродукція і селекція ароматических і лікарських рослин : матеріали междунар. конф. (Ялта, 8–12 июня 2009 г.)*. – Ялта, 2009. – С. 46–47.
53. **Mishchenko, L.** Viruses of introduced medicinal plants in Ukraine / L. Mishchenko, A. Dunich // *J. Antivirals and Antiretrovirals.* – 2011. – Vol. 3, № 4. – P. 146.
54. **Дашченко, А. В.** Тестування вірусних інфекцій окремих лікарських рослин із родин *Asteraceae* та *Lamiaceae* / А. В. Дашченко // *Науковий Вісник Національного університету біоресурсів і природокористування*. – Київ, 2013. – Вип. 182, серія «Агрономія». – С. 241–246.
55. **Scholthof, K. B. G.** Top 10 plant viruses in molecular plant pathology / K. B. G. Scholthof, S. Adkins, H. Czosnek, P. Palukaitis, E. Jacquot, T. Hohn, B. Hohn, K. Saunders, T. Candresse, P. Ahlquist // *Molecular Plant Pathology.* – 2011. – Vol. 12. – P. 938–954.

References

1. Crowe F. J., Lommel S., Mitchell A. *Mint Industry Research Council (MIRC) 1994 Research Report*. 1995, pp. 90–111.
2. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Hudaib M. *Journal of Plant Pathology*. 2001, no. 83 (1), p. 69.
3. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Biffi S. *Natural 1, (September) (It)*. 2001, pp. 47–54.
4. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Biffi S., Cavrini V. *Natural 1, October*. 2001, pp. 91–95.
5. Hudaib M., Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Fiori J., Cavrini V. *Il Farmaco*. 2001, no. 56, pp. 219–227.
6. Bruni R., Bellardi M. G., Parrella G., Bianchi A. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2006, no. 68 (4–6), pp. 189–197.
7. Bruni R., Bianchi A., Bellardi M. G. *Flavour and Fragrance Journal*. 2007, no. 22 (1), pp. 67–70.

8. Koreneva A. A. *Biological properties of medicinal plants' viruses. Thesis PhD., virology.* Kiev, 2009, 22 p.
9. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Sereda A. V., Hovaka V. V., Veselsky S. P. *Biologically active substances: fundamental and applied problems (Proceedings of Scientific Conference, Novy Svet, AR Crimea, Ukraine, 23–28 May 2011).* 2011, p. 291.
10. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Dashchenko A. V., Zagumennikova T. N., Sidelnikov N. I. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry.* 2013, no. 9, pp. 20–25.
11. Brandes J. *Forstwirtschaft.* Berlin; Dahlem, 1964, 346 p.
12. Senchugova N. A. *Virusni khvorobi osnovnikh efirooliynikh kul'tur Krims'kogo regionu: avtoref. dis. kand. biol. nauk: spets. 03.00.06 «Virusologiya»* [Viral diseases of main essential oil crops of Crimea: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences: specialty 03.00.06 "Virology"]. Kiev, 2003, 21 p.
13. *Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.* Eds. A. M. Q. King, M. J. Adams, E. B. Carstens, E. J. Lefkowitz. Elsevier, 2012, 1327 p.
14. Taylor C. E., Thomas P. R. *Ann. Appl. Biol.* 1968, no. 62, pp. 147–157.
15. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Gergerich R. C., Martin R. R. *Virus Res.* 2006, no. 121, pp. 199–204.
16. Gall Le O., Sanfacon H., Ikegami M., Iwanami T., Jones T., Karasev A., Lehto K., Wellink J., Wetzell T., Yoshikawa N. *Arch. Virol.* 2007, vol. 152, pp. 1767–1774.
17. Schmelzer K. *Phytopathol. Z.* 1969, no. 66, pp. 1–24.
18. Postman J. D., Tzanetakis I. E., Martin R. R. *Plant Dis.* 2004, no. 88, p. 907.
19. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Samad A., Martin R. R. *Plant disease.* 2010, no. 94, pp. 4–12.
20. Stone W. J., Mins G. I., Bergeson G. B. *Plant Dis. Rep.* 1962, no. 46, pp. 623–624.
21. McLaughlin M. R. *Agric. Exp. Stn. Stillwater, OK.* 1991, p. 318.
22. Valkonen J. P. T., Pehu E., Watanabe K. *Potato Res.* 1992, no. 35, pp. 403–410.
23. Neubauer S. *Preslia.* 1963, no. 35, pp. 193–198.
24. Richter J. *Pharmazie.* 1966, no. 21, pp. 373–377.
25. Lovisolo O., Luisoni E. *Atti Academic Torino.* 1963, no. 98, pp. 213–225.
26. Fletcher J. D. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 2001, vol. 29, pp. 213–217.
27. Gaborjanyi R., Nagy F. *Herba-Hungarica.* 1972, vol. 11, pp. 39–51.
28. Hani A. *Phytopath. Z.* 1971, no. 72, pp. 115–144.
29. Vicchi V., Bellardi M. G. *Acta Hortic.* 1988, no. 234, pp. 371–378.
30. Zhou X. G., Yuan X. R., Wang S. J. *Acta Agric. Shanghai.* 1990, no. 6, pp. 45–52.
31. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Plant Dis.* 2005, no. 89, pp. 654–658.
32. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Phytopathology.* 2005, no. 95, pp. 1043–1048.
33. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Arch. Virol.* 2007, no. 152, pp. 2027–2033.
34. Lommel S. A., Tremblay D. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings.* 1998, pp. 85–94.
35. Lommel S. A., Tremblay D. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings.* 2006, pp. 120–134.
36. Sether D. M., DeAngelis J. D., Rossignol P. A. *Plant Dis.* 1991, no. 75, pp. 644.
37. DeAngelis J. D., Sether D. M., Rossignol P. A. *J. Econ. Entomol.* 1994, vol. 87, pp. 197–201.
38. Sakurai T., Inoue T., Tsuda S. *Appl. Entomol. Zool.* 2004, no. 39, pp. 71–78.
39. Allen T. C. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings.* 1992, pp. 170–175.
40. Stobbs L. W., Broadbent A. B., Allen W. R., Stirling A. L. *Plant Dis.* 1992, no. 76, pp. 23–29.
41. Grieco P. D., Conte D., Munno I., Nuzzaci M., Stradis A. *Fitopatol.* 2000, no. 50, pp. 43–46.
42. Samad A., Gupta M. K., Shasany A. K., Ajayakumar P. V., Alam M. *Indian J. Plant Pathol.* 2011, no. 87, pp. 64–88.

43. Samad A., Zaim M., Ajayakumar P. V. *Indian J. Plant Pathol.* 1994, no. 12, pp. 1–4.
44. Samad A., Zaim M., Ajayakumar P. V., Garg I. D. *J. Plant Dis. Prot.* 2000, no. 107, pp. 649–657.
45. Beczner L., Hamilton R. I., Rochon D. M. *Intervirology.* 1992, no. 33, pp. 49–56.
46. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Arch. Virol.* 2006, no. 151, pp. 43–153.
47. Thompson J. R., Perry K. L., Jong W. *Arch. Virol.* 2004, no. 149, pp. 2141–2154.
48. Kacharmazov V., Tanev I. *Rasteniev dni Nauki.* 1977, no. 14, pp. 114–118.
49. Intert I., Amelunxen F. *J. Phytopathol.* 1988, no. 123, pp. 370–373.
50. Schultz M. G., Harrap K. A. *Ann. Appl. Biol.* 1997, vol. 80, pp. 251–254.
51. Francki R. I. B. *Adv. Virus Res.* 1973, vol. 18, pp. 245–257.
52. Dashchenko A. V., Koreneva A. A., Torop V. V., Mishchenko L. T. *Introduktsiya i selektsiya aromaticeskikh i lekarstvennykh rasteniy: materialy mezhdunar. konf. (Yalta, 8–12 iyunya 2009 g.)* [Introduction and breeding of aromatic medicinal plants: proceedings of the international conference (Yalta, 8–12 June 2009)]. Yalta, 2009, pp. 46–47.
53. Mishchenko L., Dunich A. *J. Antivirals and Antiretrovirals.* 2011, vol. 3, no. 4, p. 146.
54. Dashchenko A. V. *Naukoviy Visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya* [Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management]. Kiev, 2013, iss. 182, series “Agronomics”, pp. 241–246.
55. Scholthof K. B. G., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E., Hohn T., Hohn B., Saunders K., Candresse T., Ahlquist P. *Molecular Plant Pathology.* 2011, vol. 12, pp. 938–954.
-

Мищенко Лидия Трофимовна

доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, кафедра вирусологии, Образовательно-научный центр «Институт биологии», Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 64/13)

E-mail: lmishchenko@ukr.net

Дунич Алина Анатолиевна

кандидат биологических наук, научный сотрудник, кафедра вирусологии, Образовательно-научный центр «Институт биологии», Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 64/13)

E-mail: korenevochka@mail.ru

Дащенко Анна Валериевна

соискатель, кафедра интегрированной защиты растений, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 13)

E-mail: dannaval@mail.ru

Mishchenko Lidiya Trofimovna

Doctor of biological sciences, professor, leading researcher, sub-department of virology, ESC “Institute of Biology”, Taras Shevchenko National University of Kyiv (64/13 Vladimirskaya street, Kiev, Ukraine)

Dunich Alina Anatolievna

Candidate of biological sciences, researcher, sub-department of virology, ESC “Institute of Biology”, Taras Shevchenko National University of Kyiv (64/13 Vladimirskaya street, Kiev, Ukraine)

Dashchenko Anna Valerievna

Applicant, sub-department of integrated plant protection, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine (13 Geroev Oborony street, Kyiv, Ukraine)

Молчанец Оксана Виталиевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра вирусологии, Образовательно-
научный центр «Институт биологии»,
Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко
(Украина, г. Киев, ул. Владимирская,
64/13)

E-mail: molchanets_ov@ukr.net

Molchanets Oksana Vitalievna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of virology,
ESC "Institute of Biology",
Taras Shevchenko National University
of Kyiv
(64/13 Vladimirskaia street, Kiev, Ukraine)

УДК 578.3+633.88

Мищенко, Л. Т.

Видовое разнообразие вирусов, поражающих растения рода *Mentha* /
Л. Т. Мищенко, А. А. Дунич, А. В. Дашенко, О. В. Молчанец // Известия
высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. –
2014. – № 2 (6). – С. 29–45.

МЕЛОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «СУББОТИНСКИЕ СКЛОНЫ»¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Меловая (кальцефитная) флора и растительность чрезвычайно редко встречаются на территории Пензенской области. Проанализированы современное состояние кальцефитных флороценозических комплексов памятника природы «Субботинские склоны», закономерности их формирования и возможности сохранения.

Материалы и методы. На территории памятника природы «Субботинские склоны» проводили исследования на двух геоботанических профилях, заложенных в условиях разной степени интенсивности антропогенного воздействия. Профили проходили по наиболее крутым частям склона коренного берега р. Ночки до русла реки и включали как лесную, так и травянистую растительность.

Результаты. Флористический состав кальцефитных сообществ памятника природы «Субботинские склоны» включает 95 видов, из которых шесть являются редкими для Пензенской области и один вид занесен в Красную книгу Российской Федерации. Растительные сообщества памятника природы сильно трансформированы хозяйственной деятельностью и представлены ассоциациями сосново-широколиственных, дубовых лесов, черноольшаников, ивняков, луговых и настоящих степей, остепненных, настоящих и пойменных лугов. Распределение основных типов растительных сообществ имеет строгую приуроченность к рельефу и мозаичности субстрата.

Выводы. Степень выраженности кальцефитной растительности определяется сомкнутостью крон древесного яруса и характером субстрата. Длительная хозяйственная деятельность привела к существенной деградации растительного покрова. Сохранение меловой (кальцефитной) флоры возможно только в составе растительных сообществ, спонтанно развивающихся на сложной мозаике субстратов (опоки, мергель, мел) на крутых склонах.

Ключевые слова: кальцефитная растительность, антропогенное воздействие.

L. A. Novikova, N. A. Leonova

CALCIPHILIOUS VEGETATION OF PENZA REGION BY THE EXAMPLE OF THE NATURE SANCTUARY «SUBBOTINSKIE SKLONY»

Abstract.

Background. Chalky (calcicolous) flora and vegetation is extremely rare in the Penza region. The authors analyzed the current condition of calciphyte floro-cenosis complexes of the nature sanctuary «Subbotinskie sklony», regularities of formation and preservation possibilities thereof.

Materials and methods. In the nature sanctuary «Subbotinskie sklony» the authors investigated 2 geobotanic profiles under different degrees of intensity of

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках гранта 6320003869 (Р-Поволжье_a).

anthropogenic impact. The profiles were located on the steepest parts of the slopes of the indigenous Bank of the river Nochka before the riverbed and included both forest and grass vegetation.

Results. The floristic composition of calcicolous communities of the nature sanctuary «Subbotinskie sklony» includes 95 species, of which 6 are rare for the Penza region and 1 species is listed in the Red Book of the Russian Federation. Plant communities of the natural sanctuary are greatly transformed by economic activities and are presented by the associations of coniferous-broad-leaved, oak, black alder, willow forests, meadow and native steppes, steppe, native and bottomland meadows. Distribution of the main types of plant communities has a strict dependence on relief and mosaic substrate.

Conclusions. The degree of manifestation of calcicolous vegetation is determined by crown cover of the tree layer and the nature of the substrate. Prolonged economic activity led to significant degradation of the vegetation cover. Preservation of chalky (calcicolous) flora is only possible in plant communities spontaneously developing on complex mosaic substrates (flasks, marl, chalk) on steep slopes.

Key words: calciphilous vegetation, anthropogenic influence.

Введение

Изучение сохранившихся реликтовых флороценологических комплексов на меловых субстратах в Пензенской области имеет большое значение для сохранения биоразнообразия региона, поскольку они включают много редких видов и растительных сообществ.

Меловая (кальцефитная) флора и растительность чрезвычайно редко встречаются на территории Пензенской области. Сохранившиеся участки этой растительности приурочены к северной части области и занимают крутые склоны рек или останцов.

Большое внимание исследованию меловой растительности уделял И. И. Спрыгин [1–3]. Однако не все описанные им в конце XIX – начале XX в. участки сохранились до настоящего времени: некоторые определенно уничтожены, другие трудно поддаются обнаружению из-за небольших размеров или же они существуют в сильно трансформированном виде. К настоящему времени на территории области нам известно около десятка участков кальцефитной растительности.

Объект и методы исследований

Исследования проводились на территории памятника природы «Субботинские склоны» (образован в 2000 г.) близ с. Субботино в Никольском районе. Объект занимает крутые (30°) склоны коренного берега р. Ночки – правого притока р. Инзы. Перепад относительных высот здесь достигает 70 м. Сильно смытые почвы обнажают коренные породы, представленные опоками, мергелем, мелями.

С целью установления современного состояния растительности памятника природы «Субботинские склоны» в 2012–2013 гг. нами были заложены два геоботанических профиля, пересекающих участок с запада на восток. Профили проходили по наиболее крутым частям склона коренного берега р. Ночки и упирались в русло этой небольшой речки. Первый профиль был заложен вблизи с. Субботино, по склону, испытывавшему в прошлом интенсивный выпас, второй – на расстоянии 1,5–2 км от первого, в условиях значительно меньшего антропогенного воздействия. Профили включали по 20–50 геоботанических описаний (рис. 1).

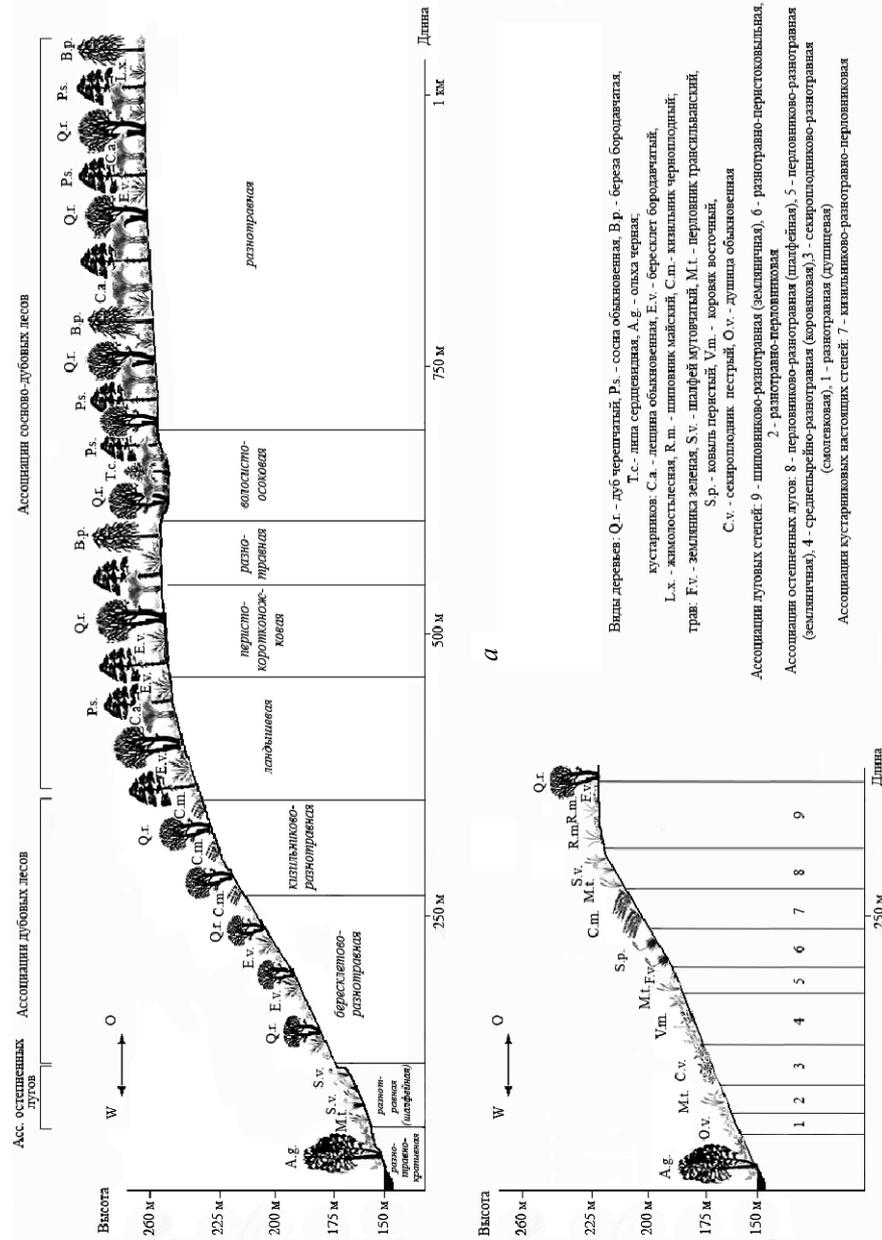


Рис. 1. Схема распределения растительных сообществ по склону:
 а – профиль заложен на склоне с наименьшим антропогенным воздействием; б – профиль заложен на склоне с длительным хозяйственным использованием

Модельные площадки на профилях были заложены в зависимости от положения в рельефе и типа растительности. Размеры пробных площадей определялись в зависимости от величины растений и уровня плотности (численности). Для анализа синузиды трав $S = 4 (2 \times 2) \text{ м}^2$ и $S = 100 (10 \times 10) \text{ м}^2$ для учета синузиды деревьев. На пробных площадях отмечали общее проективное покрытие (ОПП) и отдельных видов (ПП). Для каждого растения отмечали возрастное состояние, происхождение (семенное или вегетативное), высоту, принадлежность к ярусу, жизненность.

Названия сосудистых растений приведены по С. К. Черепанову [4].

Классификация растительности осуществлялась по доминантному принципу с учетом экологических и ценологических групп видов [5, 6].

Результаты и обсуждение

Флористический состав кальцефитных сообществ памятника природы «Субботинские склоны» включает 95 видов, из которых шесть являются редкими: один вид занесен в Красную книгу Российской Федерации [7] – *Stipa pennata*, а пять видов – в Красную книгу Пензенской области [8] – *Lupinaster pentaphyllus*, *Potentilla alba*, *Salvia verticillata*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Melica transsilvanica*. Растительность описанного склона неоднородна и включает лесные (60 %), степные (25 %) и луговые (15 %) сообщества.

Водораздельные поверхности и верхние пологие части склона заняты смешанными лесами (рис. 1,а) – ассоциация *сосново-дубового леса разнотравного*. Древесный ярус образован *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, с участием *Betula pendula* (формула древостоя 5С4Д2Б), с ОПП 0,6. Ярус кустарников расчленен на два подъяруса: верхний образован на высоте 2–2,5 м *Corylus avellana* (ПП 0,2–0,3), *Euonymus verrucosa* (ПП 0,1), нижний развит незначительно, высотой 0,6–0,8 м, в его составе *Lonicera xylosteum* (ПП 0,2), а также *Chamaecytisus ruthenicus* (ПП 0,1).

Характерен подрост *Pinus sylvestris*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, значительно реже – *Quercus robur*, достигающий ОПП до 0,5–0,6 м.

В травяно-кустарничковом ярусе присутствуют виды четырех эколого-ценотических групп (ЭЦГ). Неморальные (*Brachypodium pinnatum*, *Aegopodium podagraria*, *Carex digitata*, *Fragaria vesca*, *Convallaria majalis*, *Lathyrus vernus*) и бореальные виды (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis arundinacea*, *Galium boreale*) представлены небольшим числом видов, но с высоким обилием. Наоборот, виды группы разных лугов и степей представлены большим числом видов с невысоким обилием: *Poa angustifolia*, *Pyrethrum corymbosum*, *Inula salicina*, *Stachys officinalis*, *Geranium sanguineum*, *Trifolium alpestre*. Присутствуют боровые виды: *Pteridium aquilinum*, *Calamagrostis epigeios*, *Veronica officinalis*. С невысоким обилием, но с высоким постоянством отмечаются редкие для области виды – *Lupinaster pentaphyllus* и *Potentilla alba*.

В напочвенном покрове с невысоким участием (1–3 %) характерно присутствие зеленых мхов – видов из родов *Dicranum* и *Pleurozium*.

По небольшим балкам на склоне существенных изменений в древостое не происходит, но при этом увеличивается участие *Corylus avellana* (до 0,4–0,5), подроста *Sorbus aucuparia* (до 0,3), *Tilia cordata* (до 0,3), и формируется на высоте 4–4,5 м достаточно плотный полог. В таких условиях в травяном покрове абсолютным доминантом становится *Carex pilosa* (ПП 25 % при ОПП

яруса 30 %), остальные виды имеют незначительное обилие: *Carex digitata*, *Stachys officinalis*, *Pulmonaria obscura*, *Melica nutans*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis arundinacea*.

По границе перехода пологой части склона в крутую формируется ассоциация *сосново-дубового леса перистокоротконожковая*, которая достаточно быстро по профилю сменяется *ландышевой* (см. рис. 1,а). Древесный и кустарниковый ярусы этих ассоциаций более разреженные – 0,4–0,5 и 0,1–0,2 соответственно, образованы *Quercus robur* и *Pinus sylvestris*, *Corylus avellana* и *Euonymus verrucosa*.

В травяном покрове (ОПП 50–60 %) первой ассоциации, помимо абсолютного доминанта *Brachypodium pinnatum* (30–40 %), высокое обилие имеет *Calamagrostis arundinacea* (10 %), отмечены *Viola mirabilis*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Epipactis helleborine*, а также виды лугово-степной (ЭЦГ) (*Trifolium alpestre*, *Pyrethrum corymbosum*, *Melica transsilvanica*, *Galium tinctorium*, *Vincetoxicum hirundinaria*) и боровой ЭЦГ – *Polygonatum odoratum*. В напочвенном покрове сохраняются зеленые мхи – *Pleurozium* (не более 1 %).

Для травяного покрова *ландышевой* ассоциации (ОПП 50 %) при абсолютном доминировании *Convallaria majalis* (35 %) характерны значительное сокращение обилия *Brachypodium pinnatum* (7 %) и *Calamagrostis arundinacea* (3 %) и высокое разнообразие видов лугово-степной ЭЦГ при их незначительном обилии: *Stachys officinalis*, *Inula salicina*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Pyrethrum corymbosum*, *Trifolium alpestre*, *T. medium*, *Ajuga genevensis*, а также *Calamagrostis epigeios*.

Ниже по крутому склону формируется ассоциация *дубовых лесов кизильниково-разнотравная*. Древесный ярус (ОПП 0,3–0,5) образован *Quercus robur*. Хорошо выражен ярус кустарников из *Cotoneaster melanocarpus* (ПП 0,2–0,3), *Euonymus verrucosa* (ПП 0,05), реже *Acer tataricum* (ПП 0,05). В травостое (ОПП 30–40 %) доминируют виды лугово-степной ЭЦГ: *Galium verum*, *Melica transsilvanica*, *Nepeta pannonica*, *Achillea nobilis*, *Origanum vulgare*, *Trifolium alpestre*, *Phlomis tuberosa*, *Centaurea pseudophrygia*. Изредка наблюдается подрост *Pinus sylvestris* низких уровней жизненности.

Ближе к основанию крутого склона развивается ассоциация *дубовых лесов бересклетово-разнотравная*. Древесный ярус (ОПП 0,4–0,6) образован *Quercus robur*. Подлесок образован *Euonymus verrucosa* (ОПП 0,2–0,4). Отмечается единичный имматурный подрост *Pinus sylvestris*. В травяном покрове (ОПП 30–40 %) присутствуют *Carex montana*, *Calamagrostis epigeios*, *Stachys officinalis*, *Galium verum*, *Achillea nobilis*, *Lathyrus pisiformis*, *Lotus corniculatus*, *Melica transsilvanica*, *Origanum vulgare*, *Verbascum thapsus*, *Asparagus officinalis*.

У подножия склона на меловых обнажениях формируются остепненные луга с высоким участием кальцефитной флоры и сорных видов: ассоциация *разнотравная (шалфейная)*. В ассоциации доминирует разнотравье – *Salvia verticillata* (25–30 %), *Pastinaca sativa* (10 %), *Calamagrostis epigeios* (10 %), *Galium verum* (2 %), пупавка красильная (1 %), хатьма тюренгенская, *Origanum vulgare*, *Anthemis tinctoria* и др., высоко участие *Melica transsilvanica* (5–7 %).

В пойме р. Ночки формируются *черноольшаники* и *ивняки разнотравно-крапивные*. Древесный ярус сомкнутый (ОПП 0,8–0,9), образован *Alnus glutinosa* и *Salix fragilis*. В травяном покрове (ОПП 70 %), помимо *Urtica dioica*, высокое обилие имеют *Angelica sylvestris*, *Galium aparine*, высококон-

стантны *Festuca gigantea*, *Humulus lupulus*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Phleum pratense*, *Equisetum arvense*.

Таким образом, на водораздельных и выровненных привершинных поверхностях, слабопологих склонах верхнего плато развиваются сосново-широколиственные леса с участием неморальных и бореальных видов. Подобные леса отмечены нами и южнее в пределах верхнего плато Приволжской возвышенности [9, 10]. Очевидно, что в результате хозяйственной деятельности – в результате рубок и выпаса скота – происходят осветление и остепнение, что приводит к значительному проникновению в ассоциации видов лугово-степного характера.

На крутых склонах разрушение почвенного покрова под влиянием рубок и выпаса усиливается воздействием водной эрозии, что создает неблагоприятные почвенные условия и недостаток влаги для возобновления сосны и приводит к формированию разреженных дубовых лесов из низкоствольного, низкобонитетного, часто порослевого дуба пониженных уровней жизнестойкости, с корявыми стволами.

Участие кальцефитных видов в ассоциациях наблюдается только на крутой части склона, где слои палеогена незначительны и/или происходит обнажение мелового субстрата.

В сообществах полночленные возрастные спектры отмечены только у липы сердцевидной, лещины обыкновенной и бересклета бородавчатого, что в будущем, при спонтанном развитии без вмешательства человека, приведет к смене сосново-широколиственных лесов на маловидовые липовые.

Под воздействием длительной хозяйственной деятельности наблюдается нарушение почвенного покрова, которое на крутых склонах усиливается мощным эрозийным процессом. В таких условиях развитие древесных видов затруднено и происходит смена лесных сообществ травяными (рис. 1, б).

Наибольшее распространение (55 %) имеют луговые степи, которые характеризуются преобладанием степных видов (59–76 %), мезоксерофитов (51–75 %) и встречаются по всему профилю. Они представлены дерновиннозлаковыми, корневищнозлаковыми, разнотравными и кустарниковыми группами ассоциаций, которые включают по одной ассоциации.

Луговые сообщества представлены остепненными лугами, покрывающими 40 % площади профиля в разных его частях. Они характеризуются господством луговых элементов (55–90 %), преимущественно ксеромезофитов (32–72 %), иногда – мезоксерофитов. Остепненные луга включают семь ассоциаций, относящихся к одной разнотравной группе ассоциаций.

В верхней части склона на границе с лесными сообществами формируется *шиповниково-разнотравная (земляничная)* ассоциация (кустарниковые луговые степи), которая занимает не более 5 % от площади профиля (см. рис. 1, б). ОПП более высокое (60 %). В ассоциации господствует разнотравье, особенно *Fragaria viridis* (10 %). Второй значимой для ассоциации группой являются кустарники за счет *Rosa majalis*, ПП которой достигает 20 %.

В сходных условиях развивается ассоциация *перловниково-разнотравная (шалфейная)* (остепненные луга). Среди злаков здесь выделяется *Melica transsilvanica* с ПП (15 %), а среди разнотравья типичный кальцефилл – *Salvia verticillata* с ПП (15 %), а также *Galium verum*, *Agrimonia eupatoria* (5 %) и др. Более мезофитный характер этих ассоциаций связан с их расположением на границе с лесами.

Наиболее ксерофильными являются сообщества кустарниковых настоящих степей с участием *Cotoneaster melanocarpus*, которые занимают средние части склона. В них преобладают степные элементы (79 %), а именно, настоящие ксерофиты (21 %), представлены одной очень редкой для Пензенской области ассоциацией: *кизильниково-разнотравно-перловниковой*. ОПП – 55 %. ПП *Cotoneaster melanocarpus* составляет 25 %. В ассоциации хорошо представлена группа злаков и осок, из которых особенно выделяются *Melica transsilvanica* (15 % ПП), меньше – *Carex montana* (5 % ПП). Из разнотравья заметны *Galium verum* и *Fragaria viridis*.

В верхней трети склона представлена *разнотравно-перистоковыльная* ассоциация (дерновиннозлаковая группа ассоциаций луговых степей), занимающая примерно 10 % площади профиля. ОПП невысокое (45 %). В ней преобладают злаки и осоки, главным образом *Stipa pennata*, дающий ПП от 18 до 20 %. Далее следует группа разнотравья, из которого особенно выделяются следующие виды: *Achillea nobilis*, *Hypericum perforatum*, *Galium verum* и др.

Разнотравная (благороднотысячелистниковая) ассоциация (разнотравная группа ассоциаций луговых степей) занимает меньшую площадь на профиле (15 %) и сосредоточена в его центральной части. ОПП довольно низкое (39 %). В ассоциации преобладает в основном разнотравье, а именно: *Achillea nobilis* (ПП колеблется от 3 до 15 %), *Phlomis tuberosa*, *Galium verum*, *Fragaria viridis*, *Verbascum thapsus*, *Origanum vulgare* и др. Другие группы представлены в ассоциации довольно слабо, но все-таки отмечается невысокое участие кустарника *Cotoneaster melanocarpus* (ПП от 5 до 12 %).

Большинство ассоциаций остепненных лугов отличается доминированием разных видов разнотравья: *Origanum vulgare*, *Silene repens*, *Galium verum*, *Verbascum orientale*, *Fragaria viridis* – и занимает по 5 % площади. Две разнотравные ассоциации с довольно высоким участием злаков и осок (30–37 %), а именно *Melica transsilvanica* (ПП 15–20 %), носят переходный характер между луговыми степями и остепненными лугами, так как соотношение в них степных (42–45 %) и луговых (55–58 %) видов довольно близко. В *перловниково-разнотравной (земляничной)* ассоциации преобладают даже мезоксерофиты. Ассоциация развивается в верхней трети профиля. Из преобладающего разнотравья в ней особенно выделяются *Fragaria viridis* с ПП (15 %), *Galium boreale* и *G. verum*. Кустарники практически отсутствуют.

Другие ассоциации остепненных лугов отличаются более высоким участием луговых компонентов (от 69 до 90 %) и располагаются в средней и нижней частях профиля. Участие группы злаков и осок в них довольно снижено, за исключением *среднепырейно-разнотравной (коровяковой)* ассоциации, в которой из более или менее представленных злаков принимает участие *Elytrigia intermedia* с ПП (8 %), а из доминирующего разнотравья – *Verbascum orientale* (10 %), *Galium verum*, *Fragaria viridis* и др. Другие хозяйственно-биологические группы отсутствуют. Она находится примерно в середине профиля.

В *секироплодниково-разнотравной (смолевковой)* ассоциации по-прежнему преобладают из разнотравья *Silene repens* с ПП (5 %), отмечается довольно высокое участие из бобовых *Securigera varia* с ПП (10 %). Другие группы отсутствуют. В следующей *разнотравной (подмаренниковой)* ассоциации из господствующего разнотравья заметны *Galium verum* (4 %), *Pimpi-*

nella saxifraga, *Artemisia absinthium* и др., а также присутствуют другие группы, например, отмечается полукустарник *Genista tinctoria* (3 %), встречается в центре профиля.

Разнотравно-секироплодниковая ассоциация (остепненные луга) занимает 10 % площади и встречается в нижней трети профиля. ОПП довольно низкое (40 %). Это единственная ассоциация с преобладанием из бобовых *Securigera varia*, ПП которого достигает от 15 до 25 %, а из разнотравья – таких видов, как *Origanum vulgare* (ПП 1–8 %), *Achillea nobilis*, *Potentilla alba* и др. Иногда отмечаются из кустарников *Rosa majalis* (5 %), а из злаков – *Melica transsilvanica* (1–5 %). Эти сообщества развиваются в условиях сильной эрозии склонов: обнажение субстрата способствует интенсивному возобновлению видов из семейства бобовые.

Преимущественно в нижней части профиля наибольшую площадь (25 %) занимает *разнотравно-перловниковая* ассоциация (корневищнозлаковая группа ассоциаций луговых степей). В ассоциации преобладают злаки, прежде всего *Melica transsilvanica*, ПП которого колеблется от 30 до 40 %. Разнотравья вдвое меньше, включает такие виды, как *Galium verum*, *Nepeta pannonica*, *Leonurus quinquelobatus*, *Urtica dioica*, *Agrimonia eupatoria*, *Lavatera thuringiaca*, *Origanum vulgare*, *Salvia verticillata* и др. В ассоциации достаточно постоянно присутствуют из бобовых *Securigera varia*, ПП которого может достигать от 1 до 20 %. Деревья и кустарники полностью отсутствуют.

Разнотравная (душицевая) ассоциация отличается высоким участием разнотравья (91 %), из которого особенно выделяются *Origanum vulgare* с ПП (30 %), *Agrimonia eupatoria*, *Galium verum*, *Lavatera thuringiaca* и др. Злаки и осоки малообильны, кустарники отсутствуют полностью. Фитоценозы этой ассоциации располагаются в нижней части профиля на границе с настоящими пойменными лугами.

Таким образом, распределение травяной растительности на профиле имеет следующие закономерности: кустарниковые настоящие степи располагаются в средней части профиля на наиболее выступающих элементах рельефа среди разрастающихся кустарников кизильника между отдельными деревьями дуба черешчатого и сосны обыкновенной. Луговые степи встречаются по всему профилю, однако корневищнозлаковые луговые степи с доминированием *Melica transsilvanica* могут развиваться на сильно эродированных склонах как на самой нижней, так и на самой верхней частях профиля в условиях обнаженного субстрата. Дерновиннозлаковые луговые степи с доминированием *Stipa pennata* отмечаются только среди разреженных лесных сообществ, в которых эрозия почв замедляется. Кустарниковые луговые степи с *Rosa majalis* отмечаются в верхней части профиля в тех местах, где наблюдается внедрение кустарников как начальный этап сylvатизации пространств. Разнотравные луговые степи развиваются там, где эрозионный процесс не позволяет перейти к другим вариантам луговых степей и, по сути, отражают различные процессы восстановления луговых степей. Остепненные луга также могут отмечаться на разных частях профиля. В целом они отражают либо более мезофильные условия существования (в подножье склона или под влиянием лесного сообщества), либо развиваются под влиянием эрозионных процессов, располагаясь между корневищнозлаковыми и разнотравными луговыми степями.

Заключение

Меловые природные комплексы памятника природы «Субботинские склоны» развиваются на различных субстратах: маломощных серых лесных почвах и обнажениях (опоки, мергель, мел), которые формируются в результате как естественных (водная эрозия), так и антропогенных воздействий на крутых склонах.

Длительная хозяйственная деятельность привела к существенной деградации растительного покрова. На водораздельных поверхностях хвойно-широколиственные леса заменяются сначала низкостебельными широколиственными (дубовыми), а затем маловидовыми липовыми.

На крутых склонах интенсивный выпас и рубка лесов привели к усилению процессов водной эрозии, разрушению почвенного слоя и обнажению меловых пород. В таких условиях восстановление лесных сообществ существенно затруднено, а иногда и невозможно, что привело к формированию травянистых сообществ: лугов и степей с нарушенной структурой и высоким участием в них сорных видов.

Степень выраженности кальцефитной растительности определяется сомкнутостью крон древесного яруса и характером субстрата: чем разреженнее древостой, чем более неразвит почвенный покров и обнажен меловой субстрат, тем обильнее кальцефитные виды и выше их разнообразие.

Очевидно, что в результате спонтанного восстановления травяных сообществ в условиях отсутствия антропогенного воздействия (в составе ООПТ) будут происходить дальнейшее постепенное внедрение древесно-кустарниковой растительности на их территории и формирование разреженных лесных сообществ, что приведет к уменьшению количества и обилия кальцефитных видов.

Таким образом, сохранение меловой (кальцефитной) флоры возможно только в составе растительных сообществ, спонтанно развивающихся на сложной мозаике субстратов (опоки, мергель, мел) на крутых склонах.

Список литературы

1. **Спрыгин, И. И.** Материалы к флоре губерний Пензенской и Саратовской / И. И. Спрыгин // Тр. общ-ва естествоисп. при Имп. Казан. ун-те. – Казань, 1896. – Т. 29, вып. 6. – С. 3–75.
2. **Спрыгин, И. И.** О некоторых редких растениях Пензенской губернии. 4-е сообщение / И. И. Спрыгин. – Пенза : Пензенский гос. обл. музей, 1927. – 16 с.
3. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Ч. 3. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые, на южных и меловых склонах / И. И. Спрыгин. – Пенза : Гос. ком. по охране окружающей среды Пенз. обл., 1998. – 140 с.
4. **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.
5. **Леонова, Н. А.** Современное состояние и оценка биоразнообразия лесного покрова «Кунчеровской лесостепи» / Н. А. Леонова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 94–106.
6. **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.
7. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы) / под ред. Ю. П. Трутнева [и др.]. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2008. – 855 с.

8. Красная книга Пензенской области. Ч. I. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения / под ред. А. И. Иванова. – Пенза : Пензенская правда, 2013. – 300 с.
9. **Леонова, Н. А.** Растительный покров ландшафтов верхнего плато Приволжской возвышенности в пределах Пензенской области / Н. А. Леонова, Д. А. Кулакова, С. Н. Артемова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 72–81.
10. **Леонова, Н. А.** Эколого-ценотическая структура фитоценозов верхнего плато Приволжской возвышенности в пределах Пензенской области / Н. А. Леонова, С. Н. Артемова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2013. – Т. 1, № 09 (13). – С. 12–18.

References

1. Sprygin I. I. *Tr. obshch-va estestvoisp. pri Imp. Kazan. un-te* [Proceedings of the Imperial society of naturalists. Kazan University]. Kazan, 1896, vol. 29, iss. 6, pp. 3–75.
2. Sprygin I. I. *O nekotorykh redkikh rasteniyakh Penzenskoy gubernii. 4-e soobshchenie* [About certain rare plants of Penza province. 4th report]. Penza: Penzenskiy gos. obl. muzey, 1927, 16 p.
3. Sprygin I. I. *Iz oblasti Penzenskoy lesostepi. Ch. 3. Stepi peschanye, kamenisto-peschanye, solontsevaty, na yuzhnykh i melovykh sklonakh* [From the territory of Penza forest-steppe. Part 3. Sandy, petrous-sandy, solonchic steppes on south and cretaceous slopes]. Penza: Gos. kom. po okhrane okruzhayushchey sredy Penz. obl., 1998, 140 p.
4. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). Russkoe izdanie* [Vascular plants of Russia and adjacent countries (within the former USSR). Russian edition]. Saint Petersburg: Mir i sem'ya, 1995, 992 p.
5. Leonova N. A. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky]. 2011, no. 25, pp. 94–106.
6. 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.
7. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (Rasteniya i griby)*. [Red book of the Russian Federation (Plants and fungi)]. Ed. Yu. P. Trutnev et al. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2008, 855 p.
8. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. Ch. I. Griby, lishayniki, mkhi, sosudistye rasteniya* [Red book of Penza region. Part 1. Fungi, lichens, mosses, vascular plants]. Ed. A. I. Ivanov. Penza: Penzenskaya pravda, 2013, 300 p.
9. Leonova N. A., Kulakova D. A., Artemova S. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 1 (1), pp. 72–81.
10. Leonova N. A., Artemova S. N. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego* [XXI century: results of the past and problems of the present]. Penza: Izd-vo Penz. gos. tekhnol. un-ta, 2013, vol. 1, no. 09 (13), pp. 12–18.

Новикова Любовь Александровна

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

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lubov Alexandrovna

Doctor of biological sciences, chief researcher, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Леонова Наталья Алексеевна

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

E-mail: na_leonova@mail.ru

Leonova Natalia Alekseevna

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

УДК 581.9

Новикова, Л. А.

Меловая растительность Пензенской области на примере памятника природы «Субботинские склоны» / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 46–56.

БОРЕАЛЬНЫЕ СОСНЯКИ ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ В ПРЕДЕЛАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Сосновые леса с доминированием бореальных видов трав и кустарничков не часто встречаются на территории Пензенской области. Проанализировано современное состояние бореальных сосняков Окско-Донской равнины в пределах области. Проведена классификация растительности, проанализированы особенности экологии выделенных классификационных единиц.

Материалы и методы. В пределах Пензенской области Окско-Донская равнина расположена на крайнем северо-западе. Современное состояние бореальных сосняков изучали при маршрутных и стационарных исследованиях с проведением геоботанических описаний на пробных площадях размером 100 (10×10) м². Проведена классификация растительности с учетом ценотических групп видов, проанализированы особенности экологии выделенных классификационных единиц.

Результаты. Бореальные сосняки встречаются только на водораздельных поверхностях между суффозионными западинами и занимают значительные площади. Все фитоценозы изменены хозяйственной деятельностью: рубками, выпасом, а также достаточно частыми пожарами. Индикаторами этой группы ассоциаций являются *Molinia caerulea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*. С высоким постоянством встречаются *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Molinia caerulea*, *Frangula alnus*. Отличительной чертой бореальных сосняков являются доминирование в напочвенном покрове кустарничков и участие зеленых мхов при практически полном отсутствии вечнозеленых травянистых растений. Только в составе бореальных сосняков отмечаются очень редкие для Пензенской области виды – *Rubus nessensis*, *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris*. Выделенные ассоциации достаточно четко разделяются в двух первых осях DCA.

Выводы. Длительная хозяйственная деятельность на Окско-Донской низменности в пределах Пензенской области привела к существенной трансформации растительного покрова. Большое число выделенных ассоциаций бореальных сосняков – восемь – объясняется высокой мозаичностью в степени увлажненности природных комплексов и длительным антропогенным воздействием на эти природные комплексы. Анализ экологических характеристик выделенных ассоциаций по основным факторам среды показал, что ассоциации бореальных сосняков наиболее четко различаются по кислотности, богатству азотом, переменности и степени увлажнения почвы.

Ключевые слова: ассоциации, экологические шкалы, эколого-ценотические группы, сосновые леса.

N. A. Leonova

BOREAL PINE FORESTS OF THE OKA-DON PLAIN WITHIN THE PENZA REGION

Abstract.

Background. Pine forests with dominance of boreal species of herbs and dwarf shrubs is not often found in the Penza region. The author analyzed the current condi-

tion of boreal pine forests of the Oka-Don plain within the region, created the vegetation classification system and examined the ecological features of the selected classification units.

Materials and methods. In the Penza region the Oka-Don plain is located in the extreme north-west. The current condition of the boreal pine forests was investigated at route and stationary with conducting geobotanic description on sample plots of 100 (10 × 10) m². The author classified vegetation taking into account coenotic species groups and analyzed the ecological features of the allocated classification units.

Results. Boreal pine forests were found only on the watershed surfaces between suffusion depressions and occupied considerable areas. All plant communities are changed by economic activities: felling, grazing, and quite frequent fires. Indicators of this association group are *Molinia caerulea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*. With high constancy occur: *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Molinia caerulea*, *Frangula alnus*. A distinctive feature of the boreal pine forests is dominance in the ground cover of dwarf shrubs and green mosses in the substantial absence of evergreen herbs. Only in the boreal pine forests one may find very rare species for the Penza region, such as *Rubus nessensis*, *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris*. The allocated associations are quite clearly separated in the first two axes of DCA.

Conclusions. Prolonged economic activity in the Oka-Don lowland within the Penza region has led to a significant transformation of vegetation. A large number of the allocated associations of the boreal pine forests – 8 – is explained by the high mosaic structure in the degree of hydration of natural systems and prolonged anthropogenic impacts on these nature complexes. Analysis of ecological characteristics of the allocated associations by main environmental factors showed that the associations of the boreal pine forests most clearly vary in acidity, richness of nitrogen and the degree of variability of soil moisture.

Key words: associations, species ecological values, ecologic-coenotic groups, pine forests.

Введение

Современный растительный покров Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области представлен исключительно лесными сообществами, в значительной степени изменен хозяйственной деятельностью: многократными рубками, распашкой, выпасом, а также пожарами разной степени.

Сведения о растительности Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области немногочисленны. Изучение растительности части этой территории было проведено В. В. Алехиным [1] в начале XX в. Структура растительного покрова в общих чертах отражена на «Карте растительности» Пензенской области [2].

Настоящая публикация ставит своей целью обнародование данных о современном состоянии бореальных сосняков Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области. Сравнительный анализ данных о состоянии растительного покрова за последнее столетие позволит проследить динамику растительности территории и дать прогноз ее дальнейшего состояния.

Объект и методы исследований

В пределах Пензенской области Окско-Донская равнина расположена на крайнем северо-западе. Граница между Окско-Донской равниной и Приволжской возвышенностью нечеткая и в современном рельефе не выражена.

Согласно ботанико-географическому районированию территория принадлежит Цнинскому району, который является наиболее богатой по комплексу редких (преимущественно, лесных и болотных) видов [3], и Выше-Мокшанскому флористическому району [4].

Эта территория Окско-Донской равнины до 1923 г. входила в состав Тамбовской губернии и только в 1939 г. после неоднократных переподчинений (Центрально-Черноземной, Воронежской, Тамбовской областям) вошла в состав Земетчинского района Пензенской области.

В XVII в. обширные леса Окско-Донской равнины в пределах области были плохо освоены людьми. Жители сел гнали смолу и выжигали поташ, для производства которого требовалось большое количество золы. С этой целью выжигались сотни и тысячи десятин превосходного корабельного леса. Также леса использовались местным населением для заготовки дров, сбора грибов и ягод, как места охоты на зайцев, медведей, лосей и другую дичь.

Площадь, занятая лесом, из века в век сокращалась. На время генерального межевания, которое проводилось в 1792 г., в Спасском уезде (в настоящее время восточная часть уезда вошла в состав Земетчинского района Пензенской области) было 214 000 гектаров леса, а к началу XX в. осталось только 172 000. Вырубка и вывоз строевого леса и дров, заготавливаемых лесопромышленниками в лесах, были главным промыслом сельского населения. Появление на рубеже XIX и XX вв. железной дороги усилило вывоз ценных пород древесины для изготовления шпал. Лесоразработки из года в год наращивают объемы и темпы. Рубки проводились без всяких норм и сроков и за короткое время насаждения ценных пород были сильно истощены.

С целью установления современного состояния бореальных сосняков в течение 2011–2013 гг. при маршрутных и стационарных исследованиях были проведены геоботанические описания на пробных площадях (ПП) размером 100 (10×10) м². Принято следующее деление на ярусы: ярус А – генеративные и сенильные деревья высотой 15 и более метров, ярус В – виргинильные деревья и виргинильные и генеративные особи кустарников, высотой более 1 м, ярус С – имматурные особи деревьев, кустарников, кустарнички и травы, ярус D – мхи и лишайники.

Названия сосудистых растений приведены по С. К. Черепанову [5].

Классификация растительности осуществлялась по доминантному принципу с учетом ценологических групп видов. Всего для классификации было обработано 102 геоботанических описания. В пределах типа растительности по доминантам древесного яруса выделяли формации, в пределах которых – группы ассоциаций. Для выделения последних и анализа структуры травяно-кустарничкового яруса все виды сосудистых растений были разделены на восемь эколого-ценологических групп (ЭЦГ): неморальная (Nm), бореальная (Br), нитрофильная (Nt), олиготрофная (Og), боровая (Pn), степная (St), лугово-опушечная (Md), водно-болотная (Wt). Ординацию геоботанических описаний проводили методом непрямого градиентного анализа – анализа соответствий с удаленным трендом (DCA) [6].

Для оценки основных экологических параметров полученные описания были обработаны по экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [7].

Результаты и обсуждение

Все полученные геоботанические описания соответствовали лесному типу растительности. В работе приводится анализ формации сосновых лесов – *Pineta sylvestris* (P), группы ассоциаций: сосняки бореальные (P-Br), выделенные по доминированию в напочвенном покрове видов бореальной ЭЦГ.

Сосняки бореальные – *Pineta borealiherbosa* (P-Br).

Растительные сообщества, относящиеся к этой группе ассоциаций, встречаются только на водораздельных поверхностях между суффозионными западинами и занимают значительные площади [8]. Грунтовые воды здесь имеют спорадическое распространение и залегают на разной глубине (от 2–5 до 13 м). В структуре почвенного покрова преобладают комплексы дерново-слабоподзолистых, болотно-подзолистых и серых лесных почв.

Все фитоценозы изменены хозяйственной деятельностью: рубками, выпасом, а также достаточно частыми пожарами.

По экологическим характеристикам среди всех групп ассоциаций сосновых лесов *Pineta borealiherbosa* занимают наиболее увлажненные (от влажно-лесолуговых до сыро-лесолуговых), кислые и бедные по обобщенному солево-му режиму и богатству азотом почвы (рис. 1).

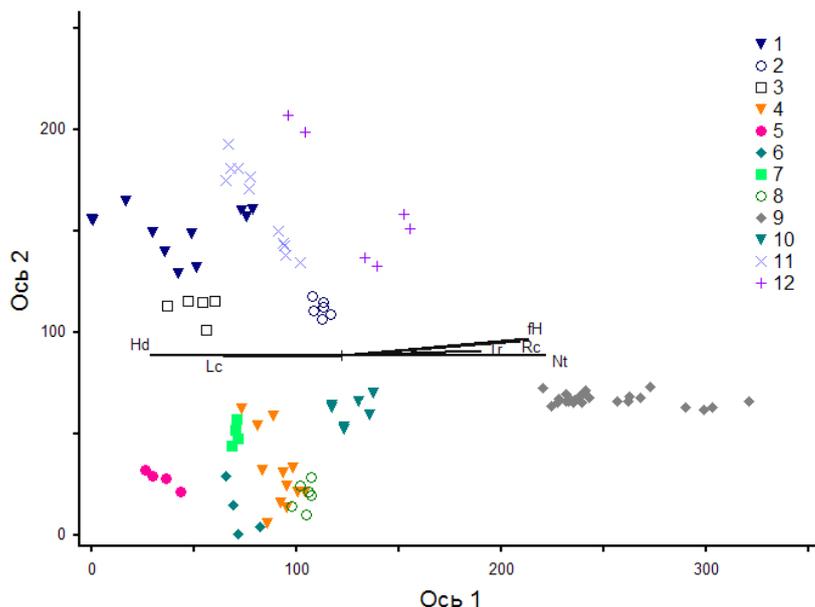


Рис. 1. Положение геоботанических описаний ассоциаций бореальных сосняков в двух первых осях DCA вместе с векторами экологических факторов

Ассоциации бореальных сосняков: 1 – *Pinetum molinosum, subass. pteridosum*; 2 – *P. molinosum*; 3 – *P. molinosum, subass. myrtillosum*; 4 – *P. myrtillosum, subass. molinosum*; 5 – *P. myrtillosum, subass. vacciniosum*; 6 – *P. myrtillosum, subass. calamagrostidosum arundinaceae*; 7 – *P. myrtillosum*; 8 – *P. hylocomiosum, subass. myrtillosum*; ассоциации бореально-боровых (9, 10) и неморально-бореальных сосновых лесов (11, 12).

Экологические факторы: Hd – увлажнение почвы; Nt – богатство почвы азотом; Rc – кислотность почвы; Tr – обобщенный солевой режим почвы; Lc – освещенность/затенение; fH – переменность увлажнения почвы

В древесном ярусе, как правило, помимо *Pinus sylvestris*, встречаются *Betula pendula* или *B. pubescens* с разным участием. Подлесок выражен слабо или отсутствует совсем.

В травяном покрове бореальных сосняков абсолютными доминантами являются виды бореальной ЭЦГ (табл. 1). Индикаторами этой группы ассоциаций являются *Molinia caerulea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* (индикаторные значения 44–73 %). С высоким постоянством встречаются (класс постоянства – 4 и 5) *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Molinia caerulea*, *Frangula alnus*.

Таблица 1

Видовое разнообразие и высококонстантные виды сосняков бореальных – *Pineta borealiherbosa* (P-Br)

Группа ассоциаций	Бореальная		
Число ПП	46		
Число видов:			
общее	32		
деревья	7		
кустарники	2		
травы	19		
мхи и лишайники	4		
Среднее число на 100 м ²	11,2 ± 1,7		
ЭЦГ:	а	б	в
Br	6,0 ± 0,8	5,2 ± 0,7	80,8 ± 4,7
Md	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,5 ± 0,2
Nm	1,1 ± 0,4	1,1 ± 0,4	3,9 ± 1,5
Nt	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2
Olg	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	5,1 ± 2,9
Pn	1,8 ± 0,1	1,3 ± 0,2	9,3 ± 1,6
St	0	0	0
Wt	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,3 ± 0,3
Высококонстантные виды*	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Vaccinium vitis-idaea</i> <i>Molinia caerulea</i> <i>Frangula alnus</i>		

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

Отличительной чертой бореальных сосняков являются доминирование в напочвенном покрове кустарничков и участие зеленых мхов при практически полном отсутствии вечнозеленых травянистых растений.

На видовой состав и обилие зеленых мхов значительное влияние оказали хозяйственная деятельность и пожары. Из видов зеленых мхов наиболее часто и большим обилием в бореальных сосняках встречается *Polytrichum commune*, очевидно, благодаря способности развиваться после пожаров.

Только в составе бореальных сосняков отмечаются очень редкие для Пензенской области виды: *Rubus nessensis*, *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris* [9]. Причем если для первых двух отмеченных видов это одно из двух местобитаний на территории области, сохранившихся до настоящего времени, то *Calluna vulgaris* на территории области больше нигде не отмечается. Популяции *Rubus nessensis* в этих условиях многочисленны, полночленные, и вид играет существенную роль в подлеске (на остальной территории области вид очень малочислен и встречается небольшими куртинами).

Выделенные ассоциации достаточно четко разделяются в двух первых осях DCA (рис. 1). Детальный анализ размещения ассоциаций бореальных сосняков в экологическом пространстве факторов среды (по шкалам Цыганова [6]) показал, что они занимают сходные области по обобщенному солево-режиму почв и освещенности, при этом четко различаются по кислотности, богатству азотом, переменности и степени увлажнения почвы (рис. 2).

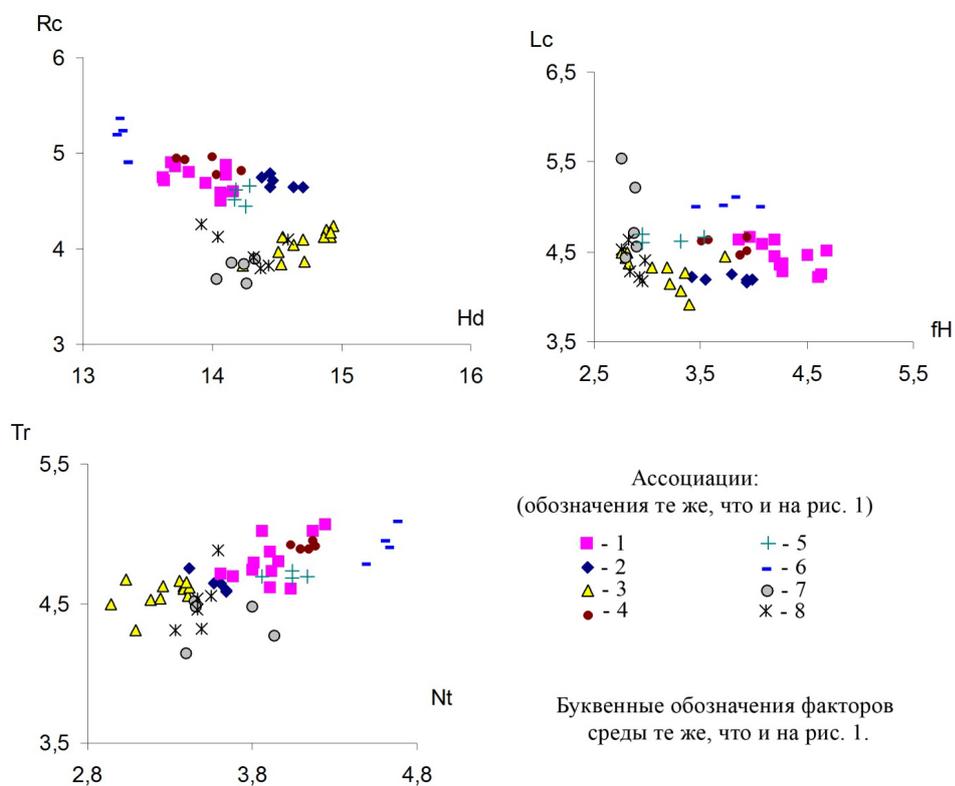


Рис. 2. Распределение в экологическом пространстве ассоциаций сосняков бореальных (P-Br)

Ассоциация *Pinetum molinosum* занимает увлажненные местообитания (см. рис. 2). Древесный ярус, как правило, одновидовой, образован *Pinus sylvestris* (ОПП 0,6). В подлеске характерен иматурный и виргинильный подрост *Pinus sylvestris*. В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 30–50 %) абсолютным доминантом является *Molinia caerulea* (среднее обилие 30 %), участие других видов не превышает 3–5 %. В напочвенном покрове высококон-

стантен *Sphagnum magellanicum* с невысоким обилием. Ассоциация характеризуется низкими значениями видовой насыщенности – 7–8 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum molinosum, subass. pteridosum* по экологическим характеристикам занимает менее увлажненные, но более богатые азотом почвы по сравнению с сообществами предыдущей ассоциации (см. рис. 2). При этом сосняки орляково-молиновые формируются в условиях наибольшей переменной влажности почв среди всех бореальных сосняков.

В древесном ярусе (ОПП 0,5–0,7), помимо *Pinus sylvestris*, встречается *Betula pubescens* или *B. pendula*, иногда с невысоким проективным покрытием во втором древесном ярусе отмечается *Quercus robur*. Подлесок не сформирован, отмечаются единичные виргинильные особи *Pinus sylvestris* и реже *Quercus robur*. В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 40–70 %), помимо *Molinia caerulea*, высокое участие характерно для *Pteridium aquilinum*, участие других видов не превышает 2 %. Очень редко и с невысоким обилием встречается *Calluna vulgaris*. Характерен иматурный подрост *Pinus sylvestris* и широколиственных видов: *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*. Моховой ярус отсутствует, встречаются отдельные пятна зеленых мхов (ОПП не более 3 %). Видовая насыщенность 13–14 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum molinosum, subass. myrtillosum* по основным факторам среды занимает сходные экологические пространства с сосняками орляково-молиновыми, но тяготеет к менее кислым, более богатым азотом почвам с меньшей переменной ее увлажненности (см. рис. 2). Древесный ярус разрежен (ОПП 0,4–0,6) и образован *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*. В разреженном подлеске (ОПП не более 7–12 %) встречаются *Rubus nessensis* и виргинильные особи *Quercus robur*. В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 50 %), помимо *Molinia caerulea*, высоко обилие *Vaccinium myrtillus*. Для сообществ этой ассоциации характерно высокое разнообразие видов бореальной ЭЦГ – 8–10 видов. Моховой покров разрежен – ОПП не более 8 %. Видовая насыщенность 16–23 вида на 100 м².

Ассоциация *Pinetum myrtillosum* среди всех бореальных сосняков занимает наиболее кислые, наименее богатые по обобщенному солевому режиму почвы, формируется в условиях наименьшей освещенности и переменной влажности почвы (см. рис. 2). Древесный ярус разреженный (ОПП 0,3–0,4), образован *Pinus sylvestris* с участием *Betula pendula*. Подлесок отсутствует. В травяно-кустарничковом ярусе (40–60 %) доминирует *Vaccinium myrtillus*, высококонстантны с невысоким обилием (не более 3 %) *Molinia caerulea*, *Vaccinium vitis-idaea*, встречаются *Ledum palustre* и *Calluna vulgaris* (с обилием 0,5–1 %, очень редко 5 %). Характерен интенсивный иматурный подрост *Frangula alnus*, отмечаются иматурные особи *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia*. Напочвенный покров образуют отдельные пятна зеленых мхов (ОПП не более 2 %). Видовая насыщенность невысокая: 8–12 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum myrtillosum, subass. calamagrostidosum arundinaceae* по экологическим характеристикам занимает крайние положения среди бореальных сосняков по отношению к кислотности почвы, увлажнению, богатству азотом: формируется на наименее увлажненных и кислых почвах, наиболее богатых азотом (см. рис. 2). В древесном ярусе (ОПП 0,5) встречаются *Pinus sylvestris* и *Betula pendula*, в подлеске – *Rubus nessensis* (проектив-

ное покрытие достигает 8–15 %). Характерен виргинильный подрост *Sorbus aucuparia* и *Quercus robur*. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus* и *Calamagrostis arundinacea*, высококонстантны виды бореальной ЭЦГ: *Orthilia secunda*, *Solidago virgaurea*, *Vaccinium vitis-idaea*. Характерен имматурный подрост видов неморальной ЭЦГ: *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Euonymus verrucosa* (только в составе рассматриваемой ассоциации бореальных сосняков наблюдается внедрение неморального кустарника *Euonymus verrucosa*). Моховой покров отсутствует. Видовая насыщенность составляет 14–15 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum myrtillosum*, *subass. molinosum* занимает одно из первых мест по площади среди бореальных сосняков. Сообщества ассоциации формируются на наиболее увлажненных и бедных по азоту почвах (см. рис. 2). Древесный ярус (ОПП 0,4–0,5) образован *Pinus sylvestris* с единичным участием *Betula pendula*. Подлесок не сформирован.

Только в составе сообществ рассматриваемой ассоциации на территории всей Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области сохранились отдельные молодые генеративные деревья *Picea abies* нормальной жизнестойкости – результат посадки под кроны *Pinus sylvestris*. Несмотря на ежегодное и достаточно многочисленное формирование шишек, подрост семенного происхождения *Picea abies* не наблюдается. В целом культуры *Picea abies* в этой части области не редки, но очень недолговечны: наблюдаются достаточно быстрое (на 5–10-й год жизни) массовое усыхание деревьев и формирование сухостоев. При этом, по данным В. В. Алехина [1], дикорастущая *Picea abies* на этой территории (ранее Спасский уезд Тамбовской губернии) в начале прошлого века доходила до р. Выши и в большом количестве была во всех лесничествах. По мнению автора, ель идет и еще дальше к югу и переходит р. Вышу, заходя, таким образом, уже в Моршанский уезд. Здесь она встречается в Морсовском имении кн. Долгорукой у ст. Морсово: «По Морсовской даче ель в диком виде есть, но очень мало» (по данным управляющего имением). В Морсовской даче найдена также и линнея (*Linnaea borealis*) – столь характерное растение еловых лесов. По данным В. В. Алехина [1], южную границу ели необходимо проводить приблизительно по широте Моршанска. При этом автор указывает на массовое выпадение ели. В качестве причин приводятся данные о поражении деревьев еловым короедом (особенно интенсивно наблюдаемое в 80–90-х гг. XIX в.), а также о изменении климата и «изменении общих условий существования».

В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 40–50 %) доминируют как по числу видов, так и по обилию виды бореальной ЭЦГ: *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Frangula alnus*, *Calluna vulgaris*. Участие видов других ЭЦГ (неморальной, боровой, водно-болотной) в сумме не превышает 1–2 % и представлена каждая 1–2 видами. В моховом покрове (ОПП 1–20 %) высоко участие видов рода *Polytrichum*, в сообществах с *Picea abies* характерен также *Sphagnum magellanicum*. Видовая насыщенность составляет 8–11 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum myrtillosum*, *subass. vaccinosum* по экологическим характеристикам имеет средние показатели по всем факторам среды среди бореальных сосняков (см. рис. 2). Древесный ярус образован единичными деревьями *Pinus sylvestris*, во втором древесном ярусе – *Betula pubes-*

cens и изредка *Populus tremula*. Подлесок образован *Rubus nessensis* (ОПП 8–25 %). В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 70 %) высококонстанты виды бореальной ЭЦГ: *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Molinia caerulea*, *Frangula alnus*, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*. Моховой покров отсутствует. Видовая насыщенность составляет 10–13 видов на 100 м².

Ассоциация *Pinetum hylocomiosum, subass. myrtillosum* по экологическим характеристикам занимает сходные местообитания с предыдущей ассоциацией (имеет средние балловые показатели практически по всем факторам среды), но область экологического пространства смещена к более кислым, менее богатым азотом почвам, с относительно устойчивым их увлажнением (см. рис. 2). Древостой сообществ одновидовой, образован молодыми генеративными особями *Pinus sylvestris* (ОПП 0,5–0,6). Все сообщества ассоциации формируются после рубок сосен 60-летнего возраста (сохранились многочисленные пни с диаметром стволов 46–50 см). Подлесок не сформирован, отмечается единичный подрост *Frangula alnus*. В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 40–70 %) доминирует *Vaccinium myrtillus*, характерны и другие виды бореальной ЭЦГ: *Vaccinium vitis-idaea*, *Molinia caerulea*, *Orthilia secunda*, *Frangula alnus*. Встречается *Ledum palustre*. Моховой ярус хорошо выражен (ОПП 50–80 %), преобладает *Polytrichum commune*. Видовая насыщенность составляет 11–14 видов на 100 м².

Заключение

Длительная хозяйственная деятельность на Окско-Донской низменности в пределах Пензенской области привела к существенной трансформации растительного покрова.

Большое число выделенных ассоциаций бореальных сосняков – восемь – объясняется высокой мозаичностью в степени увлажненности природных комплексов и длительным антропогенным воздействием на эти природные комплексы.

Анализ экологических характеристик выделенных ассоциаций по основным факторам среды показал, что ассоциации бореальных сосняков наиболее четко различаются по кислотности, богатству азотом, переменности и степени увлажнения почвы.

Отличительной чертой бореальных сосняков Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области являются доминирование в напочвенном покрове кустарничков – *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* – и участие зеленых мхов (доминант – *Polytrichum commune*) при практически полном отсутствии вечнозеленых травянистых растений (представлены только одним видом – *Orthilia secunda*).

В составе бореальных сосняков Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области отмечены очень редкие для области виды: *Rubus nessensis*, *Ledum palustre*, *Calluna vulgaris*. Популяции *Rubus nessensis* в этих условиях многочисленные, полночленные, и вид играет существенную роль в подлеске. *Calluna vulgaris* на территории области больше нигде не отмечается.

Список литературы

1. **Алехин, В. В.** Введение во флору Тамбовской губернии (Ботанический очерк) / В. В. Алехин. – М., 1915. – 97 с.

2. **Иванов, А. И.** Карта растительности / А. И. Иванов // Географический атлас Пензенской области. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 16.
3. Определитель сосудистых растений Тамбовской области / под ред. А. П. Сухорукова. – Тула : Гриф и К, 2010. – 350 с.
4. **Васюков, В. М.** Растения Пензенской области (конспект флоры) / В. М. Васюков. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 184 с.
5. **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.
6. **Hill, M. O.** Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique / M. O. Hill, H. G. Gauch // *Vegetatio*. – 2010. – Vol. 42. – P. 47–58.
7. **Цыганов, Д. Н.** Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 198 с.
8. **Леонова, Н. А.** Морфологическая структура ландшафтов Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области / С. Н. Артемова, Н. А. Леонова // *Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского*. – 2011. – № 25. – С. 644–650.
9. Красная книга Пензенской области. Ч. I. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения / под ред. А. И. Иванова. – Пенза : Пензенская правда, 2013. – 300 с.

References

1. Alekhin V. V. *Vvedenie vo floru Tambovskoy gubernii (Botanicheskiy ocherk)* [Introduction into flora of Tambov province (Botanic essay)]. Moscow, 1915, 97 p.
2. Ivanov A. I. *Geograficheskiy atlas Penzenskoy oblasti* [Geographical atlas of Penza region]. Penza: Oblizdat, 2005, p. 16.
3. *Opredelitel' sosudistykh rasteniy Tambovskoy oblasti* [Vascular plants identification guide of Tambov region]. Ed. A. P. Sukhorukov. Tula: Grif i K, 2010, 350 p.
4. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti (konspekt flory)* [Plants of Penza region (flora summary)]. Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2004, 184 p.
5. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). Russkoe izdanie* [Vascular plants of Russia and adjacent countries (within the former USSR). Russian edition]. Saint Petersburg: Mir i sem'ya, 1995, 992 p.
6. Hill M. O., Gauch H. G. *Vegetatio*. 2010, vol. 42, pp. 47–58.
7. Tsyganov D. N. *Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov* [Phytoindication of ecological modes in subareas of pine-broad-leaved forests]. Moscow: Nauka, 1983, 198 p.
8. Leonova N. A., Artemova S. N. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky]. 2011, no. 25, pp. 644–650.
9. *Krasnaya kniga Penzenskoy oblasti. Ch. I. Griby, lishayniki, mkhi, sosudistye rasteniya* [Red book of Penza region. Part 1. Fungi, lichens, mosses, vascular plants]. Ed. A. I. Ivanov. Penza: Penzenskaya pravda, 2013, 300 p.

Леонова Наталья Алексеевна

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

E-mail: na_leonova@mail.ru

Leonova Natalia Alekseevna

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

УДК 581.9

Леонова, Н. А.

Бореальные сосняки Окско-Донской равнины в пределах Пензенской области / Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 57–67.

**КАТАЛОГ
ВИДОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ
ГЕРБАРИЯ ИМЕНИ И. И. СПРЫГИНА
(ЧАСТЬ 5)**

Аннотация.

Приведены результаты инвентаризации гербарной коллекции за последние годы. Установлено, что в настоящее время в Гербарии им. И. И. Спрыгина хранятся из класса *MAGNOLIOPSIDA* отдела *MAGNOLIOPHYTA* подкласса *LAMIIDAE* 583 вида, 189 родов и 29 семейств (14 018 гербарных образцов).

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

L. A. Novikova

**CATALOGUE OF METASPERM SPECIES
OF THE I. I. SPRYGIN'S HERBARIUM
(PART 5)**

Abstract.

The article includes the inventory results of the herbarium collections in recent years. It is established that currently in the I. I. Sprygin's herbarium there are kept 583 species, 189 genera and 29 families (14 018 herbarium specimen) of the *MAGNOLIOPSIDA* class of the *MAGNOLIOPHYTA* division of the *LAMIIDAE* subclass.

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

В данной статье приводятся результаты следующего этапа электронной каталогизации Гербария им. И. И. Спрыгина по разделам: высшие покрытосеменные растения (подкласс: ламииды). Первые три части каталога видов растений Гербария им. И. И. Спрыгина были опубликованы в журнале «Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского» [1–3], а четвертый – в журнале «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» [4].

Каталог растений, как и инсерация гербарной коллекции, составляется в соответствии с системой А. Л. Тахтаджана [5]. Латинские названия приводятся по С. К. Черепанову [6]. Используются и другие многочисленные определители и флористические сводки [7–11 и др.], в том числе и по Пензенской области [12–16 и др.].

В Гербарии класс ДВУДОЛЬНЫЕ (*MAGNOLIOPSIDA*) отдел ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ (*MAGNOLIOPHYTA*) подкласс ЛАМИИДЫ (*LAMIIDAE*) представлен 583 видами, 189 родами и 29 семействами (14 018 гербарных образцов). Гербарная коллекция включает не только определенные виды, но и множество неопределенных образцов, которые также нуждаются в изучении и определении.

Таблица 1

Каталог Гербария имени И. И. Спрыгина (Часть 5)
 Отдел *MAGNOLIOPHYTA*. Класс *MAGNOLIOPSIDA*
 Подкласс *LAMIIDAE* – ЛАМИИДЫ

Номер вида	Таксоны на латинском языке	Таксоны на русском языке
1	2	3
	Отдел <i>MAGNOLIOPHYTA</i>	ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ
	Класс <i>MAGNOLIOPSIDA</i>	ДВУДОЛЬНЫЕ
	Подкласс <i>LAMIIDAE</i>	ЛАМИИДЫ
	Семейство <i>RUBIACEAE</i> JUSS.	МАРЕНОВЫЕ
	<i>Asperula</i> L.	Ясменник
1.	<i>Asperula cynanchica</i> L.	Ясменник розоватый
2.	<i>Asperula danilewskiana</i> Basin.	Ясменник Данилевского
3.	<i>Asperula petraea</i> V. Krecz. ex Klok.	Ясменник скальный
4.	<i>Asperula supina</i> Vieb.	Ясменник низкий
	<i>Asperula</i> sp.	Ясменник sp.
	<i>Coffea</i> L.	Кофе
5.	<i>Coffea arabica</i> L.	Кофе арабийский (арабика)
	<i>Coprosma</i> Forst.	Копросма
6.	<i>Coprosma baueri</i> Endl.	Копросма Бауэра
	<i>Crucianella</i> L.	Круцианелла, крестовница
7.	<i>Crucianella angustifolia</i> L.	Круцианелла узколистная
8.	<i>Cruciata</i> Hill.	Круциата, крестообразник
9.	<i>Cruciata coronata</i> (Sibth. et Smith) Ehrend.	Круциата венечный
10.	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz	Круциата гладкий
	<i>Cruciata</i> sp.	Круциата sp.
	<i>Galium</i> L.	Подмаренник
11.	<i>Galium aparine</i> L.	Подмаренник цепкий
12.	<i>Galium boreale</i> L.	Подмаренник северный
13.	<i>Galium davuricum</i> Turcz. ex Ledeb.	Подмаренник даурский
14.	<i>Galium humifusum</i> Vieb.	Подмаренник распростертый
15.	<i>Galium mollugo</i> L.	Подмаренник мягкий
16.	<i>Galium octonarium</i> (Klokov) Soó	Подмаренник восьмилистный
17.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	Подмаренник душистый
18.	<i>Galium palustre</i> L.	Подмаренник болотный
19.	<i>Galium physocarpum</i> Ledeb.	Подмаренник вздутоплодный
20.	<i>Galium pseudorivale</i> Tzvel.	Подмаренник ложноприручевой
21.	<i>Galium rivale</i> (Sibth. et Smith) Griseb.	Подмаренник приручевой
22.	<i>Galium ruthenicum</i> Willd.	Подмаренник русский
23.	<i>Galium spurium</i> L.	Подмаренник ложный
24.	<i>Galium tinctorium</i> (L.) Scop.	Подмаренник красильный
25.	<i>Galium trifidum</i> L.	Подмаренник трехнадрезанный
26.	<i>Galium triflorum</i> Michx.	Подмаренник трехцветковый
27.	<i>Galium uliginosum</i> L.	Подмаренник топяной

1	2	3
28.	<i>Galium verum</i> L.	Подмаренник настоящий
	<i>Galium</i> sp.	Подмаренник sp.
	<i>Rubia</i> L.	Марена
29.	<i>Rubia tatarica</i> (Trev.) Fr. Schmidt	Марена татарская
30.	<i>Rubia tinctorum</i> L.	Марена красильная
	<i>Serissa</i> Comm. et Juss.	Сериса
31.	<i>Serissa foetida</i> (L. fil.) Lam.	Сериса японская
	RUBIACEAE Sp. sp.	МАРЕНОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство GENTIANACEAE JUSS.	ГОРЕЧАВКОВЫЕ
	<i>Centaurium</i> Hill	Золототысячник
32.	<i>Centaurium anatolicum</i> (K. Koch) Tzvel.	Золототысячник анатолийский
33.	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn	Золототысячник обыкновенный, красноцветный
34.	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce	Золототысячник красивый
35.	<i>Centaurium tenuiflorum</i> (Hoffm. et Link) Fritsch	Золототысячник тонкоцветковый
36.	<i>Centaurium uliginosum</i> (Waldst. et Kit.) G. Beck ex Ronn.	Золототысячник топяной
	<i>Gentiana</i> L.	Горечавка
37.	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	Горечавка ластовенная
38.	<i>Gentiana cruciata</i> L.	Горечавка крестовидная, соколий перелет
39.	<i>Gentiana decumbens</i> L. fil.	Горечавка лежачая
40.	<i>Gentiana dshimilensis</i> K. Koch	Горечавка джимильская
41.	<i>Gentiana kirilowii</i> Turcz.	Горечавка Кириллова
42.	<i>Gentiana lutea</i> L.	Горечавка желтая
43.	<i>Gentiana macrophylla</i> Pall.	Горечавка крупнолистная
44.	<i>Gentiana olivieri</i> Griseb.	Горечавка Оливье
45.	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	Горечавка легочная
46.	<i>Gentiana prostrata</i> Haenke	Горечавка распростертая
47.	<i>Gentiana pseudoaquatica</i> Kusn.	Горечавка ложноводяная
48.	<i>Gentiana scabra</i> Bunge	Горечавка шероховатая
49.	<i>Gentiana squarrosa</i> Ledeb.	Горечавка растопыренная
50.	<i>Gentiana triflora</i> Pall.	Горечавка трехцветная
	<i>Gentiana</i> sp.	Горечавка sp.
	<i>Gentianella</i> Moench.	Горечавочка
51.	<i>Gentianella amarella</i> (L.) Born.	Горечавочка горьковатая
52.	<i>Gentianella lingulata</i> (Agardh) Pritchard.	Горечавочка язычковая
	<i>Gentianella</i> sp.	Горечавочка sp.
	<i>Lomatogonium</i> R. Br.	Ломатогониум
53.	<i>Lomatogonium rotatum</i> (L.) Fries ex Nyman	Ломатогониум колесовидный

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Comastoma</i> (Wettst.) Toyokuni	Комастома
54.	<i>Comastoma falcatum</i> (Turcz.) Toyokuni	Комастома серповидная
	<i>Halenia</i> Borkh.	Галения
55.	<i>Halenia corniculata</i> (L.) Cornaz	Галения рогатая
	<i>Swertia</i> L.	Сверция
56.	<i>Swertia graciliflora</i> Gontsch.	Сверция тонкоцветковая
57.	<i>Swertia iberica</i> Fisch. et C.A. Mey.	Сверция грузинская
58.	<i>Swertia lactea</i> Bunge	Сверция молочная
59.	<i>Swertia marginata</i> Schrenk	Сверция окаймленная
	<i>Swertia</i> sp.	Сверция sp.
	<i>Gentianopsis</i> Ma	Гентионописис, горечавочник
60.	<i>Gentianopsis barbata</i> (Froel.) Ma	Гентионописис бородатый
	<i>Eustoma</i> Salisb.	Эустома
61.	<i>Eustoma</i> sp.	Эустома sp.
	<i>GENTIANACEAE</i> Sp. sp.	ГОРЕЧАВКОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство MENYANTHACEAE DUMORT.	ВАХТОВЫЕ
	<i>Menyanthes</i> L.	Вахта
62.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Вахта трехлистная, трифоль
	<i>Nymphaoides</i> Hill.	Нимфейник, болотоцветник
63.	<i>Nymphaoides peltata</i> (S.G. Gmel.) Kuntze	Нимфейник щитолистный
	Семейство APOCYNACEAE JUSS.	КУТРОВЫЕ
	<i>Vinca</i> L.	Барвинок
64.	<i>Vinca major</i> L.	Барвинок большой
65.	<i>Vinca minor</i> L.	Барвинок малый
	<i>Nerium</i> L.	Олеандр
66.	<i>Nerium oleander</i> L.	Олеандр обыкновенный
	<i>Trachelospermum</i> Lem.	Трахелоспермум
67.	<i>Trachelospermum asiaticum</i> Nakai	Трахелоспермум азиатский
	<i>Trachomitum</i> Woodson	Кендырь
68.	<i>Trachomitum lancifolium</i> (Russan.) Pobed.	Кендырь ланцетолистный
69.	<i>Trachomitum sarmatiense</i> Woodson	Кендырь сарматский
70.	<i>Trachomitum scabrum</i> (Russan.) Pobed.	Кендырь шероховатый
71.	<i>Trachomitum tauricum</i> (Pobed.) Pobed.	Кендырь крымский
	Семейство ASCLEPIADACEAE R. BR.	ЛАСТОВНЕВЫЕ
	<i>Periploca</i> L.	Обвойник

1	2	3
72.	<i>Periploca graeca</i> L.	Обвойник греческий
	<i>Cynanchum</i> L.	Цинанхум
73.	<i>Cynanchum acutum</i> L.	Цинанхум острый
	<i>Asclepias</i> L.	Ваточник
74.	<i>Asclepias cornuti</i> Decsn.	Ваточник Корнута, сирийский
75.	<i>Asclepias curassaviaca</i> L.	Ваточник курассавский
76.	<i>Asclepias incarnata</i> L.	Ваточник мясо-красный
77.	<i>Asclepias speciosa</i> Torr.	Ваточник красивый
	<i>Asclepias</i> sp.	Ваточник sp.
	<i>Vincetoxicum</i> N. M. Wolf	Ластовень
78.	<i>Vincetoxicum albowianum</i> (Kusn.) Pobed.	Ластовень Альбова
79.	<i>Vincetoxicum fuscatum</i> (Hornem.) Endl.	Ластовень малый
80.	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.	Ластовень лекарственный
81.	<i>Vincetoxicum intermedium</i> Taliev	Ластовень промежуточный
82.	<i>Vincetoxicum rehmanni</i> Boiss.	Ластовень Ремана
83.	<i>Vincetoxicum rossicum</i> (Kleop.) Barbar.	Ластовень русский
84.	<i>Vincetoxicum scandens</i> Somm. et Levier	Ластовень лазящий
85.	<i>Vincetoxicum schmalhauseni</i> (Kusn.) Stank.	Ластовень Шмальгаузена
86.	<i>Vincetoxicum volubile</i> Maxim.	Ластовень вьющийся
	<i>Vincetoxicum</i> sp.	Ластовень sp.
	Семейство OLEACEAE HOFFMGG. ET LINK	МАСЛИННЫЕ
	<i>Jasminum</i> L.	Жасмин
87.	<i>Jasminum floridum</i> Bunge	Жасмин флоридский
88.	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Жасмин кустарниковый
89.	<i>Jasminum humile</i> L.	Жасмин низкий
90.	<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	Жасмин голоцветковый
91.	<i>Jasminum officinale</i> L.	Жасмин лекарственный
92.	<i>Jasminum pubigerum</i> Don	Жасмин опушенный
	<i>Jasminum</i> sp.	Жасмин sp.
	<i>Fontanesia</i> Labill.	Фонтанезия
93.	<i>Fontanesia fortunei</i> Carr.	Фонтанезия Форчуна
94.	<i>Fontanesia phillyreoides</i> Lab.	Фонтанезия филлиреевидная
	<i>Forsythia</i> Vahl.	Форзиция
95.	<i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Vahl.	Форзиция × промежуточная, средняя
96.	<i>Forsythia suspensa</i> Vahl.	Форзиция свисающая
97.	<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	Форзиция зеленеющая
	<i>Forsythia</i> sp.	Форзиция sp.
	<i>Fraxinus</i> L.	Ясень
98.	<i>Fraxinus americana</i> L.	Ясень американский

Продолжение табл. 1

1	2	3
99.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Ясень обыкновенный
100.	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	Ясень ланцетный, зеленый
101.	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	Ясень маньчжурский
102.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	Ясень белый
103.	<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.	Ясень остроплодный
104.	<i>Fraxinus pubescens</i> Lam.	Ясень пушистый, пенсильванский
	<i>Fraxinus</i> sp.	Ясень sp.
	<i>Syringa</i> L.	Сирень
105.	<i>Syringa amurensis</i> Rupr.	Сирень амурская
106.	<i>Syringa chinensis</i> Willd.	Сирень китайская
107.	<i>Syringa</i> × <i>henry</i> Schneid.	Сирень × Генри
108.	<i>Syringa japonica</i> Decne.	Сирень японская
109.	<i>Syringa josikaea</i> Jacq. fil.	Сирень венгерская
110.	<i>Syringa persica</i> L.	Сирень персидская
111.	<i>Syringa villosa</i> Vahl	Сирень мохнатая
112.	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Сирень обыкновенная
113.	<i>Syringa wolfii</i> Schneid.	Сирень Вольфа
	<i>Syringa</i> sp.	Сирень sp.
	<i>Ligustrum</i> L.	Бирючина
114.	<i>Ligustrum delavayanum</i> Hariot.	Бирючина Делавэйя
115.	<i>Ligustrum henryi</i> Hemsl.	Бирючина Генри
116.	<i>Ligustrum ibota</i> Sieb. et Zuss.	Бирючина Ибота
117.	<i>Ligustrum indicum</i> (Lour.) Merr.	Бирючина индийская
118.	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Бирючина японская
119.	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. fil.	Бирючина блестящая
120.	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	Бирючина овальнолистная
121.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Бирючина обыкновенная
	<i>Ligustrum</i> sp.	Бирючина sp.
	<i>Olea</i> L.	Маслина
122.	<i>Olea europaea</i> L.	Маслина европейская
	<i>Osmanthus</i> Lour.	Османтус
123.	<i>Osmanthus decora</i> Boiss. et Bal. Kasapligil	Османтус привлекательный
124.	<i>Osmanthus fortunei</i> Carr.	Османтус Форчуна
125.	<i>Osmanthus fragrans</i> Lour.	Османтус пахучий, душистая маслина
126.	<i>Osmanthus ilicifolius</i> Mon.	Османтус падуболистный
127.	<i>Osmanthus heterophyllus</i> (G. Don.) P.S. Green	Османтус разнолистный
	<i>Phillyrea</i> L.	Филлирея
128.	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Филлирея узколистная
129.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Филлирея широколистная
130.	<i>Phillyrea media</i> L.	Филлирея средняя

1	2	3
	Семейство LOASACEAE JUSS.	ЛОАЗОВЫЕ
	<i>Blumenbachia</i>	Блуменбахия
131.	<i>Blumenbachia hieronymi</i> Urb.	Блуменбахия Хиеронима
	<i>Loasa</i> Adans.	Лоаза
132.	<i>Loasa tryphylla</i> Juss.	Лоаза трехлисточковая
	Семейство SOLANACEAE JUSS.	ПАСЛЕНОВЫЕ
	<i>Scopolia</i> Jacq.	Скополия
133.	<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	Скополия карниольская, мандрагора
	<i>Hyoscyamus</i> L.	Белена
134.	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Белена черная
	<i>Physalis</i> L.	Физалис
135.	<i>Physalis alkekengi</i> L.	Физалис обыкновенный
136.	<i>Physalis edulis</i> Sims.	Физалис перуанский
	<i>Capsicum</i> L.	Перец
137.	<i>Capsicum annuum</i> L.	Перец однолетний
	<i>Solanum</i> L.	Паслен
138.	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Паслен сладко-горький
139.	<i>Solanum nigrum</i> L.	Паслен черный
140.	<i>Solanum tectum</i> Pers.	Паслен толстооболочковый
141.	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Паслен клубненосный
	<i>Solanum</i> sp.	Паслен sp.
	<i>Lycopersicon</i> Mill.	Помидор, томат
142.	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Помидор съедобный
	<i>Datura</i> L.	Дурман
143.	<i>Datura ceratocaula</i> Jacq.	Дурман ацтекский
144.	<i>Datura inermis</i> Jacq.	Дурман безоружный, неколючий
145.	<i>Datura leichhardtii</i> F. Miller	Дурман Лейхардта
146.	<i>Datura metel</i> L.	Дурман индийский
147.	<i>Datura stramonium</i> L.	Дурман обыкновенный
148.	<i>Datura tatula</i> L.	Дурман фиолетовый
	<i>Lycium</i> L.	Дереза
149.	<i>Lycium barbarum</i> L.	Дереза обыкновенная
150.	<i>Lycium depressum</i> Stocks	Дереза прижатая
	<i>Atropa</i> L.	Красавка, белодонна
151.	<i>Atropa bella-donna</i> L.	Красавка обыкновенная
152.	<i>Atropa caucasica</i> Kreyer	Красавка кавказская

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Nicandra</i> Adams.	Никандра
153.	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Никандра физалисовидная
	<i>Nicotiana</i> L.	Табак
154.	<i>Nicotiana langsdorfii</i> Schrank	Табак Лангсдорфа
155.	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Табак обыкновенный, папиросный
	<i>Petunia</i> Juss	Петуния
156.	<i>Petunia</i> × <i>hybrida</i> Vilm.	Петуния × гибридная
	<i>Salpiglossis</i> Ruiz et Pav.	Сальпиглоссис
157.	<i>Salpiglossis variabilis</i> hort. ex Vilm.	Сальпиглоссис изменчивый
	<i>Browallia</i> L.	Броваллия
158.	<i>Browallia viscosa</i> Kunth	Броваллия
	<i>Schizanthus</i> Ruiz et Pav.	Схизантус
159.	<i>Schizanthus pinnatus</i> Ruiz et Pav.	Схизантус перистый
160.	<i>Schizanthus retusus</i> Hook.	Схизантус притупленный
	Семейство <i>NOLANACEAE</i> BERCHT. ET J. PRESL	НОЛАНОВЫЕ
	<i>Nolana</i> L.	Нолана
161.	<i>Nolana atriplicifolia</i> hort. ex D. Don.	Нолана лебеделистная
	Семейство <i>CONVOLVULACEAE</i> JUSS.	ВЬЮНКОВЫЕ
	<i>Convolvulus</i> L.	Вьюнок
162.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Вьюнок полевой
163.	<i>Convolvulus calvertii</i> Boiss.	Вьюнок Кальвера
164.	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	Вьюнок кантабрийский
165.	<i>Convolvulus chinensis</i> Ker-Gawl.	Вьюнок китайский
166.	<i>Convolvulus divaricatus</i> Regel et Schmalh.	Вьюнок растопыренный
167.	<i>Convolvulus holosericeus</i> Bieb.	Вьюнок шелковистый
168.	<i>Convolvulus lineatus</i> L.	Вьюнок узколистный
169.	<i>Convolvulus pseudocantabrica</i> Schrenk	Вьюнок ложнокантабрийский
170.	<i>Convolvulus scammonia</i> L.	Вьюнок смолоносный
171.	<i>Convolvulus subhirsutus</i> Regel et Schmalh.	Вьюнок шерстистый
172.	<i>Convolvulus tauricus</i> (Bornm.) Juz.	Вьюнок крымский
173.	<i>Convolvulus tricolor</i> L.	Вьюнок трехветный
	<i>Convolvulus</i> sp.	Вьюнок sp.
	<i>Calystegia</i> R. Br.	Повой, калистегия
174.	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	Повой заборный
	<i>Ipomoea</i> L.	Ипомея
175.	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Ипомея пурпурная

1	2	3
	Семейство CUSCUTACEAE DUMORT.	ПОВИЛИКОВЫЕ
	<i>Cuscuta</i> L.	Повилика
176.	<i>Cuscuta approximata</i> Bab.	Повилика сближенная
177.	<i>Cuscuta campestris</i> Yunc.	Повилика полевая
178.	<i>Cuscuta cesatiana</i> Bertol.	Повилика Цезати
179.	<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	Повилика льняная
180.	<i>Cuscuta europaea</i> L.	Повилика европейская
181.	<i>Cuscuta lupuliformis</i> Krock.	Повилика хмелевидная
182.	<i>Cuscuta monogyna</i> Vahl	Повилика одностолбиковая
183.	<i>Cuscuta planiflora</i> Ten.	Повилика плоскоцветковая
	<i>Cuscuta</i> sp.	Повилика sp.
	Семейство POLEMONIACEAE JUSS.	СИНЮХОВЫЕ
	<i>Polemonium</i> L.	Синюха
184.	<i>Polemonium chinense</i> (Brand) Brand	Синюха китайская
185.	<i>Polemonium coeruleum</i> L.	Синюха голубая, лазурная
	<i>Collomia</i> Nutt.	Колломия
186.	<i>Collomia linearis</i> Nutt.	Колломия линейная
	<i>Phlox</i> L.	Флокс
187.	<i>Phlox drummondii</i> Hook.	Флокс Друммонда
188.	<i>Phlox paniculata</i> L.	Флокс метельчатый
189.	<i>Phlox sibirica</i> L.	Флокс сибирский
	<i>Gilia</i> Ruiz. et Pav.	Гилия
190.	<i>Gilia tricolor</i> Benth.	Гилия трехцветная
	<i>POLEMONIACEAE</i> Sp. sp.	СИНЮХОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство HYDROPHYLLACEAE R. BR.	ВОДОЛИСТНИКОВЫЕ
	<i>Phacelia</i> Juss.	Фацелия
191.	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Фацелия пижмолистная
192.	<i>Phacelia whitlavia</i> A. Grey	Фацелия крупноцветковая
	<i>Nemophila</i> Nutt.	Немофила
193.	<i>Nemophila menziesii</i> Hook. et Arn.	Немофила Менциса
	Семейство EHRETIACEAE LINDL.	ЭРЕТИЕВЫЕ
	<i>Ehretia</i> L.	Эретия
194.	<i>Ehretia acuminata</i> R. Br.	Эретия заостренная
195.	<i>Ehretia dicksonii</i> Hanse.	Эретия Диксона
196.	<i>Ehretia macrophylla</i> Wall.	Эретия крупнолистная
	Семейство BORAGINACEAE JUSS.	БУРАЧНИКОВЫЕ
	<i>Argusia</i> Boehm.	Аргузия
197.	<i>Argusia sibirica</i> (L.) Dandy	Аргузия сибирская

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Heliotropium</i> L.	Гелиотроп
198.	<i>Heliotropium ellipticum</i> Ledeb.	Гелиотроп эллиптический
199.	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Гелиотроп европейский
200.	<i>Heliotropium suaveolens</i> Bieb.	Гелиотроп душистый
	<i>Macrotomia</i> L.	Макротомия
201.	<i>Macrotomia euchroma</i> (Royle) Pauls.	Макротомия красящая
202.	<i>Macrotomia ugamensis</i> M. Pop.	Макротомия угамская
	<i>Buglossoides</i> Moench	Буглоссоидес
203.	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) Johnst.	Буглоссоидес полевой
	<i>Lithospermum</i> L.	Воробейник
204.	<i>Lithospermum officinale</i> L.	Воробейник лекарственный
	<i>Onosma</i> L.	Оносма
205.	<i>Onosma caucasica</i> Levin ex M. Pop.	Оносма кавказская
206.	<i>Onosma polychroma</i> Klok. ex M. Pop.	Оносма многоцветная
207.	<i>Onosma polyphylla</i> Ledeb.	Оносма многолистная
208.	<i>Onosma rigida</i> Ledeb.	Оносма жесткая
209.	<i>Onosma setosa</i> Ledeb.	Оносма щетинистая
210.	<i>Onosma simplicissima</i> L.	Оносма простейшая
211.	<i>Onosma taurica</i> Pall. ex Willd.	Оносма крымская
212.	<i>Onosma tinctoria</i> Bieb.	Оносма красильная
	<i>Onosma</i> sp.	Оносма sp.
	<i>Cerinth</i> L.	Восковник
213.	<i>Cerinth major</i> L.	Восковник большой
214.	<i>Cerinth minor</i> L.	Восковник малый
	<i>Echium</i> L.	Синяк
215.	<i>Echium biebersteinii</i> (Lacaita) Dobrocz.	Синяк Биберштейна
216.	<i>Echium italicum</i> L.	Синяк итальянский
217.	<i>Echium plantagineum</i> L.	Синяк подорожниковый
218.	<i>Echium russicum</i> J.F. Gmel.	Синяк русский
219.	<i>Echium vulgare</i> L.	Синяк обыкновенный
	<i>Echium</i> sp.	Синяк sp.
	<i>Pulmonaria</i> L.	Медуница
220.	<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.	Медуница узколистная
221.	<i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.	Медуница мягкая
222.	<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	Медуница неясная
	<i>Nonea</i> Medik.	Нонеа
223.	<i>Nonea lutea</i> (Desr.) DC.	Нонеа желтая
224.	<i>Nonea picta</i> (Bieb.) Fisch. et C.A. Mey.	Нонеа расписная
225.	<i>Nonea pulla</i> DC.	Нонеа темно-бурая

1	2	3
	<i>Symphytum</i> L.	Окопник
226.	<i>Symphytum asperum</i> Lepech.	Окопник жесткий
227.	<i>Symphytum grandiflorum</i> DC.	Окопник крупноцветковый
228.	<i>Symphytum officinale</i> L.	Окопник лекарственный
229.	<i>Symphytum peregrinum</i> Ledeb.	Окопник бродячий
230.	<i>Symphytum tauricum</i> Willd.	Окопник крымский
	<i>Brunnera</i> Stev.	Бруннера
231.	<i>Brunnera sibirica</i> Stev.	Бруннера сибирская
	<i>Anchusa</i> L.	Анхуза
232.	<i>Anchusa azurea</i> Mill	Анхуза лазоревая
233.	<i>Anchusa officinalis</i> L.	Анхуза лекарственная
	<i>Borago</i> L.	Бурачник
234.	<i>Borago officinalis</i> L.	Бурачник лекарственный, огуречная трава
	<i>Lycopsis</i> L.	Кривоцвет
235.	<i>Lycopsis arvensis</i> L.	Кривоцвет полевой
236.	<i>Lycopsis orientalis</i> L.	Кривоцвет восточный
	<i>Mertensia</i> Roth	Мертензия
237.	<i>Mertensia davurica</i> (Pall. ex Sims) G. Don fil.	Мертензия даурская
	<i>Asperugo</i> L.	Острица
238.	<i>Asperugo procumbens</i> L.	Острица лежачая
	<i>Myosotis</i> L.	Незабудка
239.	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Незабудка полевая
240.	<i>Myosotis cespitosa</i> Schultz	Незабудка дернистая
241.	<i>Myosotis micrantha</i> Pall. ex Lehm.	Незабудка мелкоцветковая
242.	<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	Незабудка болотная
243.	<i>Myosotis popovii</i> Dobrocz.	Незабудка Попова
244.	<i>Myosotis sparsiflora</i> Pohl	Незабудка редкоцветковая
	<i>Myosotis</i> sp.	Незабудка sp.
	<i>Eritrichium</i> Schrad. ex Gaudin	Эритрихум, незабудочник
245.	<i>Eritrichium villosum</i> (Ledeb.) Bunge	Эритрихум мохнатый
	<i>Hackelia</i> Opiz	Гакелия
246.	<i>Hackelia deflexa</i> (Wahlenb.) Opiz	Гакелия повислоплодная
	<i>Lappula</i> Moench	Липучка
247.	<i>Lappula microcarpa</i> (Ledeb.) Guerke	Липучка мелкоплодная
248.	<i>Lappula patula</i> (Lehm.) Menyhárth	Липучка пониклая
249.	<i>Lappula paulsenii</i> (Brand) M. Pop.	Липучка Паульсена
250.	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort	Липучка оттопыренная

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Lappula</i> sp.	Липучка sp.
	<i>Heterocaryum</i> A. DC.	Гетерокарий
251.	<i>Heterocaryum echinophorum</i> (Pall.) Brand	Гетерокарий еженосный
	<i>Trigonotis</i> Stev.	Тригонотис
252.	<i>Trigonotis radicans</i> (Turcz.) Stev.	Тригонотис укореняющийся
	<i>Trichodesma</i> R. BR.	Триходесма
253.	<i>Trichodesma incanum</i> (Bunge) A. DC.	Триходесма седая
	<i>Omphalodes</i> Hill	Омфалодес, пупочник
254.	<i>Omphalodes linifolia</i> (L.) Moench	Омфалодес льнолистный
	<i>Cynoglossum</i> L.	Чернокорень
255.	<i>Cynoglossum germanicum</i> Jacq.	Чернокорень германский
256.	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	Чернокорень лекарственный
	<i>Lindelofia</i> Lehm.	Линделофия
257.	<i>Lindelofia olgae</i> (Regel et Smirn.) Brand	Линделофия Ольги
258.	<i>Lindelofia stylosa</i> (Kar. et Kir.) Brand	Линделофия столбиковая
	<i>Rindera</i> Pall.	Риндера
259.	<i>Rindera tetraspis</i> Pall.	Риндера четырехщитковая
	BORAGINACEAE Sp. sp.	БУРАЧНИКОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство BUDDLEJACEAE WILHELM	БУДДЕЙЕВЫЕ
	<i>Buddleja</i> L.	Буддлея
260.	<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim.	Буддлея очереднолистная
261.	<i>Buddleja fallowiana</i> Balf. fil. et Smith	Буддлея Давида
262.	<i>Buddleja</i> sp.	Буддлея sp.
	Семейство SCROPHULARIACEAE JUSS.	НОРИЧНИКОВЫЕ
	<i>Verbascum</i> L.	Коровяк
263.	<i>Verbascum blattaria</i> L.	Коровяк тараканий
264.	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	Коровяк мучнистый
265.	<i>Verbascum nigrum</i> L.	Коровяк черный
266.	<i>Verbascum orientale</i> (L.) All.	Коровяк восточный
267.	<i>Verbascum phoenicium</i> L.	Коровяк фиолетовый
268.	<i>Verbascum songaricum</i> Schrenk	Коровяк джунгарский
269.	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Коровяк обыкновенный
	<i>Verbascum</i> sp.	Коровяк sp.
	<i>Paulownia</i> Sieb. et Zucc.	Павловния
270.	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Павловния войлочная

1	2	3
	<i>Scrophularia</i> L.	Норичник
271.	<i>Scrophularia bicolor</i> Smith	Норичник двухцветный
272.	<i>Scrophularia cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	Норичник меловой
273.	<i>Scrophularia incisa</i> Weinm.	Норичник вырезной
274.	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Норичник узловатый
275.	<i>Scrophularia rupestris</i> Bieb. ex Willd.	Норичник скальный
276.	<i>Scrophularia sareptana</i> Kleop. ex Ivanina	Норичник сарептский
277.	<i>Scrophularia umbrosa</i> Dumort.	Норичник теневой
	<i>Scrophularia</i> sp.	Норичник sp.
	<i>Pennellianthus</i> Crosswhite	Пеннелииант
278.	<i>Pennellianthus barbatus</i> (Cav.) Nutt.	Пеннелииант бородатый
	<i>Pennellianthus</i> sp.	Пеннелииант sp.
	<i>Gratiola</i> L.	Авран
279.	<i>Gratiola officinalis</i> L.	Авран лекарственный
	<i>Nemesia</i> Vent.	Немезия
280.	<i>Nemesia strumosa</i> Benth	Немезия зобовидная
	<i>Mimulus</i> L.	Губастик
281.	<i>Mimulus guttatus</i> DC.	Губастик крапчатый
282.	<i>Mimulus luteus</i> L.	Губастик желтый
	<i>Mimulus</i> sp.	Губастик sp.
	<i>Dodartia</i> L.	Додарция
283.	<i>Dodartia orientalis</i> L.	Додарция восточная
	<i>Limosella</i> L.	Лужница, лужайник
284.	<i>Limosella aquatica</i> L.	Лужница водяная
	<i>Linaria</i> Mill.	Льянка
285.	<i>Linaria armeniaca</i> Chav.	Льянка армянская
286.	<i>Linaria cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	Льянка меловая
287.	<i>Linaria genistifolia</i> (L.) Mill.	Льянка дроколистная
288.	<i>Linaria heterophylla</i> Desf.	Льянка разнолистная
289.	<i>Linaria incompleta</i> Kuprian.	Льянка неполноцветковая
290.	<i>Linaria japonica</i> (Miq.) Maxim.	Льянка японская
291.	<i>Linaria odora</i> (Bieb.) Fisch.	Льянка душистая
292.	<i>Linaria popovii</i> Kuprian.	Льянка Попова
293.	<i>Linaria ruthenica</i> Błonski	Льянка русская
294.	<i>Linaria sabulosa</i> Czern. ex Klokov	Льянка песчаная
295.	<i>Linaria volgensis</i> Rakov et Tzvel.	Льянка волжская
296.	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Льянка обыкновенная
	<i>Linaria</i> sp.	Льянка sp.
	<i>Chaenorhinum</i> (DC.) Reichenb.	Хеноринум, льяночка
297.	<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange	Хеноринум малый

Продолжение табл. 1

1	2	3
	<i>Antirrhinum</i> L.	Антирринум
298.	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Антирринум большой
	<i>Digitalis</i> L.	Наперстянка
299.	<i>Digitalis ciliata</i> Trautv.	Наперстянка реснитатая
300.	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	Наперстянка крупноцветковая
301.	<i>Digitalis lanata</i> Ehrh.	Наперстянка шерстистая
302.	<i>Digitalis lutea</i> L.	Наперстянка желтая
303.	<i>Digitalis purpurea</i> L.	Наперстянка пурпурная
	<i>Digitalis</i> sp.	Наперстянка sp.
	<i>Leptorhabdos</i> Schrenk	Лепторабдос
304.	<i>Leptorhabdos micrantha</i> Schrenk	Лепторабдос мелкоцветковый
	<i>Veronica</i> L.	Вероника
305.	<i>Veronica agrestis</i> L.	Вероника пашенная
306.	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Вероника ключевая
307.	<i>Veronica</i> × <i>andersoni</i> Lindl. ex Paxton	Вероника × Андерсона
308.	<i>Veronica beccabunga</i> L.	Вероника поточная
309.	<i>Veronica biloba</i> L.	Вероника двулопастная
310.	<i>Veronica dillenii</i> Crantz	Вероника Дилления
311.	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Вероника дубравная
312.	<i>Veronica filiformis</i> Smith	Вероника нитевидная
313.	<i>Veronica hispidula</i> Boiss. et Huet	Вероника распростертая
314.	<i>Veronica incana</i> L.	Вероника седая
315.	<i>Veronica jacquinii</i> Baumg.	Вероника Жакена
316.	<i>Veronica longifolia</i> L.	Вероника длиннолистная
317.	<i>Veronica officinalis</i> L.	Вероника лекарственная
318.	<i>Veronica opaca</i> Fries	Вероника тусклая
319.	<i>Veronica persica</i> Poir.	Вероника персидская
320.	<i>Veronica polita</i> Fries	Вероника скромная, глянцева
321.	<i>Veronica prostrata</i> L.	Вероника простертая
322.	<i>Veronica rubrifolia</i> Boiss.	Вероника краснолистная
323.	<i>Veronica scutellata</i> L.	Вероника щитковая
324.	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	Вероника тимьянолистная
325.	<i>Veronica spicata</i> L.	Вероника колостстая
326.	<i>Veronica spuria</i> L.	Вероника ложная, ненастоящая
327.	<i>Veronica teucrium</i> L.	Вероника широколистная
328.	<i>Veronica verna</i> L.	Вероника весенняя
	<i>Veronica</i> sp.	Вероника sp.
	<i>Veronicastrum</i> Heist. ex Fabr.	Вероникаструм
329.	<i>Veronicastrum sibiricum</i> (L.) Pennell	Вероникаструм сибирский
	<i>Lagotis</i> Gaertn.	Лаготис
330.	<i>Lagotis minor</i> (Willd.) Standl.	Лаготис малый
	<i>Castilleja</i> Mutis ex L. fil.	Кастиллея

1	2	3
331.	<i>Castilleja pallida</i> (L.) Spreng.	Кастиллея бледная
	<i>Melampyrum</i> L.	Марьянник
332.	<i>Melampyrum argyrocomum</i> (Fisch. ex Ledeb.) K.-Pol.	Марьянник серебристо-хохлатый
333.	<i>Melampyrum arvense</i> L.	Марьянник полевой
334.	<i>Melampyrum cristatum</i> L.	Марьянник гребенчатый
335.	<i>Melampyrum elatius</i> (Boiss.) Soó	Марьянник высокий
336.	<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	Марьянник дубравный, Иван-да-Марья
337.	<i>Melampyrum pratense</i> L.	Марьянник луговой
338.	<i>Melampyrum roseum</i> Maxim.	Марьянник розовый
	<i>Melampyrum</i> sp.	Марьянник sp.
	<i>Euphrasia</i> L.	Очанка
339.	<i>Euphrasia brevipila</i> Burn. et Greml.	Очанка коротковолосистая
340.	<i>Euphrasia fennica</i> Kihlm.	Очанка финская
341.	<i>Euphrasia hirtella</i> Jord. ex Reut.	Очанка мохнатая
342.	<i>Euphrasia parviflora</i> Schag.	Очанка мелкоцветковая
343.	<i>Euphrasia pectinata</i> Ten.	Очанка гребенчатая
344.	<i>Euphrasia stricta</i> D. Wolff ex J.F. Lehm.	Очанка прямая
345.	<i>Euphrasia vernalis</i> List	Очанка весенняя
	<i>Euphrasia</i> sp.	Очанка sp.
	<i>Omphalothrix</i> Maxim.	Омфалотрикс
346.	<i>Omphalothrix longipes</i> Maxim.	Омфалотрикс длинноножковый
	<i>Bartsia</i> L.	Бартсия
347.	<i>Bartsia alpina</i> L.	Бартсия альпийская
	<i>Odontites</i> Lutw.	Зубчатка
348.	<i>Odontites vulgaris</i> Moench	Зубчатка обыкновенная
	<i>Orthanthella</i> Rauschert	Органтелла
349.	<i>Orthanthella lutea</i> (L.) Rauschert	Органтелла желтая
	<i>Rhinanthus</i> L.	Погремок
350.	<i>Rhinanthus</i> × <i>fallax</i> (Wimm. et Grab.) Chabert.	Погремок × обманчивый
351.	<i>Rhinanthus minor</i> L.	Погремок малый
352.	<i>Rhinanthus serotinus</i> (Schonh.) Oborny	Погремок поздний
	<i>Rhinanthus</i> sp.	Погремок sp.
	<i>Rhynchocorys</i> Griseb.	Губастик, хоботник
353.	<i>Rhynchocorys orientalis</i> (L.) Benth.	Губастик восточный
	<i>Pedicularis</i> L.	Мытник
354.	<i>Pedicularis chamissonis</i> Stev.	Мытник Шамиссо

Продолжение табл. 1

1	2	3
355.	<i>Pedicularis cheilanthifolia</i> Schrenk	Мытник краекучниколистный
356.	<i>Pedicularis dasystachys</i> Schrenk	Мытник мохнатоколосый
357.	<i>Pedicularis dolichorhiza</i> Schrenk	Мытник длиннокорневой
358.	<i>Pedicularis kaufmannii</i> Pinzg.	Мытник Кауфманна
359.	<i>Pedicularis kuznetzovii</i> Kom.	Мытник Кузнецова
360.	<i>Pedicularis lapponica</i> L.	Мытник лапландский
361.	<i>Pedicularis lasiostachys</i> Bunge	Мытник шероховатоклосый
362.	<i>Pedicularis oederi</i> Vahl	Мытник Эдера
363.	<i>Pedicularis palustris</i> L.	Мытник болотный
364.	<i>Pedicularis physocalyx</i> Bunge	Мытник вздуточашечный
365.	<i>Pedicularis resupinata</i> L.	Мытник перевернутый
366.	<i>Pedicularis rubens</i> Steph. ex Willd.	Мытник краснеющий
367.	<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> L.	Мытник скипетровидный
368.	<i>Pedicularis uliginosa</i> Bunge	Мытник топяной
	<i>Pedicularis</i> sp.	Мытник sp.
	<i>Lathraea</i> L.	Петров крест
369.	<i>Lathraea squamaria</i> L.	Петров крест чешуйчатый
	SCROPHULARIACEAE Sp. sp.	НОРИЧНИКОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство OROBANCHACEAE VENT	ЗАРАЗИХОВЫЕ
	<i>Orobanche</i> L.	Заразиха
370.	<i>Orobanche alba</i> Steph.	Заразиха белая
371.	<i>Orobanche alsatica</i> Kirschl.	Заразиха эльзасская
372.	<i>Orobanche coerulescens</i> Steph.	Заразиха синеватая
373.	<i>Orobanche cumana</i> Wallr.	Заразиха кумская, подсолнечная
374.	<i>Orobanche elatior</i> Sutt.	Заразиха высокая
375.	<i>Orobanche lutea</i> Baumg.	Заразиха желтая
	<i>Diphelypaea</i> Nicolson	Дифелипея
376.	<i>Diphelypaea coccinea</i> (M. Bieb.) Nicolson	Дифелипея красная
	<i>Phelipanche</i> Pomel	Фелипанхе
377.	<i>Phelipanche aegyptiaca</i> (Pers.) Pomel	Фелипанхе египетская
378.	<i>Phelipanche laevis</i> (L.) Holub	Фелипанхе гладкая
379.	<i>Phelipanche lanuginosa</i> (C.A. Mey.) Holub	Фелипанхе голубая
380.	<i>Phelipanche purpurea</i> (Jacq.) Soják	Фелипанхе пурпурная
381.	<i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel	Фелипанхе ветвистая
	<i>Cistanche</i> Hoffm. et Link	Цистанхе
382.	<i>Cistanche salsa</i> (C.A. Mey.) Beck	Цистанхе солончаковая
	OROBANCHACEAE Sp. sp.	ЗАРАЗИХОВЫЕ Sp. sp.
	Семейство GLOBULARIACEAE DC.	ГЛОБУЛЯРИЕВЫЕ
	<i>Globularia</i> L.	Глобулярия
383.	<i>Globularia punctata</i> Lapeyr.	Глобулярия точечная

1	2	3
384.	<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. et C.A. Mey.	Глобулярия волосоцветковая
	Семейство <i>BIGNONIACEAE</i> JUSS.	БИГНОНИЕВЫЕ
	<i>Tecomaria</i> Spash	Текомария
385.	<i>Tecomaia capensis</i> (Thunb.) Spash	Текомария капская
	<i>Campsis</i> Lour.	Капсис
386.	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	Капсис укореняющийся
	<i>Catalpa</i> Scop.	Катальпа
387.	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	Катальпа бигнониевидная
388.	<i>Catalpa japonica</i> Dode	Катальпа японская
389.	<i>Catalpa ovata</i> G. Don	Катальпа яйцевидная
390.	<i>Catalpa speciosa</i> (Warder ex Barney) Warder ex Engelm.	Катальпа прекрасная
	<i>Catalpa</i> sp.	Катальпа sp.
	<i>Bignonia</i> L.	Бигония
391.	<i>Bignonia unguiscasti</i> L.	Бигония коготковая
	Семейство <i>PEDALIACEAE</i> R. BR.	КУНЖУТОВЫЕ, СЕЗАМОВЫЕ
	<i>Sesamum</i> L.	Кунжут
392.	<i>Sesamum indicum</i> L.	Кунжут индийский
	Семейство <i>GESNERIACEAE</i> DUMORT.	ГЕСНЕРИЕВЫЕ
	<i>Gloxinia</i> L. Hérit.	Глоксиния
393.	<i>Gloxinia</i> sp.	Глоксиния sp.
	Семейство <i>PLANTAGINACEAE</i> JUSS.	ПОДОРОЖНИКОВЫЕ
	<i>Plantago</i> L.	Подорожник
394.	<i>Plantago arachnoidea</i> Schrenk	Подорожник паутинистый
395.	<i>Plantago arenaria</i> Waldst. et Kit.	Подорожник песчаный
396.	<i>Plantago atrata</i> Hoppe	Подорожник чернеющий
397.	<i>Plantago cornuti</i> Gouan	Подорожник Корнута
398.	<i>Plantago intermedia</i> DC.	Подорожник промежуточный
399.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Подорожник ланцетный
400.	<i>Plantago major</i> L.	Подорожник большой
401.	<i>Plantago maritima</i> L.	Подорожник морской
402.	<i>Plantago maxima</i> Juss. ex Jacq.	Подорожник наибольший
403.	<i>Plantago media</i> L.	Подорожник средний
404.	<i>Plantago minuta</i> Pall.	Подорожник малый
405.	<i>Plantago salsa</i> Pall.	Подорожник солончаковый
406.	<i>Plantago subpolaris</i> Andrejev	Подорожник приполярный
407.	<i>Plantago tenuiflora</i> Waldst. et Kit.	Подорожник тонкоцветковый, тонкоколосый
408.	<i>Plantago urvillei</i> Opiz	Подорожник Урвиллея

Продолжение табл. 1

1	2	3
	Семейство LENTIBULARIACEAE RICH.	ПУЗЫРЧАТКОВЫЕ
	<i>Pinguicula</i> L.	Жирианка
409.	<i>Pinguicula alpina</i> L.	Жирианка альпийская
	<i>Utricularia</i> L.	Пузырчатка
410.	<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	Пузырчатка средняя
411.	<i>Utricularia minor</i> L.	Пузырчатка малая
412.	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Пузырчатка обыкновенная
	Семейство ACANTHACEAE JUSS.	АКАНТОВЫЕ
	<i>Acanthus</i> L.	Акант
413.	<i>Acanthus mollis</i> Riedel. ex Nees	Акант мягкий
	<i>Pachystachys</i> Nees	Пахистахис
414.	<i>Pachystachys</i> sp.	Пахистахис sp.
	Семейство HIPPURIDACEAE LINK	ХВОСТНИКОВЫЕ
	<i>Hippuris</i> L.	Хвостник, водяная сосенка
415.	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	Хвостник обыкновенный
	Семейство VERBENACEAE J.ST-HIL.	ВЕРБЕНОВЫЕ
	<i>Caryopteris</i> Bunge	Крылоорешник, кариоптерис
416.	<i>Caryopteris mastacanthus</i> Schauer	Крылоорешник седой
	<i>Callicarpa</i> L.	Красивоцветник
417.	<i>Callicarpa americana</i> L.	Красивоцветник американский
418.	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	Красивоцветник японский
419.	<i>Callicarpa purpurea</i> L.	Красивоцветник пурпурный
	<i>Vitex</i> L.	Прутняк, витекс
420.	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Прутняк священный, обыкновенный
421.	<i>Vitex negundo</i> L.	Прутняк китайский
	<i>Clerodendrum</i> L.	Клеродендрон
422.	<i>Clerodendrum bungei</i> Steud.	Клеродендрон Бунге
423.	<i>Clerodendrum fargesii</i> Dode	Клеродендрон Фаргеза
424.	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	Клеродендрон трехраздельный
	<i>Verbena</i> L.	Вербена
425.	<i>Verbena</i> × <i>hybrida</i> hort. ex Vilm.	Вербена × гибридная
426.	<i>Verbena officinalis</i> L.	Вербена лекарственная
	Семейство LAMIACEAE LINDL. (LABIATAE JUSS.)	ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБЦВЕТНЫЕ)
	<i>Ajuga</i> L.	Живучка
427.	<i>Ajuga chia</i> Schreb.	Живучка хиосская

1	2	3
428.	<i>Ajuga genevensis</i> L.	Живучка женеvская
429.	<i>Ajuga glabra</i> C. Presl	Живучка голая
430.	<i>Ajuga orientalis</i> L.	Живучка восточная
431.	<i>Ajuga reptans</i> L.	Живучка ползучая
	<i>Teucrium</i> L.	Дубровник
432.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Дубровник обыкновенный
433.	<i>Teucrium montanum</i> L.	Дубровник горный
434.	<i>Teucrium polium</i> L.	Дубровник белойолочный
435.	<i>Teucrium scordium</i> L.	Дубровник чесночный
	<i>Amethystea</i> L.	Аметистея
436.	<i>Amethystea caerulea</i> L.	Аметистея голубая
	<i>Scutellaria</i> L.	Шлемник
437.	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	Шлемник байкальский
438.	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	Шлемник обыкновенный
439.	<i>Scutellaria orientalis</i> L.	Шлемник восточный
440.	<i>Scutellaria pamirica</i> Juz.	Шлемник памирский
441.	<i>Scutellaria supina</i> L.	Шлемник приземистый
	<i>Scutellaria</i> sp.	Шлемник sp.
	<i>Elsholtzia</i> Willd.	Эльсгольция
442.	<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyl.	Эльсгольция реснитчатая
443.	<i>Elsholtzia densa</i> Benth.	Эльсгольция густоцветная
444.	<i>Elsholtzia serotina</i> Kom	Эльсгольция поздняя
	<i>Perilla</i> L.	Перилла
445.	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton	Перилла кустарниковая
	<i>Mentha</i> L.	Мята
446.	<i>Mentha arvensis</i> L.	Мята полевая
447.	<i>Mentha dahurica</i> Benth.	Мята даурская
448.	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	Мята длиннолистная
449.	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.	Мята × перичная
450.	<i>Mentha spicata</i> L.	Мята колосковая
451.	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Мята душистая
	<i>Mentha</i> sp.	Мята sp.
	<i>Lycopus</i> L.	Зюзник
452.	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Зюзник европейский
453.	<i>Lycopus exaltatus</i> L. fil.	Зюзник высокий
454.	<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth.	Зюзник блестящий
	<i>Hyssopus</i> L.	Иссоп
455.	<i>Hyssopus angustifolius</i> Bieb.	Иссоп узколистный
456.	<i>Hyssopus cretaceus</i> Dubjan.	Иссоп меловой

Продолжение табл. 1

1	2	3
457.	<i>Hyssopus officinalis</i> L.	Иссоп лекарственный
	<i>Origanum</i> L.	Душица
458.	<i>Origanum vulgare</i> L.	Душица обыкновенная
	<i>Majorana</i> Hill	Майоран
459.	<i>Majorana hortensis</i> Moench	Майоран садовый
	<i>Thymus</i> L.	Тимьян
460.	<i>Thymus bashkiriensis</i> Klok. et Shost.	Тимьян башкирский
461.	<i>Thymus calcareus</i> Klok. et Shost.	Тимьян меловой
462.	<i>Thymus cimicinus</i> Blum ex Ledeb.	Тимьян клоповый
463.	<i>Thymus glaber</i> Mill.	Тимьян голый
464.	<i>Thymus guberlinensis</i> Iljin	Тимьян губерлинский
465.	<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	Тимьян Маршалла
466.	<i>Thymus mugodzhariensis</i> Klok. et Shost.	Тимьян мугоджарский
467.	<i>Thymus pallasianus</i> H. Br.	Тимьян Палласа
468.	<i>Thymus serpyllum</i> L.	Тимьян ползучий, богородская трава
469.	<i>Thymus subarcticus</i> Klok. et Shost.	Тимьян субарктический
470.	<i>Thymus tauricus</i> Klok. et Shost.	Тимьян крымский
	<i>Thymus</i> sp.	Тимьян sp.
	<i>Melissa</i> L.	Мелисса
471.	<i>Melissa officinalis</i> L.	Мелисса лекарственная
	<i>Satureja</i> L.	Чабер
472.	<i>Satureja hortensis</i> L.	Чабер садовый
	<i>Marrubium</i> L.	Шандра
473.	<i>Marrubium peregrinum</i> L.	Шандра чужеземная
474.	<i>Marrubium praecox</i> Janka	Шандра ранняя
	<i>Sideritis</i> L.	Железница
475.	<i>Sideritis montana</i> L.	Железница горная
476.	<i>Sideritis taurica</i> Steph.	Железница крымская
	<i>Nepeta</i> L.	Котовник
477.	<i>Nepeta cataria</i> L.	Котовник кошачий
478.	<i>Nepeta grandiflora</i> Bieb.	Котовник крупноцветковый
479.	<i>Nepeta lipskyi</i> Kudr.	Котовник Липского
480.	<i>Nepeta longibracteata</i> Benth.	Котовник длинноприцветнико- вый
481.	<i>Nepeta manchuriensis</i> S. Moore	Котовник маньчжурский
482.	<i>Nepeta pamirensis</i> Franch.	Котовник памирский
483.	<i>Nepeta pannonica</i> L.	Котовник венгерский
484.	<i>Nepeta podostachys</i> Benth.	Котовник ножкоколосый
485.	<i>Nepeta ucrainica</i> L.	Котовник украинский

1	2	3
	<i>Nepeta</i> sp.	Котовник sp.
	<i>Schizonepeta</i> (Benth.) Briq.	Шизонепета
486.	<i>Schizonepeta multifida</i> (L.) Briq.	Шизонепета многонадрезанная
	<i>Lophanthus</i> Adans.	Лофантус
487.	<i>Lophanthus chinensis</i> Benth.	Лофантус китайский
488.	<i>Lophanthus elegans</i> (Lipsky) Levin	Лофантус изящный
	<i>Agastache</i> Clayt ex Gronov.	Агастахе, многоколосник
489.	<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze	Агастахе морщинистый
	<i>Glechoma</i> L.	Будра
490.	<i>Glechoma hederacea</i> L.	Будра плющевидная
	<i>Dracocephalum</i> L.	Змееголовник
491.	<i>Dracocephalum austriacum</i> L.	Змееголовник австрийский
492.	<i>Dracocephalum bipinnatum</i> Rupr.	Змееголовник дважды-перистый
493.	<i>Dracocephalum integrifolium</i> Bunge	Змееголовник цельнолистный
494.	<i>Dracocephalum moldavica</i> L.	Змееголовник молдавский
495.	<i>Dracocephalum multicolor</i> Kom.	Змееголовник многоцветный
496.	<i>Dracocephalum nutans</i> L.	Змееголовник поникший
497.	<i>Dracocephalum oblongifolium</i> Regel	Змееголовник продолговатолистный
498.	<i>Dracocephalum paulsenii</i> Briq.	Змееголовник Паульсена
499.	<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	Змееголовник Руйша
500.	<i>Dracocephalum stamineum</i> Kar. et Kir.	Змееголовник тычиночный
501.	<i>Dracocephalum thymiflorum</i> L.	Змееголовник тимьяноцветковый
	<i>Dracocephalum</i> sp.	Змееголовник sp.
	<i>Eremostachys</i> Bunge	Пустынноколосник
502.	<i>Eremostachys moluccelloides</i> Bunge	Пустынноколосник шиолкочашечный
	<i>Phlomoides</i> Moench.	Фломоидес, зопничек
503.	<i>Phlomoides agraria</i> (Bunge) Adyl., R. Kam. et Machmedov	Фломоидес полевой
504.	<i>Phlomoides labiosa</i> (Bunge) Adyl., R. Kam. et Machmedov	Фломоидес губастый
505.	<i>Phlomoides laciniata</i> (L.) R. Kam. et Machmedov	Фломоидес надрезный
506.	<i>Phlomoides oreophila</i> (Kar. et Kir.) Adyl., R. Kam. et Machmedov	Фломоидес горюлюбивый
507.	<i>Phlomoides tuberosa</i> (L.) Moench	Фломоидес клубненосный
	<i>Leonurus</i> L.	Пустырник
508.	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Пустырник сердечный

Продолжение табл. 1

1	2	3
509.	<i>Leonurus glaucescens</i> Bunge	Пустырник сизый
510.	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	Пустырник пятилопастной
	<i>Lagochilus</i> Bunge	Зайцезуб
511.	<i>Lagochilus acutilobus</i> (Ledeb.) Fisch. et C.A. Mey.	Зайцезуб остродольный
512.	<i>Lagochilus kaschgaricus</i> Rupr.	Зайцезуб кашгарский
513.	<i>Lagochilus platycalyx</i> Schrenk	Зайцезуб плоскочашечный
	<i>Ballota</i> L.	Белокудренник
514.	<i>Ballota nigra</i> L.	Белокудренник черный
	<i>Stachys</i> L.	Чистец
515.	<i>Stachys angustifolia</i> Bieb.	Чистец узколистный
516.	<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Чистец однолетний
517.	<i>Stachys aspera</i> Michx.	Чистец шершавый
518.	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch	Чистец византийский
519.	<i>Stachys germanica</i> L.	Чистец германский
520.	<i>Stachys iberica</i> Bieb.	Чистец грузинский
521.	<i>Stachys macrantha</i> (C. Koch) Stearn	Чистец (буквица) крупноцветковая
522.	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevir.	Чистец (буквица) лекарственная
523.	<i>Stachys palustris</i> L.	Чистец болотный
524.	<i>Stachys recta</i> L.	Чистец прямой
525.	<i>Stachys sylvatica</i> L.	Чистец лесной
526.	<i>Stachys wolgensis</i> Wilensky	Чистец волжский
	<i>Phlomis</i> L.	Зопник
527.	<i>Phlomis bucharica</i> Regel	Зопник бухарский
528.	<i>Phlomis pungens</i> Willd.	Зопник колючий
529.	<i>Phlomis taurica</i> Hartwiss ex Bunge	Зопник крымский
530.	<i>Phlomis thapsoides</i> Bunge	Зопник коровяковый
	<i>Phlomis</i> sp.	Зопник sp.
	<i>Galeopsis</i> L.	Пикульник
531.	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	Пикульник двунадрезанный, жабрей
532.	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	Пикульник ладанниковый
533.	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	Пикульник красивый
534.	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Пикульник обыкновенный
	<i>Lamium</i> L.	Яснотка
535.	<i>Lamium album</i> L.	Яснотка белая, глухая крапива
536.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Яснотка стеблеобъемлющая
537.	<i>Lamium maculatum</i> (L.) L.	Яснотка крапчатая
538.	<i>Lamium paczoskianum</i> Vorosch.	Яснотка Пачосского
539.	<i>Lamium purpureum</i> L.	Яснотка пурпуровая

1	2	3
	<i>Alajja</i> L.	Алайя
540.	<i>Alajja rhomboidea</i> (Benth.) Ikonn.	Алайя ромбическая
	<i>Galeobdolon</i> Adans.	Зеленчук
541.	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	Зеленчук желтый
	<i>Prunella</i> L.	Черноголовка
542.	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	Черноголовка крупноцветковая
543.	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Черноголовка обыкновенная
	<i>Chaiturus</i> Willd.	Щетинохост
544.	<i>Chaiturus marrubiastrum</i> (L.) Reichenb.	Щетинохост шандровый
	<i>Monarda</i> L.	Монарда
545.	<i>Monarda didyma</i> L.	Монарда двойчатая
546.	<i>Monarda fistulosa</i> L.	Монарда дудчатая
	<i>Salvia</i> L.	Шалфей
547.	<i>Salvia aethiopsis</i> L.	Шалфей эфиопский
548.	<i>Salvia canescens</i> C.A. Mey.	Шалфей седоватый
549.	<i>Salvia coccinea</i> Juss. ex Murray	Шалфей ярко-красный
550.	<i>Salvia glutinosa</i> L.	Шалфей клейкий
551.	<i>Salvia nemorosa</i> L. (S. deserta Schang.)	Шалфей дубравный
552.	<i>Salvia nutans</i> L.	Шалфей поникающий
553.	<i>Salvia officinalis</i> L.	Шалфей лекарственный
554.	<i>Salvia pratensis</i> L.	Шалфей луговой
555.	<i>Salvia sclarea</i> L.	Шалфей мускатный
556.	<i>Salvia splendens</i> Ker -Gawl.	Шалфей блестящий
557.	<i>Salvia stepposa</i> Shost.	Шалфей степной
558.	<i>Salvia tesquicola</i> Klokov et Pobed.	Шалфей сухостепной
559.	<i>Salvia tomentosa</i> Mill.	Шалфей войлочный
560.	<i>Salvia verticillata</i> L.	Шалфей мутовчатый
561.	<i>Salvia virgata</i> Jacq.	Шалфей прутьевидный
	<i>Salvia</i> sp.	Шалфей sp.
	<i>Ocimum</i> L.	Оцимум
562.	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Оцимум обыкновенный
563.	<i>Ocimum canum</i> Sims	Оцимум седой, камфорный
564.	<i>Ocimum gratissimum</i> Forssk.	Оцимум эвгенольный
565.	<i>Ocimum graveolens</i> A. Braun	Оцимум душистый
	<i>Ocimum</i> sp.	Оцимум sp.
	<i>Clinopodium</i> L.	Пахучка
566.	<i>Clinopodium chinense</i> (Benth.) O. Kuntze	Пахучка китайская
567.	<i>Clinopodium menthifolium</i> (Host) Stace	Пахучка мятолистная
568.	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Пахучка

Окончание табл. 1

1	2	3
	<i>Acinos</i> Mill.	Щебрушка
569.	<i>Acinos arvensis</i> (Lam.) Dandy	Щебрушка полевая
	<i>Ziziphora</i> L.	Зизифора
570.	<i>Ziziphora capitata</i> L.	Зизифора головчатая
571.	<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam.	Зизифора пахучковидная
572.	<i>Ziziphora pamiroalaica</i> Juz.	Зизифора памироалайская
573.	<i>Ziziphora rigida</i> (Boiss.) Stapf	Зизифора жесткая
574.	<i>Ziziphora serpyllacea</i> Bieb.	Зизифора тимьяноцветковая
575.	<i>Ziziphora tenuior</i> L.	Зизифора тонкая
	<i>Lavandula</i> L.	Лаванда
576.	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Лаванда узколистная
577.	<i>Lavandula multifida</i> L.	Лаванда многонадрезанная
578.	<i>Lavandula vera</i> DC.	Лаванда настоящая
	<i>Rosmarinus</i> L.	Розмарин
579.	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Розмарин лекарственный
	<i>Hypogomphia</i> Bunge	Гипогомфия, подвязница
580.	<i>Hypogomphia turkestanica</i> Bunge	Гипогомфия туркестанская
	<i>Lallemantia</i> Fisch. et C.A. Mey.	Лялеманция
581.	<i>Lallemantia iberica</i> (Bieb.) Fisch. et C.A. Mey.	Лялеманция грузинская
582.	<i>Lallemantia royleana</i> (Benth.) Benth.	Лялеманция Ройля
	<i>Physostegia</i> Benth.	Физостегия
583.	<i>Physostegia virginiana</i> (L.) Benth.	Физостегия виргинская
	LAMIACEAE (LABIATAE) Sp. sp.	ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ) Sp. sp.
	Семейство CALLITRICHACEAE LINK	БОЛОТНИКОВЫЕ
	<i>Callitriche</i> L.	Болотник
584.	<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner	Болотник короткоплодный
585.	<i>Callitriche hermaphroditica</i> L.	Болотник обоеполый
586.	<i>Callitriche palustris</i> L.	Болотник болотный
	<i>Callitriche</i> sp.	Болотник sp.

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

Список литературы

1. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 2) / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Беллинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 127–153.

2. **Новикова, Л. А.** Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Ч. 3) / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 69–91.
3. **Новикова, Л. А.** Значение Гербария им. И. И. Спрыгина. Каталог видов высших споровых и голосеменных растений (Ч. 1) / Л. А. Новикова, А. А. Солянов, В. Н. Хрянин // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2010. – № 17 (21). – С. 20–31.
4. **Новикова, Л. А.** Каталог видов покрытосеменных растений Гербария им. И. И. Спрыгина (Часть 4) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 15–59.
5. **Тахтаджан, А. Л.** Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджан. – Л. : Наука, 1987. – 440 с.
6. **Черепанов, С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
7. **Губанов, И. А.** Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2002–2004. – Т. 1–3.
8. **Маевский, П. Ф.** Флора Средней полосы Европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – 10-е изд. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2006. – 600 с.
9. Флора Восточной Европы. Т. 9–11 / под ред. Н. Н. Цвелёва. – СПб. : Мир и семья (Т. 9, 10) ; М. : Тов-во научных изданий «КМК» (Т. 11), 1996–2004.
10. Флора Европейской части СССР. Т. 1–8 / под ред. А. А. Федорова (Т. 1–6); Н. Н. Цвелёва (Т. 7). – Л. : Наука, 1974–1989.
11. Флора СССР. Т. 1–30 / под ред. Б. К. Шишкина. – М. ; Л. : АН СССР, 1959. – 630 с.
12. **Васюков, В. М.** Растения Пензенской области / В. М. Васюков. – Пенза : ПГУ, 2004. – 182 с.
13. **Солянов, А. А.** Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2001. – С. 307–310.
14. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Ч. 1. Травяные степи Пензенской губернии / И. И. Спрыгин // Труды по изучению заповедников. – М., 1926. – Вып. 4. – С. 1–242.
15. **Спрыгин, И. И.** Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья / сост. Л. И. Спрыгина ; под ред. А. Г. Воронова // Научное наследство. – М. : Наука, 1986. – Т. 11. – 512 с.
16. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Ч. 3. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые на южных и меловых склонах / сост. Л. А. Новикова ; под ред. В. Н. Тихомирова. – Пенза : Гос. Ком. по охране окруж. среды Пензенской области, 1998. – 140 с.

References

1. Novikova L. A. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University. Natural sciences]. 2011, no. 25, pp. 127–153.
2. Novikova L. A. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University. Natural sciences]. 2012, no. 29, pp. 69–91.
3. Novikova L. A., Solyanov A. A., Khryanin V. N. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. Estestvennye nauki* [Proceedings of Penza State Pedagogical University. Natural sciences]. 2010, no. 17 (21), pp. 20–31.
4. Novikova L. A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 1 (1), pp. 15–59.
5. Takhtadzhan A. L. *Sistema magnoliifitov* [System of magnoliophytes]. Leningrad: Nauka, 1987, 440 p.

6. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv* [Vascular plants of Russia and adjacent countries]. Saint Petersburg: Mir i sem'ya, 1995, 992 p.
7. Gubanov I. A., Kiseleva K. V., Novikov V. S., Tikhomirov V. N. *Illyustrirovannyy opredelitel' rasteniy Sredney Rossii* [Illustrated plants identification guide of Middle Russia]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2002–2004, vol. 1–3.
8. Maevskiy P. F. *Flora Sredney polosy Evropeyskoy chasti SSSR* [Flora of Middle European part of USSR]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK», 2006, 600 p.
9. *Flora Vostochnoy Evropy. T. 9–11* [Flora of Eastern Europe. Volumes 9–11]. Ed. N. N. Tsvelev. Saint Petersburg: Mir i sem'ya (Vol. 9, 10); Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy «KMK» (Vol. 11), 1996–2004.
10. *Flora Evropeyskoy chasti SSSR. T. 1–8* [Flora of European part of USSR. Volumes 1–8]. Ed. A. A. Fedorov (Vol. 1–6); N. N. Tsveleva (Vol. 7), Leningrad: Nauka, 1974–1989.
11. *Flora SSSR. T. 1–30* [Flora of USSR. Volumes 1–30]. Ed. B. K. Shishkin. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1959, 630.
12. Vasyukov V. M. *Rasteniya Penzenskoy oblasti* [Plants of Penza region]. Penza: PGU, 2004, 182 p.
13. Solyanov A. A. *Flora Penzenskoy oblasti* [Flora of Penza region]. Penza: PGPU im. V. G. Belinskogo, 2001, pp. 307–310.
14. Sprygin I. I. *Trudy po izucheniyu zapovednikov* [Works on nature reserves' study]. Moscow, 1926, iss. 4, pp. 1–242.
15. Sprygin I. I. *Nauchnoe nasledstvo* [Scientific legacy]. Moscow: Nauka, 1986, vol. 11, 512 p.
16. Sprygin I. I. *Iz oblasti Penzenskoy lesostepi. Ch. 3. Stepi peschanye, kamenisto-peschanye, solontsevatye na yuzhnykh i melovykh sklonakh* [From the area of Penza forest-steppe. Part 3. Sandy, petrous-sandy, solonetzic steppes on south and cretaceous slopes]. Penza: Gos. Kom. po okhrane okruzh. sredy Penzenskoy oblasti, 1998, 140 p.

Новикова Любовь Александровна

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

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lubov Alexandrovna

Doctor of biological sciences, chief researcher, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 581.9

Новикова, Л. А.

Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина (Часть 5) / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 68–93.

ПОЛУЧЕНИЕ ВАНИЛИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ-БИОТРАНСФОРМАТОРОВ. ОБЗОР

Аннотация.

В настоящее время существенная разница в цене на природный и синтетический ванилин и увеличивающийся спрос на натуральные ароматизаторы стимулировали высокую заинтересованность производителей получать это вещество путем биоконверсии микроорганизмами исходного недорогого субстрата (феруловая кислота, эвгенол, изоэвгенол). Биотехнологии на основе биотрансформации феруловой кислоты с использованием штаммов стрептомицетов и рекомбинантов кишечной палочки обеспечивают достаточно высокий выход целевого продукта и являются более конкурентоспособными по сравнению с эвгенолом и изоэвгенолом.

Ключевые слова: микроорганизмы, биотрансформация, ванилин, феруловая кислота, эвгенол, изоэвгенол.

A. I. Shpichka

VANILLIN PRODUCTION BY MICROORGANISMS-BIOTRANSFORMERS. REVIEW

Abstract.

Nowadays the significant difference in prices of natural and synthetic vanillin and the increasing demand on natural flavours stimulate a high interest of manufacturers to produce this substance by microbial bioconversion of initial inexpensive substrates (ferulic acid, eugenol, isoeugenol). Biotechnologies based on biotransformation of ferulic acid using streptomycetes and colibacillus recombinants strains provide sufficiently high yield of the product and are more competitive in comparison with eugenol and isoeugenol.

Key words: microorganisms, biotransformation, vanillin, ferulic acid, eugenol, isoeugenol.

Введение

Ванилин (3-метокси-4-гидроксibenзальдегид) – главный органолептический компонент ванили, который получается путем экстракции из стручков *Vanilla planifolia* Andr., реже *V. tahitiensis* Moore и *V. pompona* Schiede [1]. Он является одним из наиболее распространенных специфических душистых веществ и часто используется при производстве продуктов питания, кондитерских изделий, напитков (~60 %), парфюмерии и косметики (~33 %), а также фармацевтических продуктов (~7 %) [2].

В настоящее время ежегодный рыночный спрос обеспечивается в большей степени химическими производствами (около 10 000 т); вещество природного происхождения (приблизительно 20 т) покрывает менее 1 % спроса (рис. 1) [2, 3]. Стоимость натурального ванилина варьирует в пределах 1200 и 4000 долл. США за кг, а синтетического – менее 15 долл. США за кг [4, 5].

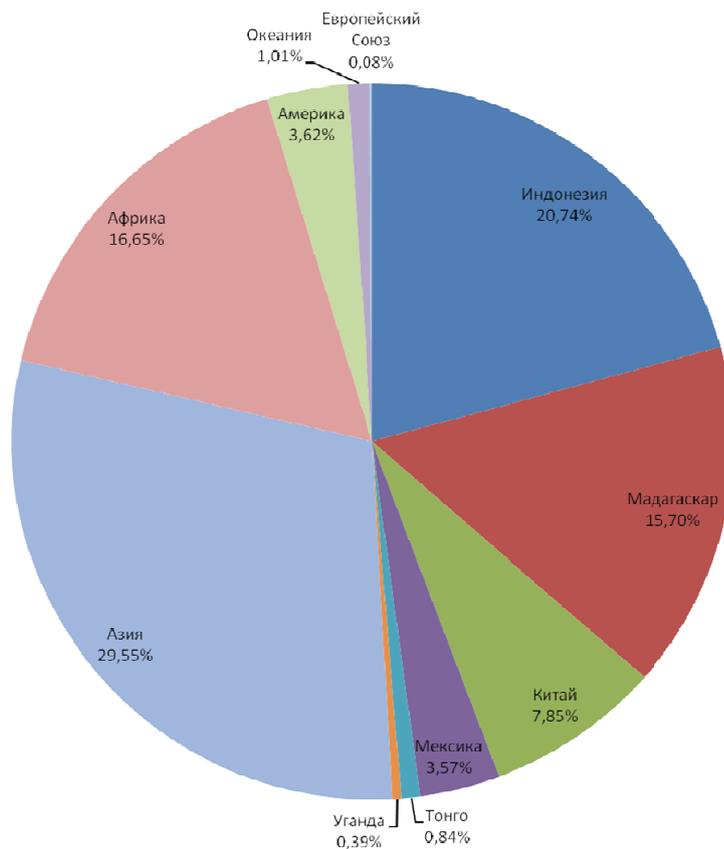


Рис. 1. Процентное соотношение количества ванили, произведенной в разных частях мира в 2008 г.

Химический способ получения ванилина из эвгенола был разработан в период между 1874 и 1875 гг. и использовался вплоть до конца 1920 г. [6]. Обнаружение легкого ванильного аромата у жидкости из сульфитной древесной пульпы [7], впоследствии подтвержденное результатами пиролиза сухого остатка, дало основание предположить, что ванилин может быть получен из отходов, богатых лигнином. Позже было показано, что ванилин, извлеченный из сульфитной остаточной жидкости, происходит из единиц гваякола лигнина, растворенного щелочным окислением во время размягчения древесины [5].

Однако в настоящее время существенная разница в цене на природный и синтетический ванилин и увеличивающийся спрос на натуральные ароматизаторы [8] стимулировали высокую заинтересованность производителей получать это вещество путем биоконверсии из других естественных источников [9–15].

Целью данного исследования является проведение анализа литературных данных по биотехнологиям получения ванилина на основе процессов биотрансформации.

Получение ванилина путем биоконверсии феруловой кислоты

Одним из наиболее распространенных и широко изученных субстратов является феруловая кислота [13] – фенольное соединение, выделяемое при

деградации лигнина с использованием грибов и бактерий [16–18]. Ферментативный гидролиз позволяет растворить лигнин путем разрушения эфирных связей в лигнин-полисахаридных комплексах [19–21]. Свободная феруловая кислота может быть выделена из обычных отходов сельского хозяйства, зерна и свекольной стружки при комбинации физических и ферментативных методов [18].

Некоторые бактерии [22–25] различного таксономического положения способны утилизировать феруловую кислоту как единственный источник углерода с образованием в качестве промежуточных соединений ванилина и его менее токсичных производных, 4-гидрокси-3-метоксифенола, 4-гидрокси-3-метоксибензойной, 3,4-дигидроксибензойной кислот. Особый интерес в домене *Bacteria* представляют *Pediococcus acidilactici* [23], *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* [26–29], *Amycolatopsis sp.* [5], *Streptomyces setonii* [24, 30] (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика микроорганизмов по продукционной способности по ванилину

Микроорганизм	Субстрат	Выход целевого продукта, мг/л	Время, ч	Источник
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Рисовые отруби, содержащие 0,257 мМ феруловой кислоты	1270	16	[23]
<i>Lactobacillus brevis</i> , <i>L. hilgardii</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Pediococcus damnosus</i> , <i>Oenococcus oeni</i>	Феруловая кислота	Следы	–	[31]
<i>Streptomyces setonii</i>	Феруловая кислота	6400	–	[32]
<i>Streptomyces sp.</i> V-1	Феруловая кислота	19 200	55	[33]
<i>Aspergillus niger</i> I-1472, <i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	Гидролизованная пульпа сахарной свеклы, содержащая 834 мг/л феруловой кислоты	253	192	[34]
<i>A. niger</i> I-1472, <i>P. cinnabarinus</i> MUCL 39533	Феруловая кислота из гидролизованных кукурузных отрубей	767	168–192	[35]
<i>A. niger</i> CGMCC 0774, <i>P. cinnabarinus</i> CGMCC 1115	Гидролизованное масло из рисовых отрубей	2800	72	[36]
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Шелуха зеленого кокосового ореха	0,0525	24	[37]
<i>A. niger</i> , <i>P. chrysosporium</i>	Феруловая кислота из гидролизованной соломы риса-сырца	850	288	[38]

Наивысший уровень продуктивности в отношении синтеза ванилина из феруловой кислоты достигался при культивировании актиномицетов, таких как *Amycolatopsis sp.* HR 167 и *Streptomyces setonii* ATCC 39116, и составлял

более 10 г/л с эффективностью конверсии около 75 %. Однако нитевидный рост этих микроорганизмов приводит к повышению вязкости ферментационной среды, нежелательному образованию осадка, неконтролируемой фрагментации и лизису клеток. В связи с этим продуктивность культур может сократиться за счет ухудшения реологических свойств, и последующие затраты увеличатся [29]. Другие виды бактерий лишены перечисленных недостатков, связанных с их культивированием, но в отличие от актиномицетов в меньшей степени накапливают целевой продукт (например, *Pediococcus acidilactici* – 1,269 г/л) за счет дальнейшей трансформации ванилина в соответствующую кислоту [30] (рис. 2). Попытки предотвратить окисление ванилина за счет ингибирования ванилин-дегидрогеназы дитиотреитолом не имели особого успеха [29].

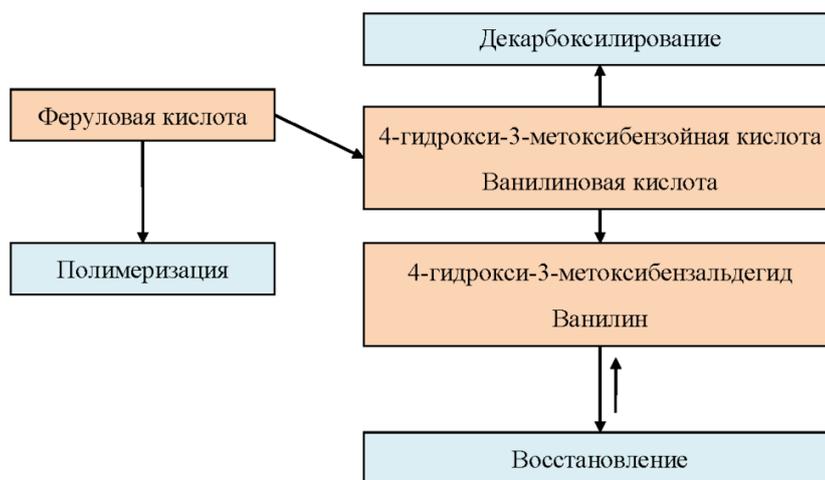


Рис. 2. Биотрансформация феруловой кислоты в ванилин

Накопленные знания о ферментах, отвечающих за конверсию феруловой кислоты в ванилин, а также идентификация и характеристика генов, отвечающих за них [39–42], открыли новые возможности для метаболической инженерии и конструирования рекомбинантных штаммов. Было описано несколько примеров получения ванилина с помощью генетически созданных микроорганизмов, однако некоторые из них показали достаточно низкий уровень продуктивности [43] или восстанавливали ванилин до ванилинового спирта [44].

В 2005 г. S. H. Yoon и др. [45, 46] получили два рекомбинантных штамма *Escherichia coli* со встроенными генами ферулил-КоА-синтетазы и еноил-КоА-гидратазы/альдолазы из *Amycolatopsis sp.* HR 104 и *Delftia acidovorans* под контролем арабиноза-индуцируемого промотора P_{BAD} в экспрессирующем векторе pBAD24. Наивысшая продуктивность в отношении синтеза ванилина была достигнута штаммом *E. coli*, несущим гены *Amycolatopsis sp.*, и составляла 580 мг/л из 1 г/л феруловой кислоты при оптимизации условий культивирования.

Однако последние исследования показали [27, 47], что сочетание генов ферулил-КоА-синтазы и ферулил-КоА-гидратазы из *Pseudomonas fluorescens* BF13 позволяет разным штаммам *E. coli* синтезировать ванилин в среде, бо-

гатов феруловой кислотой. Для достижения этой цели была сконструирована рекомбинантная плазида (pBV1), донорный фрагмент которой содержит мутацию ванилин-дегидрогеназы, предотвращающей окисление ванилина до ванилиновой кислоты, и таким образом способствует накоплению ванилина во время процесса биоконверсии феруловой кислоты [5]. В частности, созданный штамм *E. coli* JM 109 (pBV1) позволил добиться хороших результатов, так как способен эффективно утилизировать исходное вещество без накопления нежелательных продуктов восстановления и окисления ванилина. При оптимизации биоконверсии (физиологическое состояние клеток, температура, концентрация биомассы, субстрата, способ добавления феруловой кислоты, стратегии повторного использования оставшихся клеток) продуктивность этой культуры составила 2,52 г/л и является наивысшей среди рекомбинантных штаммов, описанных в литературе [47].

Следует отметить, что процесс трансформирования феруловой кислоты в ванилин с использованием мицелиальных грибов был впервые предложен и разработан L. Lesage-Meessen и др. [33, 48, 49] и включает два этапа (см. табл. 1). Вначале *Aspergillus niger* метаболизирует феруловую кислоту до ванилиновой кислоты, а затем она восстанавливается до ванилина такими базидиомицетами, как *Pycnoporus cinnabarinus* или *Phanerochaete chrysosporium*, в количестве около 500 мг/л [49]. Исследование E. Bonin и др. [50] показало, что при добавлении в ферментационную среду *P. cinnabarinus* целлюлозы выход целевого продукта может быть значительно увеличен за счет снижения окислительного декарбоксилирования 4-гидрокси-3-метоксибензойной кислоты. Так, при оптимизации процесса биоконверсии возможно достигнуть уровня более 1 г/л. Выше этой концентрации ванилина он является высокотоксичным веществом для клеток продуцента. При абсорбции амберлитовыми смолами XAD-2 *in situ* возможны снижение токсичности посредством захвата синтезированного ванилина и повышение выхода целевого продукта до 1,57 г/л [3].

Однако исследование A. Tilay [2] показало возможность одностадийной биотрансформации феруловой кислоты в ванилин с использованием только *P. cinnabarinus*. Максимальный выход целевого продукта достигался в размере 126 мг/л как результат ряда факторов: pH 6,5, глюкоза (источник углерода), кукурузный экстракт (источник органического азота), аммония хлорид (источник неорганического азота). Использование оптимизированной среды для получения ванилина привело к увеличению эффективности конверсии субстрата до 54 % по сравнению с исходной.

Кроме того, грибы способны синтезировать ванилин из различных агропродуктов, богатых феруловой кислотой. Известно, что *A. niger* I-1472 и *P. cinnabarinus* MUCL 39533 могут биоконвертировать пульпу сахарной свеклы [35, 46], кукурузные [51], рисовые [36], пшеничные [52, 53] отруби.

Таким образом, процессы на основе биоконверсии феруловой кислоты в ванилин позволяют получать высокий выход целевого продукта (более 10 г/л) и являются перспективными для внедрения в промышленных масштабах.

Получение ванилина путем биоконверсии эвгенола и изоэвгенола

Эвгенол и изоэвгенол являются компонентами получаемого в промышленных масштабах эфирного масла гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum*)

и могут быть использованы как дешевое сырье для получения ванилина путем биотрансформации [41, 54, 55].

Многие микроорганизмы, способные утилизировать эти вещества, образуют в качестве промежуточных соединений ванилин и его производные (рис. 3). К ним, в частности, относятся *Corynebacterium sp.* [56], *Pseudomonas sp.* [57, 58], *Arthrobacter globiformis* [54], *Bacillus sp.* [54, 59] и др.

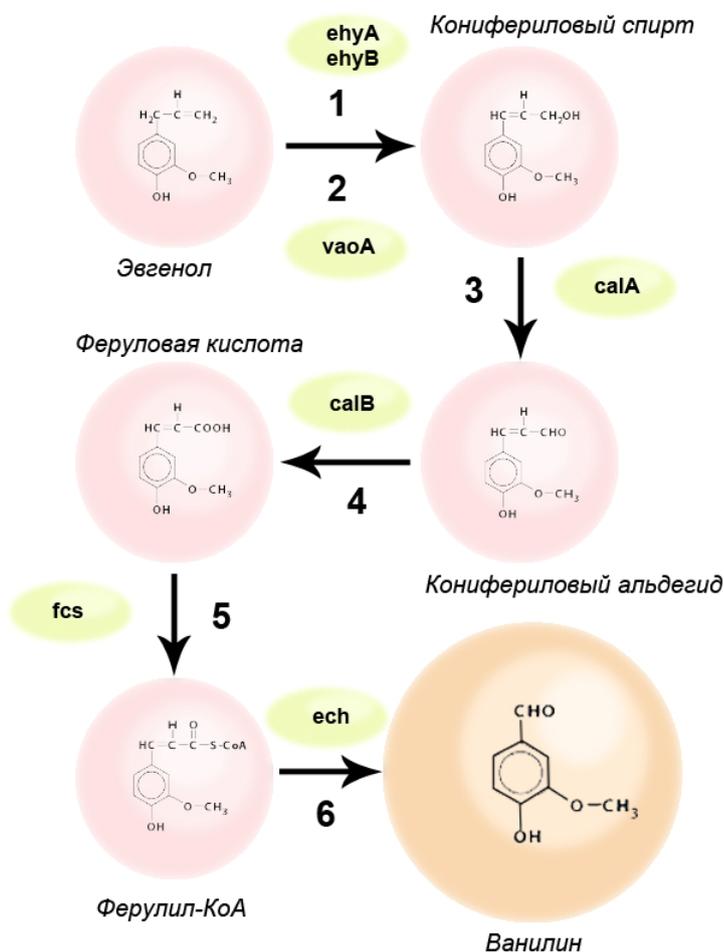


Рис. 3. Биотрансформация эвгенола в ванилин:

- 1 – эвгенол-гидроксилаза; 2 – оксидаза ванилинового спирта; 3 – дегидрогеназа кониферилового спирта; 4 – дегидрогеназа кониферилового альдегида; 5 – ферулил-КоА-синтетаза; 6 – еноил-КоА-гидратаза/альдолаза

В 1991 г. Rabenhorst и Норр впервые предложили метод конверсии этих веществ в ванилин, основанный на новом штамме *Pseudomonas sp.* HR 199, который метаболизирует субстрат через образование кониферилового спирта и альдегида, феруловой кислоты, ванилина, ванилиновой и протокатеховой кислот [56]. Хотя он оказался малоэффективным из-за дальнейшей деградации целевого продукта в менее токсичные соединения [60]. Использование штамма другого вида *Serratia marcescens* DSM 30126 также не принесло желаемого результата [54]. Исходный выход составлял лишь 5 %, после опти-

мизации процесса биоконверсии вырос до 20,5 % (3,8 г/л) с продуктивностью 0,018 г/л/ч.

Следует отметить, что в настоящее время протеины, регулирующие катаболизм эвгенола, детально изучены в штаммах *Pseudomonas* [28, 41, 61–66] (см. рис. 3), что позволяет создавать новые рекомбинантные организмы с комплексом полезных свойств. Гены *ech* и *fcs* *Pseudomonas sp.* HR 199, которые кодируют ферулил-КоА-синтетазу и еноил-КоА-гидратазу/альдолазу, были использованы для создания штаммов *E. coli*, способных конвертировать феруловую кислоту в ванилин [67]. Гены *ehyAB*, контролирующие эвгенол-гидролазу из *Pseudomonas sp.* HR 199 [65, 68], были успешно перенесены в *Ralstonia eutropha* Н 16. Таким образом, штамм приобретал способность биотрансформировать эвгенол [69]. Полученные результаты позволили создать рекомбинантные штаммы *E. coli* XL1-Blue, содержащие необходимые гены *ehyAB*, *ech* и *fcs* в виде плазмид и способные конвертировать эвгенол в ванилин с выходом целевого продукта 300 мг/л [70].

Среди грибов в качестве примера одного из лучших биотрансформаторов может быть приведен штамм *Aspergillus niger* ATCC 9142, который способен метаболизировать изоэвгенол с эффективностью конверсии 10 %, поскольку затем ванилин деградируется до 4-гидрокси-3-метоксифенола и 4-гидрокси-3-метоксибензойной кислоты [71].

Таким образом, многие микроорганизмы, имеющие различное таксономическое положение, могут конвертировать эвгенол и изоэвгенол, однако исходя из литературных данных выход ванилина с их применением ниже по сравнению с использованием феруловой кислоты в качестве субстрата.

Заключение

В последние десятилетия спрос на ванилин натурального происхождения неуклонно растет. Однако его высокая цена и непостоянное качество лимитируют широкое промышленное использование и зависят от многих причин: ограниченности сырьевой базы, колебаний урожайности, связанных с климатическими факторами, политического и экономического урегулирования, интенсивного культивирования, опыления, созревания и уборки сырья и др. В связи с этим особенно актуально применение биотехнологических подходов, которые дают возможность получать ванилин, в частности, с помощью конверсии микроорганизмами исходного недорогого субстрата (феруловая кислота, эвгенол, изоэвгенол). Процессы на основе феруловой кислоты позволяют достигать достаточно высокого выхода целевого продукта (более 10 г/л) и являются более конкурентоспособными по сравнению с эвгенолом и изоэвгенолом.

Список литературы

1. **Barghini, P.** Vanillin production using metabolically engineered *Escherichia coli* under non-growing conditions / P. Barghini, D. Di Gioia, F. Fava, M. Ruzzi // *Microbial Cell Factories*. – 2007. – Vol. 6. – P. 13–24.
2. **Tilay, A.** Production of biovanillin by one-step transformation using fungus *Pyrenopeziza cinnabarinus* / A. Tilay, M. Bule, U. Annapure // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – P. 4401–4405.
3. **Vandamme, E. J.** Bioflavours and fragrances via fungi and their enzymes // E. J. Vandamme / *Fungal Diversity*. – 2003. – Vol. 13. – P. 153–166.

4. **Serra, S.** Biocatalytic preparation of natural flavours and fragrances / S. Serra, C. Fuganti, E. Brenna // *TRENDS in Biotechnology*. – 2006. – Vol. 23, № 4. – P. 194–198.
5. **Converti, A.** Microbial production of biovanillin / A. Converti, B. Aliakbarian, J. M. Dominguez, G. Bustos Vázquez, P. Perego // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2010. – Vol. 41. – P. 519–530.
6. *Chemistry and technology of flavors and fragrances* / ed. by D. J. Rowe. – Blackwell, 2005. – 336 p.
7. **Gräfe, V.** Untersuchungen über die Holzsubstanz von chemischphysiologischen Standpunkte / V. Gräfe // *Monatsh. Chem. Wissen*. – 1904. – Vol. 25. – P. 987.
8. **Шпичка, А. И.** Сравнительная характеристика микроорганизмов, синтезирующих *de novo* летучие душистые вещества / А. И. Шпичка, Е. Ф. Семенова // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 8 (ч. 5). – С. 1113–1124.
9. **Cheetham, P. S. J.** The use of biotransformation for the production of flavours and fragrances / P. S. J. Cheetham // *Trends Biotechnol.* – 1993. – Vol. 11. – P. 478–488.
10. **Krings, U.** Biotechnological production of flavours and fragrances // U. Krings, R. G. Berger // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 1998. – Vol. 49. – P. 1–8.
11. **Haeusler, A.** Microbial production of natural flavors / A. Haeusler, T. Muench // *ASM News*. – 1998. – Vol. 63, № 10. – P. 551–559.
12. **Hagedorn, S.** Microbial biocatalysis in the generation of flavour and fragrance chemicals / S. Hagedorn, B. Kaphammer // *Annu. Rev. Microbiol.* – 1994. – Vol. 48. – P. 773–800.
13. **Rosazza, J. P. N.** Biocatalytic transformations of ferulic acid; an abundant aromatic natural product / J. P. N. Rosazza, Z. Huang, L. Dostal, T. Volm, B. Rosseau // *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* – 1995. – Vol. 15. – P. 457–471.
14. **Priefert, H.** Biotechnological production of vanillin / H. Priefert, J. Rabenhorst, A. Steinbüchel // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2001. – Vol. 56. – P. 296–314.
15. **Ramachandra Rao, S.** Vanilla flavour: production by conventional and biotechnological routes / S. Ramachandra Rao, G. A. Ravishankar // *J. Sci. Food. Agric.* – 2000. – Vol. 80. – P. 289–304.
16. **Kirk, T. K.** Effects of microorganisms on lignin / T. K. Kirk // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 1971. – Vol. 9. – P. 185–210.
17. **Betts, W. B.** Screening of fungi and bacteria for their ability to degrade insoluble, lignin-related aromatic compounds / W. B. Betts, R. K. Dart // *Microbios*. – 1988. – Vol. 55. – P. 85–93.
18. **Williamson, G.** Hairy plant polysaccharides: a close shave with microbial esterases / G. Williamson, P. A. Kroon, C. B. Faulds // *Microbiology*. – 1998. – Vol. 144. – P. 2011–2023.
19. **Di Gioia, D.** Production of biovanillin from wheat bran / D. Di Gioia, L. Sciubba, L. Setti, F. Luziatelli, M. Ruzzi, D. Zanichelli, F. Fava // *Enzyme Microb. Technol.* – 2007. – Vol. 41. – P. 498–505.
20. **Faulds, C. B.** Arabinoxylan and mono- and dimeric ferulic acid release from brewer's and wheat bran by feruloyl esterases and glycosyl hydrolases from *Humicola insolens* / C. B. Faulds, G. Mandatari, R. B. Lo Curto, G. Bisognano, K. W. Waldron // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2004. – Vol. 64. – P. 644–650.
21. **Shin, H. D.** Production and characterization of a type B feruloyl esterase from *Fusarium proliferatum* NRRL 26517 / H. D. Shin, R. R. Chen // *Enzyme Microb. Technol.* – 2006. – Vol. 38. – P. 478–485.
22. **Yoon, S.-H.** Production of vanillin from ferulic acid using recombinant strains of *Escherichia coli* / S.-H. Yoon, C. Li, Y.-M. Lee, S.-H. Lee, S.-H. Kim, M.-S. Choi, W.-T. Seo, J.-K. Yang, J.-Y. Kim, S.-W. Kim // *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. – 2005. – Vol. 10, № 4. – P. 378–384.
23. **Kaur, B.** Statistical media and process optimization for biotransformation of rice bran to vanillin using *Pediococcus acidilactici* / B. Kaur, D. Chakraborty // *Indian Journal of Experimental Biology*. – 2013. – Vol. 51. – P. 935–943.

24. **Sutherland, J. B.** Metabolism of cinnamic, *p*-coumaric and ferulic acids by *Streptomyces setonii* / J. B. Sutherland, D. L. Crawford, A. L. Pometto III // Can. J. Microbiol. – 1983. – Vol. 29. – P. 1253–1257.
25. **Gurujeyalakshmi, G.** Dissimilation of ferulic acid by *Bacillus subtilis* / G. Gurujeyalakshmi, A. Mahadevan // Curr. Microbiol. – 1987. – Vol. 16. – P. 69–73.
26. **Andreoni, V.** Biotransformation of ferulic acid and related compounds by mutant strains of *Pseudomonas fluorescens* / V. Andreoni, S. Bemasconi, G. Bestetti // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1995. – Vol. 42. – P. 830–835.
27. **Barghini, P.** Optimal conditions for bioconversion of ferulic acid into vanillic acid by *Pseudomonas fluorescens* BF13 cells / P. Barghini, F. Montebove, M. Ruzzi, A. Schiesser // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1998. – Vol. 49. – P. 309–314.
28. **Narbad, A.** Metabolism of ferulic acid to vanillin using a novel CoA-dependent pathway in a newly-isolated strain of *Pseudomonas fluorescens* / A. Narbad, M. J. Gasson // Microbiology. – 1998. – Vol. 144. – P. 1397–1405.
29. **Longo, M. A.** Production of food aroma compounds: microbial and enzymatic methodologies / M. A. Longo, M. A. Sanroman // Food Technol. Biotechnol. – 2006. – Vol. 44, № 3. – P. 335–353.
30. **Gunnarsson, N.** Influence of pH and carbon source on the production of vanillin from ferulic acid by *Streptomyces setonii* ATCC 39116 / N. Gunnarsson, E. A. Palmqvist // Develop. Food Sci. – 2006. – Vol. 43. – P. 73–76.
31. **Bloem, A.** Vanillin production from simple phenols by wine-associated lactic acid bacteria / A. Bloem, A. Bertrand, A. Lonvaud-Funel, G. Revelde // Lett. Appl. Microbiol. – 2007. – Vol. 44, № 1. – P. 62.
32. **Muheim, A.** Towards a high-yield bioconversion of ferulic acid to vanillin / A. Muheim, K. Lerch // Appl. Microbiol. Biotech. – 1999. – Vol. 51, № 4. – P. 456–461.
33. **Hua, D.** Enhanced vanillin production from ferulic acid using adsorbent resin / D. Hua, C. Ma, L. Song, S. Lin, Z. Zhang, Z. Deng, P. Xu // Appl. Microbiol. Biotech. – 2007. – Vol. 74, № 4. – P. 783–790.
34. **Lesage-Meessen, L.** Fungal transformation of ferulic acid from sugar beet pulp to natural vanillin / L. Lesage-Meessen, C. Stentelaire, A. L. Colo, D. Couteau, M. Asther, S. Moukha, E. Record, J.-C. Sigoillot, M. Asther // J. Sci. Food Agri. – 1999. – Vol. 79. – P. 487.
35. **Lesage-Meessen, L.** A biotechnological process involving filamentous fungi to produce natural crystalline vanillin from maize bran / L. Lesage-Meessen, A. Lomascolo, E. Bonnin, J. F. Thibault, A. Buleon, M. Roller, M. Asther, E. Record, B. C. Ceccaldi, M. Asther // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2002. – Vol. 102. – P. 141–153.
36. **Zheng, L.** Production of vanillin from waste residue of rice bran oil by *Aspergillus niger* and *Pycnoporus cinnabarinus* / L. Zheng, P. Zheng, Z. Sun, Y. Bai, J. Wang, X. Guo // Bioresour. Technol. – 2007. – Vol. 98. – P. 1115–1119.
37. **Barbosa, E. S.** Vanillin production by *Phanerochaete chrysosporium* grown on green coconut agro industrial husk in solid state fermentation / E. S. Barbosa, D. Perrone, A. L. A. Endramini, S. Q. F. Leite // Bioresources. – 2008. – Vol. 3, № 4. – P. 1042.
38. **Salleh, N. H. M.** Aromatic benzaldehyde from *Oryza sativa* / N. H. M. Salleh, M. Z. M. Daud, D. Arbain, M. S. Ahmad // International conference on food engineering and biotechnology, IPCBEE. – 2011. – Vol. 9. – P. 141.
39. **Narbad, A.** Metabolism of ferulic acid via vanillin using a novel CoA-dependent pathway in a newly-isolated strain of *Pseudomonas fluorescens* / A. Narbad, M. J. Gasson // Microbiol. – 1998. – Vol. 144. – P. 1397–1405.
40. **Venturi, V.** Genetics of ferulic acid bioconversion to protocatechuic acid in plant growth-promoting *Pseudomonas putida* WCS358 / V. Venturi, F. Zennaro, G. Degrassi, B. C. Okeke, C. V. Bruschi // Microbiol. – 1998. – Vol. 144. – P. 965–973.

41. **Overhage, J.** Biotransformation of eugenol to vanillin by a mutant of *Pseudomonas* sp. strain HR199 constructed by disruption of the vanillin dehydrogenase (*vdh*) gene / J. Overhage, H. Priefert, J. Rabenhorst, A. Steinbuechel // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 1999. – Vol. 52. – P. 820–828.
42. **Converti, A.** Vanillin production by recombinant strains of *Escherichia coli* / A. Converti, D. De Faveri, P. Perego, P. Barghini, M. Ruzzi, L. Sene // *Braz. J. Microbiol.* – 2003. – Vol. 34. – P. 108–110.
43. **Okeke, B. C.** Construction of recombinants *Pseudomonas putida* BO14 and *Escherichia coli* QEFCA8 for ferulic acid biotransformation to vanillin / B. C. Okeke, V. Venturi // *J. Biosci. Bioeng.* – 1999. – Vol. 88. – P. 103–106.
44. **Achterholt, S.** Identification of *Amycolatopsis* sp. strain HR167 genes, involved in the bioconversion of ferulic acid to vanillin / S. Achterholt, H. Priefert, A. Steinbuechel // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2000. – Vol. 54. – P. 799–807.
45. **Yoon, S. H.** Production of vanillin by metabolically engineered *Escherichia coli* / S. H. Yoon, C. Li, J.-E. Kim, S.-H. Lee, J.-Y. Yoon, M.-S. Choi, W.-T. Seo, J.-K. Yang, J.-Y. Kim, S.-W. Kim // *Biotechnol. Lett.* – 2005. – Vol. 27. – P. 1829–1832.
46. **Yoon, S. H.** Production of vanillin from ferulic acid using recombinant strains of *Escherichia coli* / S. H. Yoon, C. Li, Y. M. Lee, S. H. Lee, J. E. Kim, M. S. Choi, W. T. Seo, J. K. Yang, J. Y. Kim, S. W. Kim // *Biotechnol. Bioprocess Eng.* – 2005. – Vol. 10. – P. 378–384.
47. **Barghini, P.** Vanillin production using metabolically engineered *Escherichia coli* under non-growing conditions / P. Barghini, D. Di Gioia, F. Fava, M. Ruzzi // *Microbial Cell Factories.* – 2007. – Vol. 6. – P. 13–24.
48. **Lesage-Meessen, L.** A two-step bioconversion process for vanillin production from ferulic acid combining *Aspergillus niger* and *Pycnoporus cinnabarinus* / L. Lesage-Meessen, M. Delattre, M. Haon, J. F. Thibault, B. Colonna Ceccaldi, P. Brunerie, M. Asther // *J. Biotechnol.* – 1996. – Vol. 50. – P. 107–113.
49. **Stentelaire, C.** Design of a fungal bioprocess for vanillin production from vanillic acid at scalable level by *Pycnoporus cinnabarinus* / C. Stentelaire, L. Lesage-Meessen, J. Oddou, O. Bernard, G. Bastin, B. Collonna-Ceccaldi, M. Asther // *Journal of Bioscience and Bioengineering.* – 2000. – Vol. 89. – P. 223–230.
50. **Bonnin, E.** Enzymic release of cellobiose from sugar beet pulp, and its use to flavour vanillin production in *Pycnoporus cinnabarinus* from vanillic acid / E. Bonnin, H. Grange, L. Lesage-Meessen, M. Asther, J. F. Thibault // *Carbohydr. Polym.* – 2000. – Vol. 41. – P. 143–151.
51. **Bonnin, E.** *Aspergillus niger* I-1472 and *Pycnoporus cinnabarinus* MUCL39533, selected for the biotransformation of ferulic acid to vanillin, are also able to produce cell wall polysaccharide degrading enzymes and feruloyl esterases / E. Bonnin, M. Brunel, Y. Gouy, L. Lesage-Meessen, M. Asther, J-F. Thibault // *Enzyme Microb. Technol.* – 2001. – Vol. 28. – P. 70–80.
52. **Thibault, J.** Fungal bioconversion of agricultural by-products to vanillin / J. Thibault, V. Micard, C. Renard, M. Asther, M. Delattre, L. Lesage-Meessen, C. Faulds, P. Kroon, G. Williamson, J. Duarte, J. C. Duarte, B. C. Ceccaldi, M. Tuohy, D. Couteau, S. Van Hulle, H.-P. Heldt-Hansen // *LWT-Food Sci. Technol.* – 1998. – Vol. 31. – P. 530–536.
53. **Di Gioia, D.** Production of biovanillin from wheat bran / D. Di Gioia, L. Sciubba, L. Setti, F. Luziatelli, M. Ruzzi, D. Zanichelli, F. Fava // *Enzyme Microb. Technol.* – 2007. – Vol. 41. – P. 498–505.
54. **Shimoni, E.** Isolation of a *Bacillus* sp. capable of transforming isoeugenol to vanillin / E. Shimoni, U. Ravid, Y. Shoham // *Journal of Biotechnology.* – 2000. – Vol. 78. – P. 1–9.
55. **Overhage, J.** Harnessing eugenol as a substrate for production of aromatic compounds with a recombinant strains of *Amycolatopsis* sp. HR167 / J. Overhage, A. Steinbuechel, H. Priefert // *J. Biotechnol.* – 2006. – Vol. 125. – P. 369–376.

56. **Tadasa, K.** Degradation of eugenol by a microorganism / K. Tadasa // Agric. Biol. Chem. – 1977. – Vol. 41. – P. 925–929.
57. **Rabenhorst, J.** Production of methoxyphenol type natural aroma chemicals by biotransformation of eugenol with a new *Pseudomonas* sp. / J. Rabenhorst // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1996. – Vol. 46. – P. 470–474.
58. **Tadasa, K.** Initial steps of eugenol degradation pathway of a microorganism / K. Tadasa, H. Kayahara // Agric. Biol. Chem. – 1983. – Vol. 47. – P. 2639–2640.
59. **Hua, D.** Biotransformation of isoeugenol to vanillin by a newly isolated *Bacillus pumilus* strain: Identification of major metabolites / D. Hua, C. Ma, S. Lin, L. Song, Z. Deng, Z. Maomy, Z. Zhang, B. Yu, P. Xu // Journal of Biotechnology. – 2007. – Vol. 130. – P. 463–470.
60. **Bare, G.** Bioconversion of vanillin into vanillic acid by *Pseudomonas* strain BTP9 / G. Bare, J. Gerard, Ph. Jacques, V. Delaunois, Ph. Thonart // Appl. Biochem. Biotechnol. – 1992. – Vol. 34–35. – P. 499–510.
61. **Achterholt, S.** Purification and characterization of the coniferyl aldehyde dehydrogenase from *Pseudomonas* sp. strain HR199 and molecular characterization of the gene / S. Achterholt, H. Priefert, A. Steinbuechel // J. Bacteriol. – 1998. – Vol. 180. – P. 4387–4391.
62. **Brandt, K.** Characterization of the eugenol hydroxylase genes (*ehyA/ehyB*) from the new eugenol degrading *Pseudomonas* sp. strain OPS1 / K. Brandt, S. Thewes, J. Overhage, H. Priefert, A. Steinbuechel // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2001. – Vol. 56. – P. 724–730.
63. **Gasson, M. J.** Metabolism of ferulic acid to vanillin. A bacterial gene of the enoyl-SCoA hydratase/isomerase superfamily encodes an enzyme for the hydration and cleavage of a hydroxycinnamic acid SCoA thioester / M. J. Gasson, Y. Kitamura, W. R. McLauchlan, A. Narbad, A. J. Parr, E. L. Parsons, J. Payne, M. J. Rhodes, N. J. Walton // J. Biol. Chem. – 1998. – Vol. 273. – P. 4163–4170.
64. **Overhage, J.** Molecular characterization of the genes *pcaG* and *pcaH*, encoding protocatechuate 3,4-dioxygenase, which are essential for vanillin catabolism in *Pseudomonas* sp. strain HR199 / J. Overhage, A. U. Kresse, H. Priefert, H. Sommer, G. Krammer, J. Rabenhorst, A. Steinbuechel // Appl. Environ. Microbiol. – 1999. – Vol. 65. – P. 951–960.
65. **Priefert, H.** Identification and molecular characterization of the eugenol hydroxylase genes (*ehyA/ehyB*) of *Pseudomonas* sp. strain HR199 / H. Priefert, J. Overhage, A. Steinbuechel // Arch. Microbiol. – 1999. – Vol. 172. – P. 354–363.
66. **Priefert, H.** Molecular characterization of genes of *Pseudomonas* sp. strain HR199 involved in bioconversion of vanillin to protocatechuate / H. Priefert, J. Rabenhorst, A. Steinbuechel // J. Bacteriol. – 1997. – Vol. 179. – P. 2595–2607.
67. **Overhage, J.** Biochemical and genetic analyses of ferulic acid catabolism in *Pseudomonas* sp. strain HR199 / J. Overhage, H. Priefert, A. Steinbuechel // Appl. Environ. Microbiol. – 1999. – Vol. 65. – P. 4837–4847.
68. **Furukawa, H.** Purification and characterization of eugenol dehydrogenase from *Pseudomonas fluorescens* E118 / H. Furukawa, M. Wieser, H. Morita, T. Sugo, T. Nagasawa // Arch. Microbiol. – 1998. – Vol. 171. – P. 37–43.
69. **Overhage, J.** Biotransformation of eugenol to ferulic acid by a recombinant strain of *Ralstonia eutropha* H 16 / J. Overhage, A. Steinbuechel, H. Priefert // Appl. Environ. Microbiol. – 2002. – Vol. 68. – P. 4315–4321.
70. **Overhage, J.** Highly efficient biotransformation of eugenol to ferulic acid and further conversion to vanillin in recombinant strains of *Escherichia coli* / J. Overhage, A. Steinbuechel, H. Priefert // App. Envir. Microbiol. – 2003. – Vol. 69, № 11. – P. 6569–6576.
71. **Abraham, W. R.** Microbial transformations of some terpenoids and natural compounds / W. R. Abraham, H. A. Arfmann, S. Stumpf, P. Washausen, K. Kieslich // Bioflavour '87, Analysis, Biochemistry, Biotechnology, Proc. Int. Conf. Walter de Gruyter. – Berlin, 1988. – P. 399–414.

References

1. Barghini P., Gioia D. Di, Fava F., Ruzzi M. *Microbial Cell Factories*. 2007, vol. 6, pp. 13–24.
2. Tilay A., Bule M., Annapure U. *J. Agric. Food Chem.* 2010, vol. 58, pp. 4401–4405.
3. Vandamme E. J. *Fungal Diversity*. 2003, vol. 13, pp. 153–166.
4. Serra S., Fuganti C., Brenna E. *TRENDS in Biotechnology*. 2006, vol. 23, no. 4, pp. 194–198.
5. Converti A., Aliakbarian B., Dominguez J. M., G. Bustos Vázquez, Perego P. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2010, vol. 41, pp. 519–530.
6. *Chemistry and technology of flavors and fragrances*. Ed. by D. J. Rowe. Blackwell, 2005, 336 p.
7. Gräfe V. *Monatsh. Chem. Wissen.* 1904, vol. 25, p. 987.
8. Shpichka A. I., Semenova E. F. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research] 2013, no. 8 (part 5), pp. 1113–1124.
9. Cheetham P. S. J. *Trends Biotechnol.* 1993, vol. 11, pp. 478–488.
10. Krings U., Berger R. G. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1998, vol. 49, pp. 1–8.
11. Haeusler A., Muench T. *ASM News*. 1998, vol. 63, no. 10, pp. 551–559.
12. Hagedorn S., Kaphammer B. *Annu. Rev. Microbiol.* 1994, vol. 48, pp. 773–800.
13. Rosazza J. P. N., Huang Z., Dostal L., Volm T., Rosseau B. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 1995, vol. 15, pp. 457–471.
14. Priefert H., Rabenhorst J., Steinbüchel A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2001, vol. 56, pp. 296–314.
15. Ramachandra Rao S., Ravishankar G. A. *J. Sci. Food Agric.* 2000, vol. 80, pp. 289–304.
16. Kirk T. K. *Annu. Rev. Phytopathol.* 1971, vol. 9, pp. 185–210.
17. Betts W. B., Dart R. K. *Microbios*. 1988, vol. 55, pp. 85–93.
18. Williamson G., Kroon P. A., Faulds C. B. *Microbiology*. 1998, vol. 144, pp. 2011–2023.
19. Di Gioia D., Sciubba L., Setti L., Luziatelli F., Ruzzi M., Zanichelli D., Fava F. *Enzyme Microb. Technol.* 2007, vol. 41, pp. 498–505.
20. Faulds C. B., Mandatari G., R. B. Lo Curto, Bisognano G., Waldron K. W. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2004, vol. 64, pp. 644–650.
21. Shin H. D., Chen R. R. *Enzyme Microb. Technol.* 2006, vol. 38, pp. 478–485.
22. Yoon S.-H., Li C., Lee Y.-M., Lee S.-H., Kim S.-H., Choi M.-S., Seo W.-T., Yang J.-K., Kim J.-Y., Kim S.-W. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2005, vol. 10, no. 4, pp. 378–384.
23. Kaur B., Chakraborty D. *Indian Journal of Experimental Biology*. 2013, vol. 51, pp. 935–943.
24. Sutherland J. B., Crawford D. L., A. L. Pometto III *Can. J. Microbiol.* 1983, vol. 29, pp. 1253–1257.
25. Gurujeyalakshmi G., Mahadevan A. *Curr. Microbiol.* 1987, vol. 16, pp. 69–73.
26. Andreoni V., Bemasconi S., Bestetti G. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1995, vol. 42, pp. 830–835.
27. Barghini P., Montebove F., Ruzzi M., Schiesser A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1998, vol. 49, pp. 309–314.
28. Narbad A., Gasson M. J. *Microbiology*. 1998, vol. 144, pp. 1397–1405.
29. Longo M. A., Sanroman M. A. *Food Technol. Biotechnol.* 2006, vol. 44, no. 3, pp. 335–353.
30. Gunnarsson N., Palmqvist E. A. *Develop. Food Sci.* 2006, vol. 43, pp. 73–76.
31. Bloem A., Bertrand A., Lonvaud-Funel A., Revelde G. *Lett. Appl. Microbiol.* 2007, vol. 44, no. 1, p. 62.
32. Muheim A., Lerch K. *Appl. Microbiol. Biotech.* 1999, vol. 51, no. 4, pp. 456–461.
33. Hua D., Ma C., Song L., Lin S., Zhang Z., Deng Z., Xu P. *Appl. Microbiol. Biotech.* 2007, vol. 74, no. 4, pp. 783–790.

34. Lesage-Meessen L., Stentelaire C., Colo A. L., Couteau D., Asther M., Moukha S., Record E., Sigoillot J.-C., Asther M. *J. Sci. Food Agri.* 1999, vol. 79, p. 487.
35. Lesage-Meessen L., Lomascolo A., Bonnin E., Thibault J. F., Buleon A., Roller M., Asther M., Record E., Ceccaldi B. C., Asther M. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2002, vol. 102, pp. 141–153.
36. Zheng L., Zheng P., Sun Z., Bai Y., Wang J., Guo X. *Bioresour. Technol.* 2007, vol. 98, pp. 1115–1119.
37. Barbosa E. S., Perrone D., Endramini A. L. A., Leite S. Q. F. *Bioresources.* 2008, vol. 3, no. 4, p. 1042.
38. Salleh N. H. M., Daud M. Z. M., Arbain D., Ahmad M. S. *International conference on food engineering and biotechnology, IPCBEE.* 2011, vol. 9, p. 141.
39. Narbad A., Gasson M. J. *Microbiol.* 1998, vol. 144, pp. 1397–1405.
40. Venturi V., Zennaro F., Degrassi G., Okeke B. C., Bruschi C. V. *Microbiol.* 1998, vol. 144, pp. 965–973.
41. Overhage J., Priefert H., Rabenhorst J., Steinbuechel A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1999, vol. 52, pp. 820–828.
42. Converti A., D. De Faveri, Perego P., Barghini P., Ruzzi M., Sene L. *Braz. J. Microbiol.* 2003, vol. 34, pp. 108–110.
43. Okeke B. C., Venturi V. *J. Biosci. Bioeng.* 1999, vol. 88, pp. 103–106.
44. Achterholt S., Priefert H., Steinbuechel A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2000, vol. 54, pp. 799–807.
45. Yoon S. H., Li C., Kim J.-E., Lee S.-H., Yoon J.-Y., Choi M.-S., Seo W.-T., Yang J.-K., Kim J.-Y., Kim S.-W. *Biotechnol. Lett.* 2005, vol. 27, pp. 1829–1832.
46. Yoon S. H., Li C., Lee Y. M., Lee S. H., Kim J. E., Choi M. S., Seo W. T., Yang J. K., Kim J. Y., Kim S. W. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 2005, vol. 10, pp. 378–384.
47. Barghini P., Di Gioia, Fava F., Ruzzi M. *Microbial Cell Factories.* 2007, vol. 6, pp. 13–24.
48. Lesage-Meessen L., Delattre M., Haon M., Thibault J. F., Colonna Ceccaldi B., Brunerie P., Asther M. *J. Biotechnol.* 1996, vol. 50, pp. 107–113.
49. Stentelaire C., Lesage-Meessen L., Oddou J., Bernard O., Bastin G., Collonna-Ceccaldi B., Asther M. *Journal of Bioscience and Bioengineering.* 2000, vol. 89, pp. 223–230.
50. Bonnin E., Grange H., Lesage-Meessen L., Asther M., Thibault J. F. *Carbohydr. Polym.* 2000, vol. 41, pp. 143–151.
51. Bonnin E., Brunel M., Gouy Y., Lesage-Meessen L., Asther M., Thibault J.-F. *Enzyme Microb. Technol.* 2001, vol. 28, pp. 70–80.
52. Thibault J., Micard V., Renard C., Asther M., Delattre M., Lesage-Meessen L., Faulds C., Kroon P., Williamson G., Duarte J., Duarte J. C., Ceccaldi B. C., Tuohy M., Couteau D., Van Hulle S., Heldt-Hansen H.-P. *LWT-Food Sci. Technol.* 1998, vol. 31, pp. 530–536.
53. Di Gioia D., Sciubba L., Setti L., Luziatelli F., Ruzzi M., Zanichelli D., Fava F. *Enzyme Microb. Technol.* 2007, vol. 41, pp. 498–505.
54. Shimoni E., Ravid U., Shoham Y. *Journal of Biotechnology.* 2000, vol. 78, pp. 1–9.
55. Overhage J., Steinbüchel A., Priefert H. *J. Biotechnol.* 2006, vol. 125, pp. 369–376.
56. Tadasa K. *Agric. Biol. Chem.* 1977, vol. 41, pp. 925–929.
57. Rabenhorst J. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1996, vol. 46, pp. 470–474.
58. Tadasa K., Kayahara H. *Agric. Biol. Chem.* 1983, vol. 47, pp. 2639–2640.
59. Hua D., Ma C., Lin S., Song L., Deng Z., Maomy Z., Zhang Z., Yu B., Xu P. *Journal of Biotechnology.* 2007, vol. 130, pp. 463–470.
60. Bare G., Gerard J., Jacques Ph., Delaunois V., Thonart Ph. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 1992, vol. 34–35, pp. 499–510.
61. Achterholt S., Priefert H., Steinbuechel A. *J. Bacteriol.* 1998, vol. 180, pp. 4387–4391.
62. Brandt K., Thewes S., Overhage J., Priefert H., Steinbuechel A. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2001, vol. 56, pp. 724–730.

63. Gasson M. J., Kitamura Y., McLauchlan W. R., Narbad A., Parr A. J., Parsons E. L., Payne J., Rhodes M. J., Walton N. J. *J. Biol. Chem.* 1998, vol. 237, pp. 4163–4170.
64. Overhage J., Kresse A. U., Priefert H., Sommer H., Krammer G., Rabenhorst J., Steinbuechel A. *Appl. Environ. Microbiol.* 1999, vol. 65, pp. 951–960.
65. Priefert H., Overhage J., Steinbuechel A. *Arch. Microbiol.* 1999, vol. 172, pp. 354–363.
66. Priefert H., Rabenhorst J., Steinbuechel A. *J. Bacteriol.* 1997, vol. 179, pp. 2595–2607.
67. Overhage J., Priefert H., Steinbuechel A. *Appl. Environ. Microbiol.* 1999, vol. 65, pp. 4837–4847.
68. Furukawa H., Wieser M., Morita H., Sugo T., Nagasawa T. *Arch. Microbiol.* 1998, vol. 171, pp. 37–43.
69. Overhage J., Steinbuechel A., Priefert H. *Appl. Environ. Microbiol.* 2002, vol. 68, pp. 4315–4321.
70. Overhage J., Steinbuechel A., Priefert H. *Appl. Environ. Microbiol.* 2003, vol. 69, no. 11, pp. 6569–6576.
71. Abraham W. R., Arfmann H. A., Stumpf S., Washausen P., Kieslich K. *Bioflavour '87, Analysis, Biochemistry, Biotechnology, Proc. Int. Conf. Walter de Gruyter.* Berlin, 1988, pp. 399–414.

Шпичка Анастасия Иосифовна

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

Shpichka Anastasiya Iosifovna

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

E-mail: ana-shpichka@yandex.ru

УДК 663.1

Шпичка, А. И.

Получение ванилина с использованием микроорганизмов-биотрансформаторов. Обзор / А. И. Шпичка // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 94–107.

АКТИВИЗАЦИЯ ГИПЕРГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ РАЙОНОВ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (НА ПРИМЕРЕ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАССЕЙНА)

Аннотация.

Актуальность и цели. В результате активной добычи и обогащения железных руд в Кривбассе в настоящее время извлечены из недр громадные объемы первичных невыветренных пород и минералов, которые являются неустойчивыми в гипергенных условиях. В воде водных объектов происходят процессы гидролиза силикатов и алюмосиликатов, осаждения карбонатов, что приводит к изменению химического состава воды в реках, прудах и водохранилищах.

Материалы и методы: полевые экспедиционные гидрохимические исследования на территории Криворожского железорудного бассейна (1978–2013 гг.); физико-химические эксперименты по изучению направленности развития гидрохимических процессов, а именно, эксперименты по фильтрации через образцы породы определенного минерального состава водных растворов различного химического состава. Обработка и интерпретация полевой гидрохимической информации проводилась с использованием методов математической статистики (критерии однородности и независимости, корреляционный и регрессионный анализы), результаты физико-химических экспериментов сравнивались с термодинамическими расчетами, выполненными с помощью компьютерных средств, а также использовалось прикладное программное обеспечение STATIST, разработанное под руководством доктора технических наук, профессора О. Г. Байбуза.

Результаты. В воде водных объектов Кривбасса происходят нетипичные гидрохимические процессы: гидролиз хлорита до монмориллонита (в водоемах пяти хвостохранилищ), от монмориллонита до каолинита (в прудах, в воде р. Саксагань) и осаждение кальцита (в воде пяти водоемов хвостохранилищ, большинства прудов, р. Саксагань и Ингулец до 2000 г.).

Выводы. На территории добычи и обогащения железных руд усиливаются процессы химического выветривания. Характерным для всех водных объектов на данной территории является процесс гидролиза силикатов и алюмосиликатов, который приводит к поступлению в воду ионов магния, увеличению ее минерализации, жесткости, величины водородного показателя. В результате процесса гидролиза нарушаются равновесия в карбонатно-кальциевой системе, что приводит к развитию процесса осаждения карбоната кальция в большинстве водных объектов на территории Криворожского бассейна и изменению химического типа воды в них. Химический состав воды водных объектов районов добычи и обогащения железных руд формируется самопроизвольно и достигает определенных равновесно-неравновесных состояний.

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, химическое выветривание, водные объекты, процессы гидролиза силикатов и алюмосиликатов, осаждение карбоната кальция.

ENHANCED HYPERGENE PROCESSES IN WATER BODIES OF MINING AREAS (BY THE EXAMPLE OF KRIVOY ROG IRON RANGE)

Abstract.

Background. As a result of active mining and concentration of iron ore in Krivbass at the present time there are extracted huge volumes of original unweathered rocks and minerals that are unstable in hypergene conditions. In water bodies there take place the processes of hydrolysis of silicates and aluminum silicates, carbonate precipitation, leading to changes in chemical composition of water in rivers, ponds and reservoirs.

Materials and methods. As materials for the study the author used field expeditional hydrochemical investigations at the Krivoy Rog iron ore range (1978–2013 years); physical-chemical experiments in the orientation of hydrochemical processes development, namely experiments in filtration of aqueous solutions of different chemical composition through rock samples of certain mineral composition. Processing and interpretation of hydrochemical information was carried out using the methods of mathematical statistics (homogeneity and independence tests, correlation and regression analyzes), the results of physico-chemical experiments were compared with thermodynamic calculations performed using computer tools, as well as the STATIST application software, developed under the guidance of the Doctor of engineering sciences, professor O. G. Baybuz.

Results. In water bodies of Kryvbass there occur atypical hydrochemical processes: hydrolysis of chlorite to montmorillonite (in waters of 5 tailing dumps), from montmorillonite to kaolinite (in ponds, in the water of the Saksagan river) and calcite precipitation (water reservoirs of five tailing dumps, most ponds, rivers Saksagan and Ingulets up to 2000).

Conclusions. On the territory of mining and concentration of iron ore the processes of chemical weathering are intensifying. Typical for all water bodies in this area is the hydrolysis of silicates and aluminosilicates, which leads to the flow of magnesium ions to water, increasing its mineralisation, hardness, hydrogen index values. As a result, it disturbs calcium carbonate system of the hydrolysis equilibrium, which leads to the development of the deposition of calcium carbonate in most water bodies in the Krivoy Rog basin and changes in the chemical type thereof. The chemical composition of water bodies in iron ore mining and concentration areas forms spontaneously and reaches certain equilibrium-nonequilibrium states.

Key words: mining, chemical weathering, water objects, processes of hydrolysis of silicates and aluminosilicates, precipitation of calcium carbonate.

В процессе добычи и обогащения железных руд изменяются (возникают, усиливаются или ослабляются) гипергенные процессы. В данной работе рассмотрены процессы, которые происходят в водных объектах Криворожской железорудной зоны.

Современный производственный потенциал железорудной области Украины представлен горнорудными предприятиями по добыче естественно богатых руд подземным способом, пятью горно-обоганительными комбинатами (Северный, Центральный, Южный, Ингулецкий, Полтавский) и горно-обоганительным комплексом АрселорМиттал Кривой Рог, которые добывают и перерабатывают бедные по содержащемуся железу магнетитовые кварциты.

Четыре из пяти горно-обогатительных комбинатов расположены в Криворожском железорудном бассейне. Это наибольший в Украине бассейн богатых железных руд, главный горнодобывающий центр страны, расположенный на территории Днепропетровской области [1].

Промышленный комплекс Криворожской железорудной зоны на начало XXI в. добывает ежегодно до 190 млн т сырой железной руды и перерабатывает ее в 70 млн т товарной продукции. Сейчас здесь действуют девять шахт, четыре горно-обогатительных комбината, которые ведут добычу руды на девяти карьерах. Всего с начала промышленного освоения недр Криворожской железорудной зоны добыто 5,5 млрд т железорудного сырья. Все разведанные запасы железистых кварцитов составляют 21,8 млрд т, а прогнозные ресурсы оцениваются более чем в 19 млрд т.

В самых ранних генетических концепциях, которые касаются гипергенных систем земной коры, в частности зон окисления рудных месторождений, первоочередное значение имели взаимодействия на поверхности разделения жидкой и твердой фаз – взаимодействия минерала, который окисляется, с естественным раствором. Так, в известных работах И. Финча, А. Локка, В. Эммонса [2] формирование зоны гипергенеза сульфидных месторождений непосредственно связывалось с процессами выщелачивания первичных минералов водами, которые насыщены кислородом. «Гидрохимическая» модель формирования зоны гипергенеза, которая стала в истории науки классической, оказала влияние на целенаправленное накопление данных по валовому химическому составу природных вод и экспериментальных результатов по выщелачиванию рудных минералов водными растворами, в которых варьировались кислотность–щелочность, содержимое агентов, которые окисляют, (например, сульфата железа) и разнообразных анионов. Она также содействовала получению первых значений прыжков электрохимического потенциала в двойной электрической прослойке на контакте полупроводниковых минералов (преимущественно сульфидов) с водными растворами (так называемые «ряды напряжения сульфидов»), установленных работами Готтшалка и Бючлера, Уеллса, Нишихари и др. [2]. В дальнейшем интенсивные исследования в области физической химии, электрохимии и гидрохимии естественных вод позволили получить данные реального состояния разнообразных химических элементов в водных растворах (степень окисления, характер комплексообразования, термодинамика взаимодействий).

На современном этапе развития концепции гипергенеза широко используются разработки Д. С. Коржинского [3] о роли окислительно-восстановительных потенциалов в геохимических процессах, которые, соответственно, опираются на принцип окислительно-восстановительных критериев минералогенеза. Например, при окислении сульфидов типа пирита и пирротина переходящие в раствор железо и сера «подзаряжаются»: $\text{Fe}^{+0,91}\text{S}^{-0,91}$ [$\text{Fe}^{+1,78}(\text{S}^{+3,16}\text{O}_4^{-1,24})$], образуя пирротин-сульфатный комплекс.

Значение проблемы, которая касается устойчивости минералов в гипергенных процессах и вторичного минералообразования, чрезвычайно велико. Эта проблема непосредственно связана с научными и практическими вопросами анализа минерального парагенезиса, освоением месторождений с неблагоприятными технологическими свойствами руд, оценкой экологических ситуаций в районах проведения горно-добывающих работ.

В последние годы появились работы, в которых актуальные вопросы техногенеза рассматриваются в пределах геологических регионов или рудных полей [2]. В результате исследований установлена зависимость окисляемости и самовозгораемости разнообразных типов медно-никелевых руд Талнахского месторождения от температуры и влажности среды. Установлен масштаб техногенного преобразования медно-колчеданных руд Урала на примере Красногвардейского месторождения, выявлены особенности техногенных минералов, изученных на сульфидно-каситеритовых месторождениях Комсомольского и Кавалеровского рудных узлов.

Исследования, проводимые в Криворожье, в основном связаны с изучением минералогического состава хвостов в хвостохранилищах Кривбасса [4], образованием донных отложений рек [5], но, к сожалению, в этих публикациях особенности формирования химического состава воды в реках, прудах и водохранилищах региона не рассмотрены.

Целью исследования явился анализ гидрохимических процессов в водных объектах районов добычи и обогащения железных руд (на примере Криворожского железорудного бассейна).

Материал и методика

Для проведения исследования были использованы собственные гидрохимические наблюдения, которые выполнялись в рамках госбюджетных и хоздоговорных тем с 1997 по 2012 г., а также результаты гидрогеологического мониторинга, который проводится Криворожской геолого-гидрогеологической партией с 1978 г. На территории Кривбасса исследовано 45 водных объектов по 65 пунктам наблюдения (рис. 1, табл. 1).

На первых этапах обработки гидрохимической информации применялись методы математической статистики, а именно оценивалась ее однородность по критериям однородности и независимости (критерии совпадения средних и дисперсий, Вилкоксона и Ван-Дер-Вардена). Это дало возможность объединить в одну генеральную совокупность для дальнейших исследований гидрохимическую информацию по водоемам хвостохранилищ Войково, Объединенное, Миролюбовское (ЮГОК).

С помощью корреляционного и регрессионного анализов были определены основные тенденции изменения химического состава воды водных объектов, что позволило сгруппировать их следующим образом: водоемы хвостохранилищ, пруды (с химическим составом воды, близким к природному, техногенному и смешанному (природно-техногенному)), реки.

Выявленные тенденции в изменении химического состава воды водных объектов позволили перейти к определению химических и гидрохимических процессов, которые их обусловили. Так, были изучены процессы окисления пирита, гидролиз силикатов и алюмосиликатов, равновесия в карбонатно-кальциевой системе.

Была разработана методика и выполнены физико-химические эксперименты по фильтрации растворов NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_4 с минерализацией 1, 3, 5 г/дм³ и pH 2, 5, 7, 9 через образцы пород (минеральный состав пород был определен рентгенометрическим методом до и после проведения экспериментов). Это дало возможность выявить новые минеральные образования в изучаемой породе.

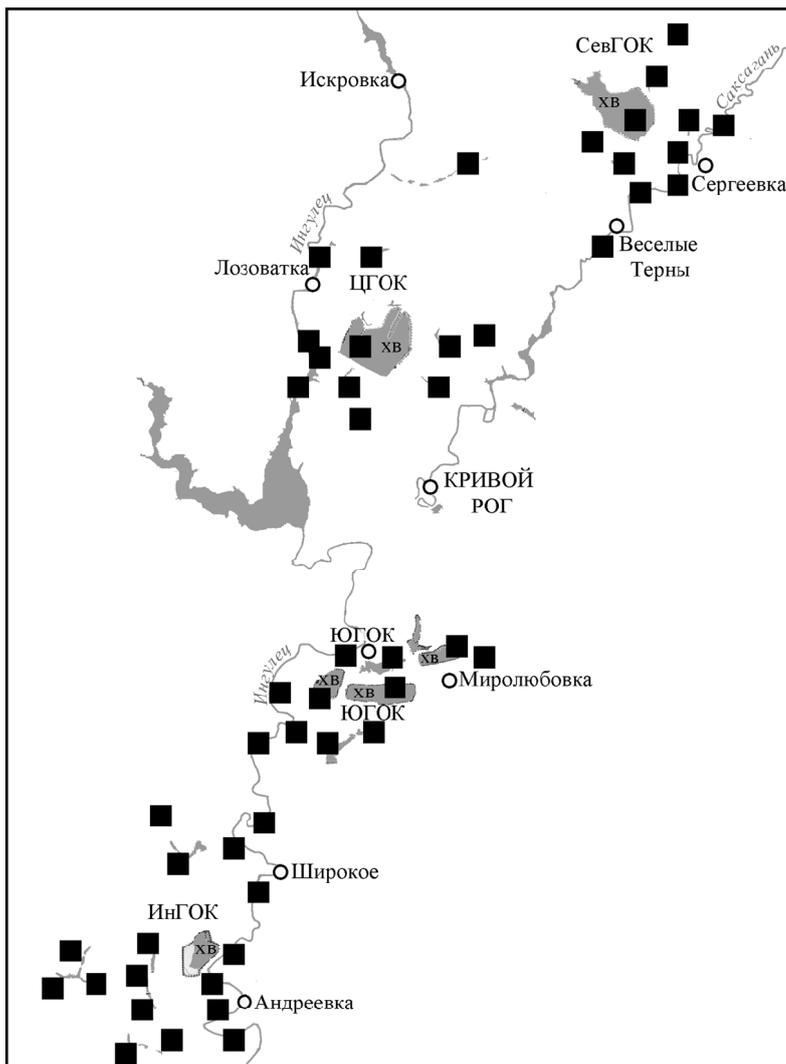


Рис. 1. Картохема Криворожского железорудного бассейна

Условные обозначения:

- – пункт наблюдения; хв – хвостохранилище; СевГОК – Северный горно-обогатительный комбинат; ЦГОК – Центральный горно-обогатительный комбинат; ЮГОК – Южный горно-обогатительный комбинат; ИнГОК – Ингулецкий горно-обогатительный комбинат

Таблица 1

Количество пунктов наблюдений по водным объектам на территории Криворожского железорудного бассейна

Горно-обогатительный комбинат	Водные объекты		
	Хвостохранилища	Пруды	Реки (название/количество пунктов наблюдений)
Северный	1	6	Саксагань / 6
Центральный	1	6	Ингулец / 5
Южный	3	8	Ингулец / 4
Ингулецкий	1	16	Ингулец / 8

Теоретический анализ и термодинамические расчеты процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов выполнены по методикам В. П. Зверева [6] и С. Л. Шварцева [7], осаждения и растворения карбонатов в воде – по методике Л. Н. Горева [8].

Результаты и обсуждение

Отработка железорудных месторождений в Кривбассе ведется карьерами и шахтами, которые оставляют огромные пустоты (карьеры), насыпи – отвалы (у шахт), появляются складываемые руды – огромные хвостохранилища. В хвостохранилищах складываются те руды, процентное содержимое элементов в которых ниже промышленного, необходимого по технологии, или складываются отработанные руды (хвосты) после изъятия полезных компонентов. Здесь складываются иногда огромные количества (до сотен и десятков тысяч тонн) такой руды, которые занимают площади до десятков и сотен квадратных метров. Все те процессы, которые происходят с рудами в зоне гипергенеза, не прекращаются, а усиливаются в хвостохранилищах и отвалах шахт благодаря возрастающему механическому влиянию и доступу кислорода и воды. Происходит специфическое минералообразование, связанное с технологическими растворами.

Железные руды, которые добываются в Криворожском бассейне по массовому содержанию железа делятся на естественно богатые и бедные (которые нуждаются в обогащении) руды. Богатыми являются руды с содержанием железа от 46 до 70 %.

Бедные железные руды, которые нуждаются в обогащении, разделяют на легко- и тяжелообогащаемые в зависимости от минерального состава и других особенностей.

Содержание железа в рудах, которые добываются в Криворожском бассейне, изменяется от 41 (Ингулецкое месторождение) до 31 % (Большая Глееватка, ЦГОК). Содержание железа в концентрате, который производится на обогатительных фабриках, достигает 68,0 % [4].

Технология обогащения железных руд предусматривает строительство и эксплуатацию гидротехнических объектов: хвостохранилищ с аварийными емкостями, дренажных сооружений вокруг хвостохранилищ и в дамбе, прудов оборотного водоснабжения, прудов-накопителей шахтных вод и пр.

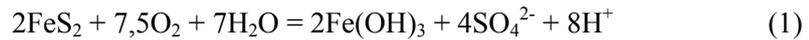
Технологическая схема обогащения магнетитовых кварцитов включает: дробление в 3–4 стадии, 3 стадии измельчения и 4–5 стадий магнитной сепарации. Отходы обогащения (пульпа) складываются в хвостохранилищах. Кроме основного назначения – складирование отходов добычи и обогащение железной руды, – хвостохранилища выполняют важную водорегулирующую функцию, поскольку являются важнейшим составным звеном системы оборотного водоснабжения комбинатов.

Анализ гипергенных процессов в водоемах хвостохранилищ выполнен по изученному минеральному составу текучих и лежалых хвостов обогащения Северного ГОКа (В. Д. Евтехов, И. А. Федорова [2]).

Складирование текучих хвостов продолжается все время с начала разработки железорудного месторождения. В окислительных условиях, которые существуют на поверхности земли, в текучих хвостах происходят специфические геохимические процессы: окисление сульфидных минералов, гидролиз

силикатов и алюмосиликатов, в результате которых, со временем, происходят изменения минерального состава и текучие хвосты переходят в стадию лежащих хвостов. Некоторые минералы хвостов обогащения в хвостохранилище превращаются во вторичные минералы: пирит и пирротин – в ярозит вследствие окисления, хлорит и альбит – в монтмориллонит вследствие гидролиза.

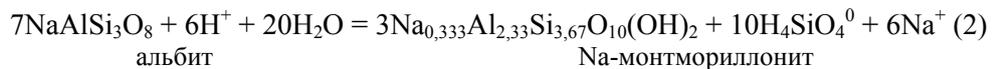
В хвостах основным окислителем является молекулярный кислород. Проникая в породу из атмосферы, он вступает во взаимодействие с ней и окисляет некоторые минералы, а именно пирит и пирротин. Кроме него, окислителями являются также Fe^{3+} и S^{6+} . Процесс химического выветривания пирита выглядит следующим образом [6]:



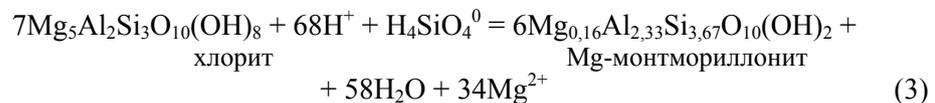
$$\Delta G_{\text{реак}}^0 = -1292,85 \text{ кДж/моль.}$$

На первых этапах заполнения хвостохранилища СевГОКа наблюдаются низкие значения водородного показателя (pH), наиболее низкое значение зафиксировано в 1982 г. (pH = 5), что обеспечивалось окислением пирита и пирротина. После 1983 г. pH воды в водоеме хвостохранилища стало выше 7,0 и ниже этого значения не опускается. Это объясняется довольно незначительным содержанием пирита и пирротина (0,23 объемн. %) в общем объеме хвостов обогащения. Но реакции окисления являются источником поступления в воду H^+ , что обуславливает развитие в хвостах обогащения других процессов, в частности гидролиза силикатов и алюмосиликатов.

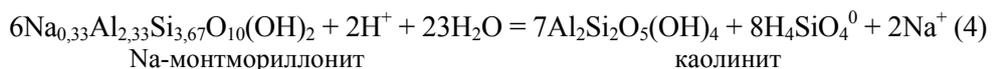
Согласно выявленным минералам в текучих и лежащих хвостах обогащения железных руд СевГОКа рассмотрены следующие реакции гидролиза [6]:



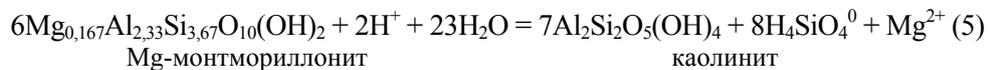
$$\Delta G_{\text{реак}}^0 = -58,98 \text{ кДж/моль;}$$



$$\Delta G_{\text{реак}}^0 = -2693,11 \text{ кДж/моль;}$$



$$\Delta G_{\text{реак}}^0 = 96,97 \text{ кДж/моль;}$$



$$\Delta G_{\text{реак}}^0 = 104,57 \text{ кДж/моль.}$$

Реакции по уравнениям (2) и (3) происходят самопроизвольно при отрицательном значении свободной энергии, реакции по уравнениям (4) и (5) (переход к каолиниту) самопроизвольно происходить не могут, они нуждаются в химической энергии.

Чаще всего для изучения процессов гидролиза применяется метод плоских диаграмм в двумерных системах содержания макрокомпонентов [7].

В результате водной и воздушной геохимической миграции вблизи хвостохранилищ, карьеров и других объектов горно-обогатительных комбинатов формируются ареолы загрязнения. Расчеты показывают, что в воде техногенных и природно-техногенных водных объектов Криворожской железорудной зоны происходят процессы гидролиза силикатов и алюмосиликатов по уравнениям (3) и (5) (рис. 2).

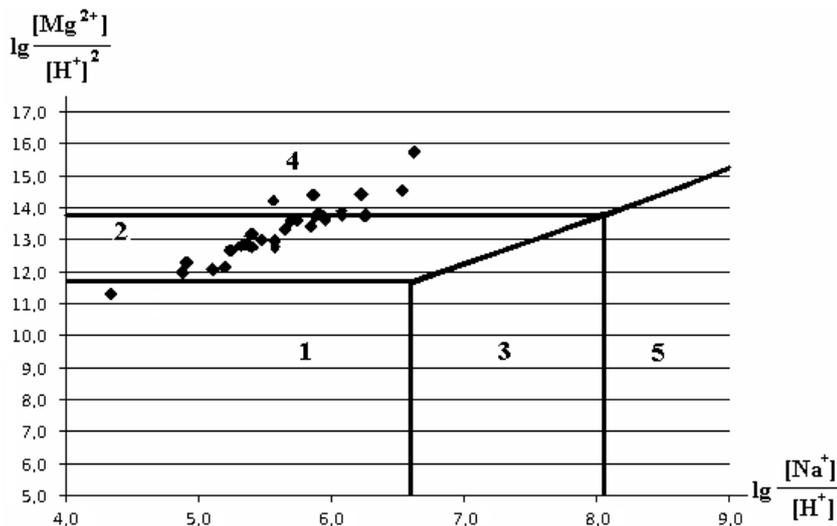


Рис. 2. Система $\text{HCl-H}_2\text{O-Na}_2\text{O-MgO-SiO}_2$ при $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ и $\lg[\text{H}_4\text{SiO}_4] = -3,75$ с нанесенными данными по химическому составу воды пруда в балке Мотина (СевГОК) (1978–2010 гг.): номерами указаны поля устойчивости минералов: 1 – каолинит; 2 – Mg-монтмориллонит; 3 – Na-монтмориллонит; 4 – хлорит; 5 – альбит

В воде всех водных объектов на данной территории устанавливаются равновесия либо с каолинитом (поле 1), либо с Mg-монтмориллонитом (поле 2), либо с хлоритом (поле 4), равновесия с Na-монтмориллонитом и альбитом никогда не устанавливаются. Выявленная закономерность позволяет перейти к изучению процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов во времени (рис. 3).

Установлено, что гидролиз алюмосиликатов в воде водных объектов происходит следующим образом:

- в хвостохранилищах СевГОКа, ЦГОКа, ЮГОКа воды водоемов находятся в равновесии с монтмориллонитом, т.е. здесь активно продолжается процесс гидролиза хлорита;

- в большинстве прудов в воде устанавливается равновесие с Mg-монтмориллонитом, при поступлении химической энергии (в результате минерализации органических веществ) гидролиз продолжается и равновесие устанавливается с каолинитом. В воду прудов в значительных количествах поступают ионы Mg^{2+} ;

- в р. Саксагань с 2008 г. в большинстве пунктов наблюдения устанавливаются равновесия речной воды с каолинитом, которые не являются харак-

терными для речных вод. На верхнем участке р. Ингулец (выше Карачуновского водохранилища) с 2009 г. активизируется гидролиз Mg-монтмориллонита, иногда до каолинита; на нижнем участке р. Ингулец установились типичные равновесия с Mg-монтмориллонитом.

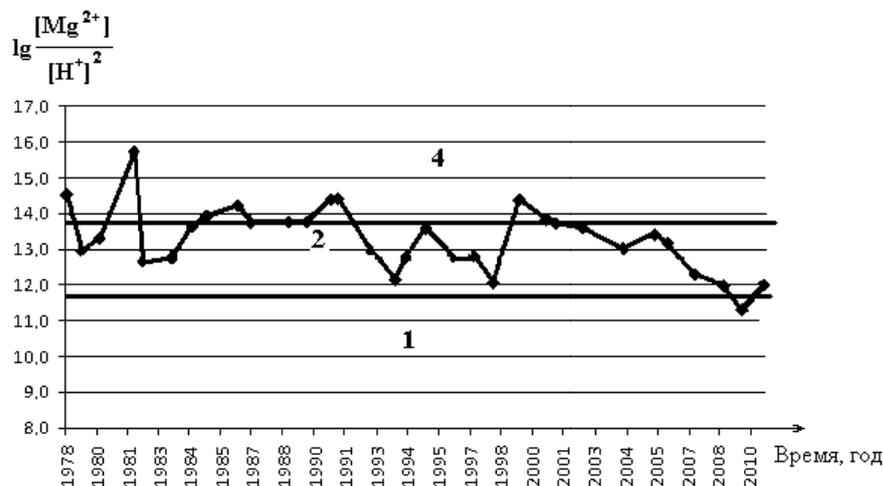
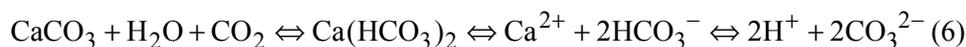


Рис. 3. График изменений во времени системы $\text{HCl-H}_2\text{O-Na}_2\text{O-MgO-SiO}_2$ при $t = 25^\circ\text{C}$ и $\lg[\text{H}_4\text{SiO}_4] = -3,75$ с нанесенными данными анализов проб воды из пруда балки Мотина (СевГОК) за время наблюдений, 1978–2010 гг.

Важным процессом, который сопровождает гидролиз, является нейтрализация щелочности (иона OH^-), которая образовалась при этом, что в свою очередь влияет на равновесия в карбонатной системе.

Если в природной воде находятся $\text{CO}_2(\text{свободный})$, ионы Ca^{2+} и HCO_3^- , а в твердой фазе – CaCO_3 , то между ними устанавливается равновесие, которое описывается уравнением [8]



Преимущество прямой реакции (вправо) свидетельствует о растворении карбоната кальция под влиянием CO_2 , обратной (влево) – о накоплении карбоната за счет разложения бикарбоната кальция.

Оценка равновесий в карбонатно-кальциевой системе выполнена с использованием индекса стабильности воды (I) [8], который определен аналитическим и графическим методами. Стабильность воды по индексу стабильности определяется по формуле

$$I = \text{pH}_{\text{вих}} - \text{pH}_{\text{нас}}, \quad (7)$$

где $\text{pH}_{\text{вих}}$ определяется при выполнении химического анализа воды известными методами (исходная, фактическая величина); $\text{pH}_{\text{нас}}$ рассчитывается по известным данным о температуре воды, концентрации ионов кальция, щелочности и общему содержанию солей (минерализацией) в воде по формуле

$$\text{pH}_{\text{нас}} = \text{pK}_{\text{HCO}_3^-} - \text{pL}_{\text{CaCO}_3} - \lg 10^3 [\text{Ca}^{2+}] - \lg [2800\text{Щ}] + \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{2\mu}} + 8,07, \quad (8)$$

где $pK_{\text{HCO}_3^-}$ – отрицательный логарифм константы второй степени диссоциации угольной кислоты; pL_{CaCO_3} – отрицательный логарифм произведения растворимости CaCO_3 ; $[\text{Ca}^{2+}]$ – весовая концентрация ионов кальция; $\text{Щ} = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}]$ – щелочность воды; μ – ионная сила воды.

Если $I = 0$, то вода будет стабильной, при отрицательном значении – агрессивной, склонной к растворению CaCO_3 , при положительном – к отложению CaCO_3 .

Результаты расчетов индекса стабильности можно представить в виде графиков, если гидрохимические наблюдения проводились довольно продолжительное время (рис. 4).

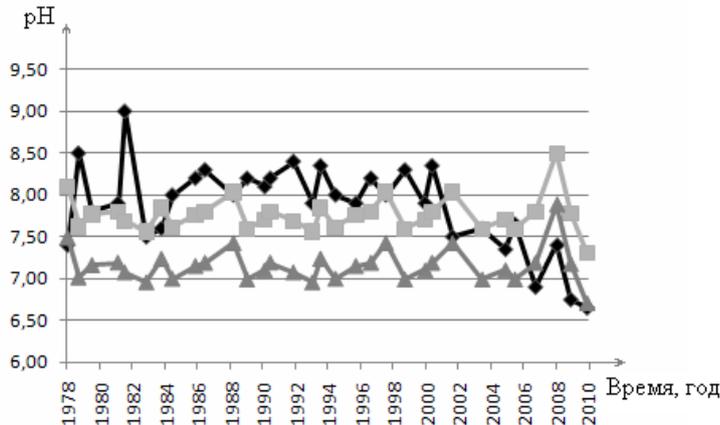


Рис. 4. График изменения во времени pH в воде пруда балки Мотина, СевГОК, с фактическим $pH_{\text{исх}}$ и с расчетными значениями $pH_{\text{нас}}$ при температуре воды 0 и 25 °С: \blacklozenge $pH_{\text{исх}}$ \blacksquare $pH_{\text{нас.0}^\circ\text{C}}$ \blacktriangle $pH_{\text{нас.25}^\circ\text{C}}$

Проанализированы состояния карбонатной системы водных объектов Криворожского бассейна и выявлено следующее:

- в воде водоемов хвостохранилищ, за исключением ИнГОКа, происходит осаждение карбоната кальция, в водоеме хвостохранилища ИнГОКа карбонатная система достигает равновесного состояния;
- в воде прудов происходит осаждение карбоната кальция, со временем этот процесс изменяется на равновесное состояние;
- в воде р. Саксагань и Ингулец карбонатно-кальциевая система склонна к осаждению (до 2000 г.), со временем система переходит в равновесное состояние, а в 2009, 2010 гг. отмечаются одиночные состояния растворения в воде р. Ингулец.

Выводы

1. На территории добычи и обогащения железных руд усиливаются процессы химического выветривания, которые происходят в хвостах обогащения в хвостохранилищах Кривбасса, а именно: пирит и пирротин превращаются в ярозит, хлорит – в монтмориллонит.

2. Окисление сульфидных минералов (пирита и пирротина) в хвостах обогащения является источником поступления водородных ионов в воду во-

доемов хвостохранилищ, что усиливает развитие процессов гидролиза силикатов и алюмосиликатов и нарушение равновесий в карбонатно-кальциевой системе.

3. Вследствие воздушной и водной миграции хвостов обогащения из хвостохранилищ характерным для всех водных объектов на данной территории является процесс гидролиза силикатов и алюмосиликатов, который приводит к поступлению в воду ионов магния, увеличению ее минерализации, жесткости, величины водородного показателя.

4. В результате процесса гидролиза нарушаются равновесия в карбонатно-кальциевой системе, что обуславливает развитие процесса осаждения карбоната кальция в большинстве водных объектов на территории Криворожского бассейна и изменение химического типа воды в них.

5. Химический состав воды водных объектов районов добычи и обогащения железных руд формируется самопроизвольно и достигает определенных равновесно-неравновесных состояний.

Список литературы

1. **Рудько, Г. И.** Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів / Г. И. Рудько, О. В. Плотников та ін. – Київ : Академпрес, 2010. – 272 с.
2. **Яхонтова, Л. К.** Основы минералогии гипергенеза / Л. К. Яхонтова, В. П. Зверева. – Владивосток : Дальнаука, 2000. – 331 с.
3. **Коржинский, Д. С.** Теория метасоматической зональности / Д. С. Коржинский. – М. : Наука, 1982. – 423 с.
4. **Евтехов, В. Д.** Гранулометрический состав отходов обогащения Северного горно-обогатительного комбината Криворожского бассейна / В. Д. Евтехов, И. А. Федорова // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького технічного університету. – 2001. – № 1. – С. 38–46.
5. **Малахов, И. М.** Условия формирования донных осадков устьевых участков рек Днепровско-Бугского лимана в условиях антропогенной нагрузки / И. М. Малахов, Т. М. Алехина, В. В. Иваненко // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 2. – С. 69–78.
6. **Зверев, В. П.** Роль подземных вод в миграции химических элементов / В. П. Зверев. – М. : Недра, 1982. – 186 с.
7. **Шварцев, С. Л.** Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. – М. : Недра, 1988. – 366 с.
8. **Горев, Л. Н.** Мелиоративная гидрохимия / Л. Н. Горев, В. И. Пелешенко. – Киев : Высш. шк., 1984. – 256 с.

References

1. Rud'ko G. I., Plotnikov O. V. et al *Ekonomichna geologiya rodovishch zalizistikh kvartsitiv* [Economic geology of iron quartzite deposits]. Kiev: Akadempres, 2010, 272 p.
2. Yakhontova L. K., Zvereva V. P. *Osnovy mineralogii gipergeneza* [Basic mineralogy of hypergenesis]. Vladivostok: Dal'nauka, 2000, 331 p.
3. Korzhinskiy D. S. *Teoriya metasomaticheskoy zonal'nosti* [Theory of metasomatic zoning]. Moscow: Nauka, 1982, 423 p.
4. Evtexhov V. D., Fedorova I. A. *Geologo-mineralogichniy visnik Krivoriz'kogo tekhnichnogo universitetu* [Geological-mineralogical bulletin of Krivoy Rog Technical University]. 2001, no. 1, pp. 38–46.
5. Malakhov I. M., Alekhina T. M., Ivanenko V. V. *Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana* [Geology and minerals of the World ocean]. 2010, no. 2, pp. 69–78.
6. Zverev V. P. *Rol' podzemnykh vod v migratsii khimicheskikh elementov* [Importance of groundwaters in migration of chemical elements]. Moscow: Nedra, 1982, 186 p.

7. Shvartsev S. L. *Gidrogeokhimiya zony gipergeneza* [Hydrogeochemistry of hypergenesis zone]. Moscow: Nedra, 1988, 366 p.
8. Gorev L. N., Peleshenko V. I. *Meliorativnaya gidrokhimiya* [Land reclamation hydrochemistry]. Kiev: Vyssh. shk., 1984, 256 p.

Шерстюк Наталия Петровна

доктор географических наук, доцент,
старший научный сотрудник,
заведующая кафедрой гидрометеорологии
и геоэкологии, Днепропетровский
национальный университет
имени Олеса Гончара
(Украина, г. Днепропетровск,
пр. К. Маркса, 36)

E-mail: sherstuknp@inbox.ru

Sherstuk Nataliya Petrovna

Doctor of geographical sciences, associate
professor, senior staff scientist, head
of sub-department of hydrometeorology
and geoecology, Dnepropetrovsk National
University named after Oles Gonchar
(36 K. Marksa avenue, Dnepropetrovsk,
Ukraine)

УДК 556.01

Шерстюк, Н. П.

Активизация гипергенных процессов в водных объектах районов добычи полезных ископаемых (на примере Криворожского железорудного бассейна) / Н. П. Шерстюк // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 108–119.

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 581.9

Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Н. А. Леонова

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А. А. СОЛЯНОВА (1914–2011)



Солянов Александр Андрианович – известный пензенский ботаник, кандидат биологических наук, доцент, исследователь растительности Поволжья и других территорий России, длительное время заведующий Гербарием им. И. И. Спрыгина, участник Великой Отечественной войны.

Александр Андрианович Солянов родился 29 ноября 1914 г. в с. Никольское Кузнецкого уезда Саратовской губернии (ныне Кузнецкий район Пензенской области). Окончил профтехшколу в г. Кузнецке (1933) и Кузнецкий ветеринарный техникум (1936). Поступил в 1936 г. в г. Саратове и получил высшее образование на биологическом факультете Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. С отличием закончил его в 1941 г. С 1941 по 1945 г. участвовал в боях за освобождение Дальнего Востока от японских захватчиков. Награжден медалью «За победу над Японией», Орденом Отечественной войны II степени и юбилейными медалями СССР и России. В 1949 г. окончил аспирантуру Саратовского НИИ зернового хозяйства Юго-Востока России. С 1949 по 2009 г. работал в Пензенском государственном педагогическом (институте) университете им. В. Г. Белинского сначала ассистентом (1949), затем старшим преподавателем (1952), а потом, после защиты кандидатской диссертации в 1967 г., – доцентом на кафедре ботаники естественно-географического факультета. С 1972 по 1983 г. был заведующим кафедрой. Последние почти двадцать лет с сентября 1989 по январь 2009 г. А. А. Солянов был куратором (хранителем) и заведующим Гербарием им. И. И. Спрыгина.

Велика заслуга А. А. Солянова в изучении флоры и растительности Пензенского края, всего Поволжья и других, порой очень удаленных, районов нашей родины. А. А. Солянов был преемником и продолжателем известной Пензенской ботанической школы, основателями которой были И. И. Спрыгин, Е. Г. Коровин, М. В. Культиасов, М. Г. Попов, А. А. Уранов, Б. П. Сацердотов, Е. К. Штукенберг и др. Им были опубликованы две большие работы: «Растительность» (в кн. «Природа Пензенской области». Пенза, 1970) и отдельно «Флора Пензенской области» (Пенза, 2001). В процессе неустанных полевых исследований им были обнаружены и описаны многочисленные редкие виды растений, ранее неизвестные для Пензенской области. А. А. Соляновым составлена карта растительности Пензенской области (1966).

Большой вклад А. А. Солянов внес в дело сохранения гербарной коллекции крупнейшего в Поволжье Гербария им. И. И. Спрыгина (международный индекс – «РКМ»). Со времен И. И. Спрыгина сохранился большой по объему, но необработанный гербарий, который нужно было не только смонтировать, но и определить. А. А. Соляновым была разработана оригинальная система инсерации – размещения гербарных листов в гербарном помещении по системе А. Л. Тахтаджана (Ленинград, 1987) с учетом современной ботанической таксономии С. К. Черепанова (Санкт-Петербург, 1995).

На территории Ботанического сада, который тоже носит имя И. И. Спрыгина, А. А. Соляновым был создан коллекционно-систематический участок (1950), где выращивалось более 600 видов растений различного географического происхождения. Ученый состоял членом комиссии по организации Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» и сделал очень многое для его воссоздания (1989).

А. А. Солянов принимал активное участие в научной и общественной жизни нашего университета и страны, был действительным членом Географического общества СССР (1958), членом Всесоюзного (Русского) ботанического общества (1959), членом Всероссийского общества охраны природы (1958), Всесоюзного общества «Знание» (1958), Педагогического общества РСФСР (1983) и др., участником XII Международного Ботанического конгресса (1975), принимал участие в конференциях педагогов-ботаников СССР в Молдавии (г. Тирасполь), в международном совещании в г. Ульяновске (1992) и многих других научных конференциях разного уровня.

А. А. Соляновым опубликовано 67 научных работ.

Основной его работой является монография «Флора Пензенской области» (Пенза, 2001).

С 2005 г. А. А. Солянов стал членом Пензенского отделения Российского философского общества и опубликовал свои работы в журнале «Вестник» этого общества (Вып. 1, 2, 3) и др.

А. А. Солянову присвоены звания «Победитель социалистического соревнования» (1973), «Отличник народного просвещения РСФСР» (1975), «За отличные успехи в работе» Высшая школа СССР (1978), «Отличник просвещения СССР» (1981), неоднократно награждался дипломами и грамотами Министерства просвещения РСФСР и СССР, Центрального Совета Всесоюзного общества охраны природы.

А. А. Солянов награжден медалью «Ветеран труда СССР», медалью ПГПУ им. В. Г. Белинского «За заслуги перед университетом» (2005 г.) и в связи с 95-летием со дня рождения медалью «За многолетний и добросовестный труд» (2009).

Литература о А. А. Солянове

1. Чистякова, А. А. Солянов Александр Андрианович / А. А. Чистякова // Энциклопедия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2009. – С. 300.
2. Новикова, Л. А. Солянов Александр Андрианович / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 730–734.
3. Новикова, Л. А. Патриарх Пензенских ботаников – Солянов Александр Андрианович / Л. А. Новикова, Г. С. Розенберг, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор, С. В. Саксонов // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2011. – Вып. 9. – С. 5–7.

4. Саксонов, С. В. Патриарх Пензенских ботаников – Солянов Александр Андрианович / С. В. Саксонов, Л. А. Новикова, Г. С. Розенберг, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор // Бюл. «Самарская лука». – 2012. – Т. 21, вып. 2. – С. 221–223.

Труды А. А. Солянова

1964

1. Солянов, А. А. Флора и растительность Пензенской области и некоторые вопросы их рационального использования / А. А. Солянов // Ученые записки ПГПИ им. В. Г. Белинского. – 1964. – Вып. 10. – С. 128–173.

1966

2. Солянов, А. А. Карта растительности Пензенской области (Масштаб 1 : 2 400 000) (врезка) / А. А. Солянов // Физическая учебная карта Пензенской области. Масштаб 1 : 600 000. – М. : ГУГ и К, 1966. – 1 л.

3. Солянов, А. А. Растительный покров и геоботаническое районирование Пензенской области : дис. ... канд. биол. наук / Солянов А. А. – Пенза, 1966. – 367 с.

1967

4. Солянов, А. А. Растительный покров и геоботаническое районирование Пензенской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Солянов А. А. – Саратов : Саратов. гос. ун-т, 1967. – 26 с.

1968

5. Солянов, А. А. Растительный покров Пензенской области / А. А. Солянов // Пензенская область. Природа, население, хозяйство : географический сборник. – Саратов, 1968. – Вып. 1. – С. 84–92.

6. Солянов, А. А. Зональное положение и геоботаническое районирование Пензенской области / А. А. Солянов // Пензенская область. Природа, население, хозяйство : географический сборник. – Саратов, 1968. – Вып. 1. – С. 93–97.

1969

7. Солянов, А. А. К характеристике научной и познавательной ценности Кунчеровской степи / А. А. Солянов // Вопросы географии Пензенской области : географический сборник. – Л. : ПО ГО СССР, 1969. – Вып. 2. – С. 92–96.

8. Солянов, А. А. О некоторых вопросах изучения местных флор / А. А. Солянов // География центра. – М. : МФ ГО СССР, 1969. – С. 28–30.

1970

9. Солянов, А. А. Растительный покров / А. А. Солянов // Природа Пензенской области. – Пенза : Приволж. кн. изд-во, Пенз. отд., 1970. – Гл. 6. – С. 129–177.

1971

10. Солянов, А. А. О необходимости охраны луговых степей на Приволжской возвышенности / А. А. Солянов // Вопросы охраны ботанических объектов. – Л. : Наука, 1971. – С. 245–246.

1972

11. Солянов, А. А. Карта растительности Пензенской области (Масштаб 1 : 2 400 000) (врезка) / А. А. Солянов // Физическая учебная карта Пензенской области. Масштаб 1 : 600 000. – М. : ГУГ и К, 1972. – 1 л.

1973

12. Солянов, А. А. Попереченская степь в Пензенской области, ее прошлое и настоящее / А. А. Солянов // ГО СССР. Доклады Пензенского отдела. – М., 1973. – С. 47–56.

1974

13. Солянов, А. А. Научная и общественная деятельность И. И. Спрыгина (к 100-летию со дня рождения) / А. А. Солянов // Природа и географические проблемы сельского хозяйства Пензенской области. – Пенза : ГО СССР. Пензенский отдел, 1974. – С. 92–97.

1975

14. Солянов, А. А. Географическая индексаия местонахождения изучения флоры и растительности в регионе / А. А. Солянов // Тез. докл. на XII Междунар. ботаническом конгрессе в Ленинграде. – Л., 1975.

1980

15. Солянов, А. А. Редкие и исчезающие виды растений Пензенской области. Задачи их изучения и охраны / А. А. Солянов // Охрана и рациональное использование естественных ресурсов Пензенской области. – М. : МФ ГО СССР, 1980. – С. 41–47.

1981

16. Солянов, А. А. К вопросу планирования и руководства учебно-полевой ботанической практикой студентов / А. А. Солянов, Н. Г. Медведева, В. Н. Хрянин // Руководство стажировкой и полевой практикой на естественно-географическом факультете. – Пенза : Пензенская правда, 1981. – С. 11–16.

1982

17. Солянов, А. А. Карта растительности (Масштаб 1 : 1 500 000) / А. А. Солянов // Атлас Пензенской области. – М. : ГУГ и К, 1982. – С. 14.

18. Солянов, А. А. Редкие виды деревьев, культивируемые в области (Масштаб 1 : 3 000 000) / А. А. Солянов // Атлас Пензенской области. – М. : ГУГ и К, 1982. – С. 18.

19. Солянов, А. А. Растительность заповедных степей. Кунчеровская степь (190 га, Неверкинский район) / А. А. Солянов // Атлас Пензенской области. – М. : ГУГ и К, 1982. – С. 18.

20. Солянов, А. А. Растительность заповедных степей. Попереченская степь (219 га, Пензенский район) / А. А. Солянов // Атлас Пензенской области. – М. : ГУГ и К, 1982. – С. 18.

1987

21. Солянов, А. А. Анализ современного состояния луговых степей Приволжской возвышенности / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Ландшафтный анализ природопользования. – М. : МФ ГО СССР, 1987. – С. 35–40.

1988

22. Солянов, А. А. К познанию лесостепной природы в Среднем Поволжье / А. А. Солянов, Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Оптимизация природной среды Пензенской области. – М. : МФ ГО СССР, 1988. – С. 12–24.

23. Солянов, А. А. Заповедные степные участки Пензенской области / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Краеведение в Центральном районе. – Пенза : Приволж. кн. изд-во, Пенз. отд-е, 1988. – С. 46–50.

24. Солянов, А. А. Заповедные степные участки Пензенской области / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Краеведение в Центральном районе. – Пенза : Приволж. кн. изд-во, Пенз. отд-е, 1988. – С. 46–50.

1992

25. Солянов, А. А. О некоторых редких видах растений флоры Юго-Востока Европейской части России / А. А. Солянов // Состояние растительных ресурсов Восточной Европы : тез. междунар. совещания. – Ульяновск, 1992. – С. 96–99.

26. Солянов, А. А. Островцовская лесостепь / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Геоботанические, анатомо-морфологические и физиологические особенности растений и сообществ Пензенской области : сб. науч. тр. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1992. – С. 2–9.

1993

27. Солянов, А. А. Пензенский гербарий / А. А. Солянов // Из истории области. Очерки краеведов. – Пенза : Пензенский гос. объедин. краевед. музей, 1993. – Вып. IV. – С. 86–97.

1995

28. Солянов, А. А. Флористические особенности заповедника Приволжская лесостепь / А. А. Солянов // Флора Центральной России : материалы Рос. конф. (1–3 февраля 1995 г.). – М., 1995. – С. 124–126.

1996

29. Солянов, А. А. Некоторые итоги ботанико-географического изучения Пензенской области / А. А. Солянов // Краеведческие исследования и проблемы экологического образования : тез. докл. юбил. науч.-практ. конф. – Пенза, 1996. – С. 68–70.

30. Yakovlev, G. P. Legumes A Check-List of Northern Eurasia / G. P. Yakovlev, A. K. Sytin, Yu. R. Roskov // Published by Royal Botanic Gardens. – Kew, 1996. – 724 p. (Яковлев, Г. П. Бобовые Северной Евразии / Г. П. Яковлев, А. К. Сытин, Ю. Р. Росков // Известия Королевского Ботанического сада. – Кью, 1996. – 724 с. (Материалы по Пензенской области для конспекта подготовил А. А. Солянов).

1998

31. Солянов, А. А. Карта растительности (Масштаб 1 : 1500 000) / А. А. Солянов, Н. В. Солянова // Географический атлас Пензенской области. – М. : Дик, 1998. – С. 16.

32. Солянов, А. А. Участки заповедника «Приволжская лесостепь» и ботанические памятники природы. Масштаб 1 : 3 000 000 / А. А. Солянов,

Н. В. Солянова // Географический атлас Пензенской области. Охрана природы. – М. : ДиК, 1998. – С. 20.

33. Солянов, А. А. Редкие деревья и кустарники. Границы ареалов. Масштаб 1 : 3 000 000 / А. А. Солянов, Н. В. Солянова // Географический атлас Пензенской области. Охрана природы. – М. : ДиК, 1998. – С. 21.

34. Солянов, А. А. Островцовский кустарниково-степной участок / А. А. Солянов, Н. В. Солянова // Географический атлас Пензенской области. Охрана природы. – М. : ДиК, 1998. – С. 20.

35. Солянов, А. А. Жизнь и научная деятельность Ивана Ивановича Спрыгина / А. А. Солянов // Материалы конф., посвящ. 120-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза, 1998. – С. 9–12.

36. Солянов, А. А. Основные задачи современной региональной флористики / А. А. Солянов // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина (Пенза, 18–20 мая 1998 г.). – Пенза, 1998. – С. 64–66.

2001

37. Солянов, А. А. Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза : Пензенская правда, 2001. – 310 с.

38. Солянов, А. А. Гербарий имени И. И. Спрыгина / А. А. Солянов // Флора Пензенской области. – Пенза : Пензенская правда, 2001. – С. 307–310.

39. Солянов, А. А. Ботанический сад им. И. И. Спрыгина / А. А. Солянов, А. Р. Ненашев // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 70–71.

40. Солянов, А. А. Введенский Алексей Иванович / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 83.

41. Солянов, А. А. Гербарий им. И. И. Спрыгина / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 111.

42. Солянов, А. А. Гроссет Гуго Эдгарович / А. А. Солянов, В. Н. Тихомиров // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 137.

43. Солянов, А. А. Карягин Иван Иванович / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 231–232.

44. Солянов, А. А. Келлер Борис Александрович / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 233.

45. Солянов, А. А. Культиасов Михаил Васильевич / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 282.

46. Солянов, А. А. Растения насекомоядные / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 571.

47. Солянов, А. А. Лишайники / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 308.

48. Солянов, А. А. Растения редкие / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 517.

49. Солянов, А. А. Растения ядовитые / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 517–519.

50. Солянов, А. А. Растительность / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / гл. ред. К. Д. Вишне夫斯基. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 519.

51. Солянов, А. А. Растительность болот / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 519.

52. Солянов, А. А. Растения паразитные / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 571.

53. Солянов, А. А. Флора / А. А. Солянов // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 650.

54. Солянов, А. А. Штукенберги Иван Федорович, Антон Антонович и Елизавета Карловна / А. А. Солянов, О. М. Савин // Пензенская энциклопедия / под ред. К. Д. Вишневого. – М. : Большая Российская Энциклопедия, 2001. – С. 682.

2002

55. Солянов, А. А. Экзотическая дендрофлора г. Пензы и некоторые вопросы ее истории / А. А. Солянов // Идеалы и реальности культуры российского города : материалы III городской науч.-практ. конф. (Пенза, 25 октября 2002 г.). – Пенза, 2002. – С. 27–29.

2005

56. Солянов, А. А. Карта растительности (Масштаб 1 : 1 500 000) / А. А. Солянов // Географический атлас Пензенской области. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 16.

2006

57. Солянов, А. А. Философия и жизнь / А. А. Солянов // Вестник ПО РФО : сб. науч. ст. / отв. ред. А. Г. Мясников. – М. : РФО ; Пенза : ПГПУ, 2006. – Вып. 1. – С. 8–20.

58. Солянов, А. А. Новые сборы редких растений в Пензенской области / А. А. Солянов // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. (Выпуск посвящен 60-летию естественно-географического факультета). – Пенза, 2006. – № 1 (5). – С. 18–21.

59. Солянов, А. А. Жизнь, любовь, нравственность / А. А. Солянов // Нравственность и хлеб насущный : сб. материалов науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Пензенской государственной сельскохозяйственной академии и кафедры философии. – Пенза : РИО ПГСХА, 2006. – С. 49–53.

2007

60. Солянов, А. А. Жизнь, любовь, нравственность: взгляд натуралиста / А. А. Солянов // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Гуманитарные науки. – Пенза, 2007. – № 4 (8). – С. 17–18.

61. Солянов, А. А. Новые сборы растений редких для Пензенской области / А. А. Солянов // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2007. – № 5 (9). – С. 27–28.

62. Солянов, А. А. Философия и жизнь / А. А. Солянов // Актуальные проблемы современной науки и журналистика : учеб.-метод. пособие для студентов / отв. ред. А. Г. Мясников. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2007. – С. 24–34.

2009

63. Солянов, А. А. Знание, нравственность, наука / А. А. Солянов // Вестник ПО РФО : сб. науч. ст. / под ред. А. Г. Мясникова. – М. : РФО ; Пенза, 2009. – Вып. 2. – С. 21–24.

64. Солянов, А. А. Природа, человек, наука: к познанию истины / А. А. Солянов. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – 136 с.

65. Солянов, А. А. Познание жизни : сб. философских работ / А. А. Солянов. – Пенза : Типография ИП Поповой М. Г., 2009. – 68 с.

66. Солянов, А. А. Познание жизни : сб. философских работ / А. А. Солянов. – 2-е изд., доп. – Пенза : Типография ИП Поповой М. Г., 2010. – 68 с.

2010

67. Новикова, Л. А. Значение Гербария имени И. И. Спрыгина. Каталог видов высших споровых и голосеменных растений / Л. А. Новикова, А. А. Солянов, В. Н. Хрянин // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2010. – № 17 (21). – С. 20–31.

Новикова Любовь Александровна

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

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lubov Alexandrovna

Doctor of biological sciences, chief researcher, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Чистякова Александра Александровна

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

E-mail: chistyakova91@mail.ru

Chistyakova Aleksandra Aleksandrovna

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

Леонова Наталья Алексеевна

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

E-mail: na_leonova@mail.ru

Leonova Natalia Alekseevna

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

УДК 581.9

Новикова, Л. А.

К 100-летию со дня рождения А. А. Солянова (1914–2011) / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 120–128.

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, истории естествознания, 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 версий не выше 2003.

Необходимо представить статью в электронном виде (VolgaVuz@mail.ru, дискета 3,5", CD-диск) и дополнительно на бумажном носителе в двух экземплярах.

Оптимальный объем рукописи 10–14 страниц формата А4. Основной шрифт статьи – Times New Roman, 14 pt через полуторный интервал. Тип файла в электронном виде – RTF.

Статья **обязательно** должна сопровождаться индексом УДК, краткой аннотацией и ключевыми словами **на русском и английском 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 выполняются в редакторе формул Microsoft Word Equation, версия 3.0 и ниже. 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. В списке указываются:

- 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, выпуск, страницы;
- для материалов конференций – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, время и место проведения конференции, город, издательство, год, страницы.

В конце статьи допускается указание наименования программы, в рамках которой выполнена работа, или наименование фонда поддержки.

К материалам статьи **должна** прилагаться информация для заполнения учетного листа автора: фамилия, имя, отчество, место работы и должность, ученая степень, ученое звание, адрес, контактные телефоны (желательно сотовые), e-mail.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Рукопись, полученная редакцией, не возвращается.

Редакция оставляет за собой право проводить редакторскую и допечатную правку текстов статей, не изменяющую их основного смысла, без согласования с автором.

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

Уважаемые читатели!

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

Журнал выходит 4 раза в год по тематике:

- **биология;**
- **химия;**
- **география;**
- **история естествознания.**

Стоимость одного номера журнала – 500 руб. 00 коп.

Для оформления подписки через редакцию необходимо заполнить и отправить заявку в редакцию журнала: факс (841-2) 36-84-87, тел.: 36-84-87, 56-47-33; E-mail: VolgaVuz@mail.ru

Подписку на первое полугодие 2014 г. можно также оформить по каталогу агентства «РОСПЕЧАТЬ» «Газеты. Журналы» тематический раздел «Известия высших учебных заведений». Подписной индекс – 70238.

ЗАЯВКА

Прошу оформить подписку на журнал «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» на 2014 г.

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

Наименование организации (полное) _____

ИНН _____ КПП _____

Почтовый индекс _____

Республика, край, область _____

Город (населенный пункт) _____

Улица _____ Дом _____

Корпус _____ Офис _____

ФИО ответственного _____

Должность _____

Тел. _____ Факс _____ E-mail _____

Руководитель предприятия _____

(подпись)

(ФИО)

Дата «___» _____ 2014 г.